



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA–  
Dirección General de Investigación –DIGI–



Unidad de Análisis de Información Geográfica del CEMA

## INFORME FINAL

### “EVALUACIÓN DEL RECURSO PESQUERO Y OCEANOGRAFIA DEL ATLÁNTICO GUATEMALTECO, DURANTE EL AÑO 2,000”

Coordinador:	<i>Lic. Leonel Carrillo Ovalle, M.Sc.</i>
Auxiliar de investigación:	<i>Lic. Antonio Salaverría (feb.-agosto/2,000)</i>
Auxiliar de investigación:	<i>T.U.A.: Luis Pacas Martínez</i>
Auxiliar de investigación:	<i>T.U.A.: José Martínez Mencos</i>
Investigadores invitados:	<i>T.U.A.: Ramón Otaolaurruchi Albert</i>
	<i>T.U.A.: Carlos Tay</i>
Fecha de inicio:	10 de febrero, 2,000
Fecha de finalización:	31 de diciembre, 2,000

## AGRADECIMIENTO

La Unidad de Análisis de Información Geográfica del CEMA, desea externar su agradecimiento a los que de una u otra forma colaboraron para llevar a buen termino esta Investigación, sin quienes no se hubiera alcanzado el éxito de este Proyecto:

*Q Dios nuestro creador*

Al Lic. Luis Francisco Franco, por su amistad y apoyo incondicional

Al Señor Clemente Sumpal, por su valiosa colaboración

A Sonia Villatoro, por su solidaridad en los momentos difíciles

Al Ph.D. Rob Nunny, por sus valiosos conocimientos

A los TUA. Marco Antonio Váldez y Daniel Vásquez

Al Ph.D. Oscar Cobar, por su comprensión

## INDICE

<b>Introducción</b>	.....	1
<b>Componente Recursos Pesqueros</b>	.....	3
Objetivos	.....	4
Revisión Bibliográfica	.....	5
Conclusiones	.....	9
Recomendaciones	.....	10
Bibliografía	.....	11
Anexo	.....	13
Catálogo	.....	23
<i>Bivalvos</i>	.....	25
<i>Gasterópodos</i>	.....	30
<i>Cangrejos</i>	.....	33
<i>Camarones</i>	.....	39
<i>Langostas</i>	.....	43
<b>Componente de Oceanografía</b>	.....	47
Objetivos	.....	48
Métodos y Materiales	.....	49
Digitalización	.....	54
<i>Puntos de Muestreo</i>	.....	56
Discusión de Resultados	.....	58
Conclusiones	.....	95
Recomendaciones	.....	96
Bibliografía	.....	97
Anexo	.....	98
<b>Componente de Fitoplancton</b>	.....	101
Objetivos	.....	103
Antecedentes	.....	104
Revisión Bibliográfica	.....	105
Materiales y Métodos	.....	107
Resultados y Discusión	.....	109
Conclusiones	.....	135
Recomendaciones	.....	136
Bibliografía	.....	137
<b>Comportamiento de la Meíofauna en Bahía La Graciosa</b>	.....	141
Objetivos	.....	142
Descripción del Area de Estudio	.....	143
Resultados	.....	144
Discusión de Resultados	.....	147
Discusión Final de Meíofauna	.....	153
Bibliografía	.....	155
Anexo	.....	158
<b>Determinación de Parámetros Químicos en Bahía de Amatique</b>	.....	163
Objetivos	.....	164
Métodos	.....	164
Discusión de Resultados	.....	165
Recomendaciones	.....	169
Anexo	.....	171

## **INTRODUCCIÓN**

El conocimiento de los recursos naturales que cada país posee, es una información básica para lograr un manejo sostenible de sus propios ecosistemas.

La interacción de CEMA-DIGI ha producido información básica importante, para el conocimiento de nuestros recursos, en este caso logramos integrar una serie de investigaciones sobre la Bahía de Amatique, en la cual coexisten una población de diversos pescadores y artes de pesca; donde tenemos 36 barcos de arrastre de fondo, 148 lanchas con changos y 50 cayucos, que se dedican a la pesca del camarón. Así mismo, tenemos 30 embarcaciones que a través de trasmallos se dedican a la explotación de la langosta en Punta de Manabique.

Según este estudio la explotación del recurso se encuentra dentro de los posibles límites de máxima explotación sostenible del recurso, siendo de 625 toneladas métricas por año y los especialistas han calculado 645 toneladas métricas. Estos datos se refieren a la explotación del 50% del camarón del total de la biomasa presente dentro de la bahía.

Es importante hacer ver que el catálogo de invertebrados obtenidos de los informes de FAO, sirve como una fuente importante de conocimientos para organismos que pueden ser utilizados en Pesquerías o Acuicultura.

El hecho de tener un mapa base del área de Bahía de Amatique y conexiones terrestres, nos permitirá realizar diversos trabajos en el futuro, donde se pueden llevar a cabo análisis tipo SIG, que interpolen bases de datos y generen información para el estudio adecuado y rápido de diversas variables. Así mismo, en el aspecto oceanográfico poseemos información básica sobre el comportamiento de los parámetros físico-químicos, durante el año 2,000.

Es importante hacer mención que se elaboró un catálogo de especies de microalgas presentes en el estero, con microfotografías tomadas en los laboratorios de CEMA;

muchas de estas algas son causantes de intoxicaciones por Ciguatera. Este problema es desconocido para el Atlántico guatemalteco y nosotros pensamos, que es importante hacer un estudio del problema en el área, ya que el catálogo certifica la presencia de varios organismos productores de Ciguanotoxinas.

El estudio de Meiofauna en la Bahía la Graciosa, nos muestra que la salud del sistema esta bien, porque la presencia de humanos es baja en esta bahía y el intercambio de agua diariamente es alto, producto de 4 mareas que se presentan.

El estudio de la calidad de agua tuvo solo 8 estaciones de muestreo, durante el mes de diciembre del 2,000. La información obtenida no es representativa para dar conclusiones válidas, pero se puede apreciar que los valores de Fosfatos y Compuestos de Nitrógeno son sumamente bajos, indicando que en ese momento el sistema estaba bajo condiciones oligotróficas.

Finalmente, estamos seguros que la información lograda a través de estas investigaciones, nos apoya para la toma de decisiones en un futuro y exige que continuemos investigando nuestros recursos naturales en forma exhaustiva para obtener el conocimiento sobre la toma de decisiones óptimas para el desarrollo de nuestro país.

## **COMPONENTE RECURSOS PESQUEROS**

### **INTRODUCCIÓN**

El Atlántico de Guatemala, tiene industrias importantes como lo son dos puertos comerciales, por medio de los cuales se importa y exporta gran cantidad de productos importantes para nuestro país.

Pero una industria importante son las actividades pesqueras que se desarrollan, dentro de la Bahía de Amatique y Punta de Manabique. En estas áreas se explotan diversas especies de camarón dentro de la bahía y langosta en la zona oceánica de la península.

Según este estudio se tienen 36 barcos realizando arrastres, 148 changos (Tiburonerías, motor fuera de borda) y 50 cayucos (botes de remo), los cuales extraen anualmente 625 toneladas métricas de camarón, cifra que se encuentra ligeramente por debajo de la biomasa sosteniblemente explotable dentro de la bahía.

Se tiene un análisis económico de esta industria, el cual se puede ver en las tablas de los anexos, donde podemos observar que produce una buena cantidad de ingresos para los pescadores y es una importante fuente de trabajo para los habitantes del área.

En el aspecto de la explotación del recurso langosta, tenemos 30 lanchas que se dedican a la pesca con trasmallos y extraen una biomasa anual de 19.8 toneladas métricas de cola de langosta, lo cual representa otro ingreso importante para la zona.

Finalmente, elaboramos un catálogo, el cual tiene importancia para el reconocimiento de las especies con interés económico en el área, material que la población no tiene acceso, por lo cual lo consideramos de suma importancia.

## Objetivos

Los objetivos planteados en el proyecto original fueron enfocados a conformar la composición, distribución y abundancia de los recursos pesqueros, el estado de las poblaciones naturales y su potencial. Así mismo, complementar una guía de especies.

El enfoque anterior se tuvo que variar, ya que los costos de cada crucero limitaban las salidas al mar, a un máximo de tres actividades de pesquería. Esto fue influenciado principalmente, porque los cálculos económicos realizados en el año 1,999 se quedaron cortos, ya que los costos de embarcarse durante el año 2,000 se incrementaron excesivamente, reduciendo las salidas a menos de la mitad de las programadas en el proyecto inicial.

Basándose en lo anterior, la investigación realizó cruceros oceanográficos, estudios de Meiófauna, catálogo de microalgas y parámetros químicos de la Bahía de Amatique. Así mismo, se realizó un análisis bibliográfico sobre pesquerías dentro de la zona de investigación y cálculos teóricos sobre el comportamiento del recurso.

## Objetivos Específicos

- Ordenar información sobre los organismos de mayor interés en las pesquerías en el Atlántico de Guatemala.
- Generar un catálogo de algunas especies que tienen interés para la Acuicultura o la Pesca.

## Revisión de Bibliografía

### *Elaboración de catálogo:*

La principal fuente de información sobre las posibles especies con interés para la pesca es **FAO SPECIES IDENTIFICATION SHEETS FOR FISHERY PURPOSES** (FAO, 1978), el cual se centra en el área 31, la cual corresponde al mar Caribe, Atlántico guatemalteco. El área 31 se encuentra enmarcada dentro de las coordenadas 35°00' N, 40°00'O, 05°00'N, las cuales forman un cuadrante junto con la línea costera.

De estos documentos generamos un catálogo de Moluscos Bivalvos, Gasterópodos y Crustáceos, que podrían tener interés para las pesquerías o el desarrollo de una acuicultura sostenible en la zona de estudio (ver anexo, el catálogo completo se extrajo del documento de FAO, antes mencionado).

### *Situación de la pesca:*

En el informe PRADEPESCA (1,995), donde se realiza un análisis centroamericano de las pesquerías con énfasis en la pesca artesanal, reporta que Guatemala cuenta con una superficie de 108,889 km<sup>2</sup>, con una longitud de litoral en el Atlántico de 148.00 km. Según PRADEPESCA (1,995), la ZONA ECONOMICA EXCLUSIVA del Atlántico guatemalteco tiene 2,100 km<sup>2</sup>, mientras que en el Pacífico se tienen 83,000 km<sup>2</sup>. Además, se determinó una superficie de arrastre de 210 mn<sup>2</sup> ó 710 km<sup>2</sup> para la Bahía de Amatique (CANOPUS 1,971, en ICSED, 2,000)

Según los datos anteriores, la costa del Atlántico solo representa el 2.5% de la Zona Económica Exclusiva, siendo su potencial pesquero sumamente limitado, ya que el 97.5 pertenece a la costa del Pacífico.

En el Atlántico en 1,994 (PRADEPESCA), reporta una flota industrial de solo 2 barcos que se dedican a la pesca de camarón, langostas y caracol, en esta región se tienen 11 comunidades dedicadas a la pesca artesanal, con 2,764 pescadores, quienes utilizan 255 Pangas (tiburonerías) y 848 Botes (cayucos).



Según, ICSED (2,000) presenta una biomasa aproximada, para la pesca sostenible del camarón de 645 tm, siendo la biomasa total de 1,290 tm de camarón, es importante hacer notar que estos datos se basan en los cruceros realizados por CANOPUS (1,971). Sin embargo, en datos obtenidos por Salaverría (1,999), y analizados por González y Martínez (Comunicación Personal, 2,001), calculó una biomasa para pesca sostenible del camarón de 725 tm y una biomasa total en la Bahía de Amatique de 1,450 tm.

UNIPESCA (2,000), reporta 24 comunidades pesqueras en la Bahía de Amatique y Punta de Manabique, las cuales tenían un total de 358 trasmallos, 144 changos y 124 chinchorros, representando cada uno respectivamente el 57.19%, 23.00% y 19.81% de las artes de pesca utilizados (Ver anexo, tabla 1y 3: graficas 1 y 3).

UNIPESCA (2,000), reporta que las principales comunidades que tienen mayor número de artes pesca en la zona, son Livingston con 495 (42.38%), Río Sarstún 231 (19.78%), Punta de Manabique 80 (6.85%), Quetzalito 62 (5.30%), Puerto Barrios 40 (3.43%) y otras 19 comunidades el 22.62% restante.

#### *Situación actual de la pesca*

Durante el curso “**Entrenamiento en modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras**”, que se llevo a cabo del 5 al 13 de Febrero del 2,001, asistieron especialistas de UNIPESCA, CONAP, UPIE-MAGA, FUNDAECO Y CEMA por parte de Guatemala, quienes aportaron información actualizada de la pesquería del camarón y la langosta en el Atlántico guatemalteco.

La información siguiente es en base a González (2,001) y las tablas mencionadas se encuentran en el anexo.

### *Flota de langosta*

Se enfocaron dos flotas pesqueras, la que captura langosta y camarón, en la Tabla 4, se define una temporada de pesca de 10 meses, con viajes de 1 día de duración y 2 salidas a pescar por semana.

Cada embarcación captura en promedio 2.0 lbs. de langosta por viaje, esto significa una captura mensual de 145.0 lbs y una anual de 1,450.0 lbs./año/embarcación. Siendo el tamaño de la flota de 30 embarcaciones, nos da una captura anual de 43,512.0 lbs. ó 19.8 tm.

En la Tabla 5 se evalúan los ingresos (el cambio del dólar se tomo a 7.85), donde se menciona un costo de venta de Q. 19.50/lb. (\$ 2.50), lo que correlacionado con la Tabla 4 nos da un ingreso de Q 2,828.00/mes/embarcación (\$ 364.00) y si tomamos el tamaño de la flota antes mencionado y lo multiplicamos por el número de meses de pesca nos da un ingreso de Q. 848,484.00 (\$.109,060.00), los costos de producción no se discutieron para esta actividad.

### *Flota de camarón*

El análisis de la pesquería del camarón en Bahía de Amatique, se dividió en los tres tipos de métodos de pesca utilizados, siendo estos: arrastre, chango y cayuco. Las dos primeras artes de pesca utilizan dos temporadas de pesca una buena y una mala, siendo de 5.5 y 4.5 meses de duración respectivamente, lo que da un total de 10 meses de pesca por año.

Para la flota de cayucos se tiene una temporada buena de 1.5 meses, la cual se desarrolla en los meses de veda para las otras dos flotas y una mala de 9.5 meses, dando una temporada de 11 meses de pesca.

Las tres flotas duran por faena de pesca entre 0.5 a 1.0 día, y salen 5 días a la semana. Los rendimientos son de acuerdo al arte de pesca utilizado y la época antes

mencionada, siendo los siguientes; arrastre: 60.0 y 40.0 lbs., chango: 36.0 y 24.0 lbs. y cayucos: 50.0 y 5.0 lbs.

Las capturas mensuales por embarcación para las tres flotas antes mencionadas, divididas en camarón grande y pequeño son: 1,200.0-800.0, 800.0-720.0 y 1,000.0-100.0 lbs. respectivamente. La captura total para toda la flota por un año sería de 167.0, 412.0 y 56.0 toneladas métricas, respectivamente, dando una captura total de 635.0 tm/año en la Bahía de Amatique.

CANOUPI (1,971), reporto una biomasa sostenible de la pesquería del camarón de 645.0 tm/año y en comunicación personal de González y Martínez (2,001), antes mencionado analizaron los datos obtenidos en 1,998 y calcularon una biomasa total de 1,450 tm, en la Bahía de Amatique, si comparamos estas informaciones con los datos del modelo de análisis de las pesquerías, nos indica, que la pesca de camarón se encuentra dentro de los límites sostenibles retrospectivamente.

En la Tabla 7 se observa el detalle de los ingresos que obtiene la flota de pesca de camarón, la cual se compone de 36 barcos de Arrastre, 148 lanchas con Changos y 50 Cayucos. El análisis económico, se puede observar por embarcación, en forma mensual o anual, así también los ingresos por la flota en su totalidad, aunque sobre estos análisis tendremos que ser conservadores.

En la Tabla 9, se consideran los costos totales de la producción pesquera, de los diversos componentes de la flota total, y como se menciono anteriormente debemos ser conservadores con la información proporcionada.

## **CONCLUSIONES**

- La flota que captura camarón en la Bahía de Amatique esta compuesta de 36 barcos de arrastre, 148 changos y 50 cayucos.
- La flota de camarón captura anualmente; Arrastre = 167 Tm., Changos = 412 Tm. y Cayucos 56 Tm. Las capturas totales son 625 Tm. durante todo el año y por la flota completa. Valor que asemeja al de CANOUPÍ de 645 Tm. en el año de 1,971.
- La flota que captura langosta esta compuesta de 30 lanchas, las cuales usan como arte de pesca el trasmallo.
- Las capturas anuales de langosta en el Atlántico de Guatemala, se registran oficialmente solo en zona marino-costera de Punta de Manabique alcanza las 19.8 toneladas métricas.
- La mayor concentración de pescadores se encuentra en Livingston, seguido de Río Sarstún, Punta de Manabique y Quetzalito.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar monitoreos mensuales, donde se hagan arrastres en forma técnica, para determinar la biomasa en el tiempo real de camarón dentro de la Bahía de Amatique.
- Basándose en la información antes mencionada, calcular el tiempo o tipo de licencias otorgadas al sector pesquero en la zona.
- Evaluar la captura de langosta en la zona de Punta de Manabique, para controlar metódicamente su manejo.
- Aplicar los modelos bioeconómicos desarrollados por el especialista Ezequiel González, como instrumentos de diagnóstico y manejo de los recursos pesqueros del Atlántico guatemalteco.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Arrivillaga, Alejandro and Baltz Donald. 1,999. COMPARISON OF FISHES AND MACRO INVERTEBRATES ON SEAGRASS AND BARE –SAND SITES ON GUATEMALA’S ATLANTIC COAST. Bulletin of Marine Science 65(2); 301-319. U.S.A.

Castro, R., A. S. Mascareñas, R. Durazo y C. A. Collins. 2,000. VARIACIÓN ESTACIONAL DE AL TEMPERATURA Y LA SALINIDAD EN LA ENTRADA DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO. Ciencia Marinas. Volumen 26, Numero 4, 1-583 p. México.

Cortes, M.D. y M. Varela. VARIACIÓN ESPACIO TEMPORAL DE PARÁMETROS FISICO–QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS EN LA RIA DE HUELVA ÁREA DE INFLUENCIA, EN EL PERIODOD 1,987 – 1,991. Instituto Español de Oceanografía, Informe Técnico # 138. España. 103 p

PRADPESCA. 1,995. ENCUESTA DE LAS ACTIVIDADES PESQUERAS CON ÉNFASIS EN LA PESCA ARTESANAL. Convenio ALA/90/09 Unión Europea-OLDEPESCA. Panamá. 48 p.

PROARCAS-CAPAS. González, Ezequiel y Sergio Martínez. 2,001. “ENTRENAMIENTO EN MODELACIÓN BIECONOMICA PARA EL MANEJO DE LAS PESQUERIAS DEL GOLFO DE HONDURAS” PROARCAS-CAPAS. Y EL Centro de Interamericano para el Desarrollo de Ecosistemas sustentables. Guatemala. 298 p.

Salaverría, Antonio. 1,998. CRUCEROS DE INVESTIGACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL RECURSO CAMARON DEL ATLÁNTICO GUATEMALTECO, DURANTE EL AÑO 1,999, FASE II. CEMA/USAC. Guatemala. 32 p.

Salaverría, Antonio y Juan Villagran. 1,999. CRUCEROS DE EVALUACIÓN DEL RECURSO CAMARON DEL ATLÁNTICO GUATEMALTECO, DURANTE 1,998 – 1,999. CONCYT – CEMA. Guatemala. 74 p.

Soto-Mardones, Luis, S.G. Marinone y Alejandro Parés-Sierra. 1,999. VARIABILIDAD ESPACIOTEMPORAL DE LA TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR EN EL GOLFO DE CALIFORNIA. Ciencias Marinas. Volumen 25, Numero 1, 1-30 p. México.

UNIPESCA. 2.000. SEPARATAS SOBRE LAS PESCA ARTESANAL EN EL ATLÁNTICO GUATEMALTECO. Ministerio de Agricultura (MAGA).

# **ANEXO**



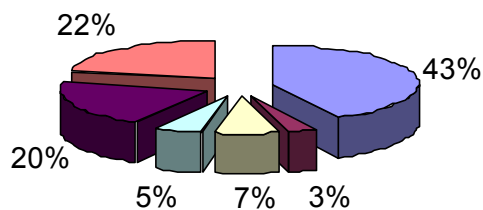
**Tabla 1**

Tipos de artes pesca de acuerdo a las comunidades pesqueras, dentro de la Bahía de Amatique, Atlántico de Guatemala.

Comunidad	Propietarios	# Trasmallos	# Chinchorros	# Changos	Total Artes	# Barcos*	Dependientes de la pesca
Baffimon	9	9	9	2	29	0	108
Buena Vista	5	5	0	2	12	0	40
Cabo Tres Puntas	22	15	14	0	51	0	150
Coco	4	4	0	1	9	0	35
Estero Lagarto	14	10	6	0	30	0	100
Jatea	5	3	1	0	9	0	35
La Graciosa	6	6	6	0	18	0	52
La Guaira	2	2	0	0	4	0	16
Livingston	250	100	45	100	495	54	3500
Macho Creek	1	1	1	0	3	0	12
Monte de Oro	1	1	0	0	2	0	7
Palo Creek	1	1	1	0	3	0	8
Puerto Barrios	20	6	14	0	40	3	185
Punta de Manabique	35	29	16	0	80	0	245
Quetzalito	31	31	0	0	62	0	285
Remolino	2	2	0	0	4	0	15
Río Quehueche	8	8	0	0	16	0	45
Río Salado	5	5	5	1	16	0	23
San Francisco	14	13	3	0	30	0	115
San Juan	4	4	0	1	9	0	60
Santa Isabel	1	1	1	0	3	0	11
Santa María	5	5	2	0	12	0	40
Sarstún	97	97	0	37	231	0	485
Zacatal	1	1	0	4	6	0	10
<b>Totales</b>	<b>542</b>	<b>358</b>	<b>124</b>	<b>144</b>	<b>1168</b>	<b>57</b>	<b>5572</b>

\*En barcos se tienen los que se dezplazan a motor, donde hay ceros son cayucos u otros, con remos

**Grafica 1 : Porcentaje de artes de pesca por comunidad**



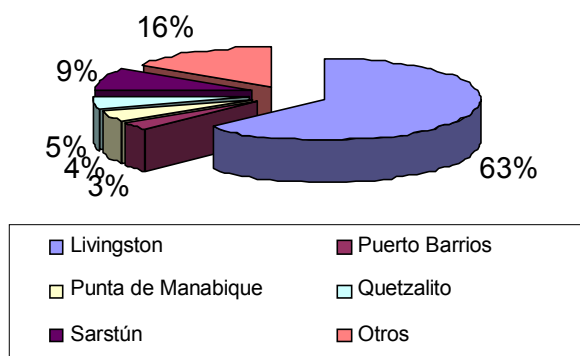
**Tabla 2**

Porcentaje de personas y artes de pesca, relación a los principales centros pesqueros dentro de la Bahía de Amatique, Atlántico de Guatemala.

COMUNIDAD	Total Artes	% Artes	Total Personas	% Personas
Livingston	495	42.38	3,500	62.81
Puerto Barrios	40	3.43	185	3.32
Punta de Manabique	80	6.85	245	4.4
Quetzafito	62	5.3	285	5.12
Sarstún	231	19.78	485	8.7
Otros	260	22.26	872	15.65
Total	1168	100	5,572	100

UNIPESCA (2,000)

**Grafico2: Porcentaje de pescadores por comunidad**



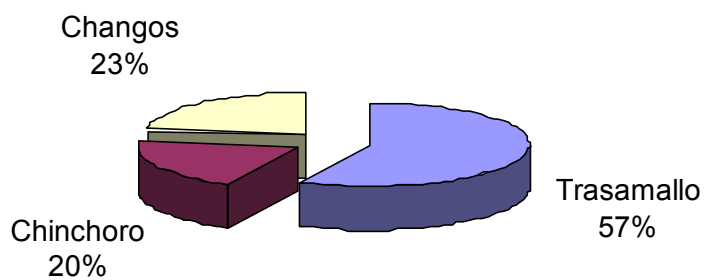
**Tabla 3**

Tipo de artes de pesca en porcentaje dentro de la Bahía de Amatique, Atlántico de Guatemala.

TIPO ARTE DE PESCA	Numero	Porcentaje
Trasamallo	358	57.19
Chinchoro	124	19.81
Changos	144	23
Total	626	100

UNIPESCA (2,000)

**Grafica 3: Porcentaje  
por tipo de artes de pesca**



**Tabla 4**

Duración de la temporada de pesca de langosta, captura por embarcación y flota, en el Atlántico de Guatemala.

Item	Unidades	Categoria de Arte de Pesca		
		Trasmallo		
		Langosta	Escama	Chinchorro
Duracion Temporada	meses	10	10	3
Duracion viaje	dias	1	0.5	0.5
Viajes	veces/semana	2	4	2.5
Rendimiento	lb/viaje	18.1	38	150
Lances	#/viaje			
Duracion Lance	hr/lance			
Composicion captura				
Grande	%			
Mediano	%			
<b>Captura Mensual Embarc.</b>		<b>145</b>	<b>600</b>	<b>375</b>
Grande	lb/mes-emb.			
Mediano	lb/mes-emb.			
Captura Anual Embarc.	lb/año-emb	1,450	6,000	1,125
Tamaño Flota Categoria	embarc.	30	35	35
Captura Total Categoria	lb/año	43,512	210,000	39,375
Captura Total Categoria	ton/año	19.8	95	18

**Fuente:** Curso "Entrenamiento en Modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras", 2,001.

**Tabla 5**

Ingresos por embarcación y el total de la flota que captura langosta, en el Atlántico de Guatemala (cambio Dólar \$ 7.85).

Item	Categoria de Arte de Pesca			
	Unidades	Langosta	Escama	Chinchorro
Precios Playa				
Grande	Q/lb	19.50	#¡REF!	1.25
Mediano	Q/lb			
Precios Playa				
Grande	US\$/lb	2.5	#¡REF!	0.2
Mediano	US\$/lb			
Ingreso Viaje Embarc.		<b>354</b>	<b>#¡REF!</b>	<b>188</b>
Grande	Q/mes-emb			
Mediano	Q/mes-emb			
Ingreso Mensual Embarc.		<b>2,828</b>	<b>#¡REF!</b>	<b>469</b>
Grande	Q/mes-emb			
Mediano	Q/mes-emb			
Ingreso Mensual Embarc.		<b>364</b>	<b>#¡REF!</b>	<b>60</b>
Grande	US\$/lb			
Mediano	US\$/lb			
Ingreso Anual Embarc.	Q/año-emb	<b>28,283</b>	<b>#¡REF!</b>	<b>1,406</b>
	US\$/año-emb	<b>3,635</b>	<b>#¡REF!</b>	<b>181</b>
Ingreso Anual Flota	Q/año	848,484	#¡REF!	49,219
	US\$/año	109,060	#¡REF!	6,326

**Fuente:** Curso "Entrenamiento en Modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras", 2,001.

**Tabla 6**

Duración de la temporada de pesca de camarón, captura por tipo de embarcación y flota

Item	Unidades	Categoría de Arte de Pesca					
		Arrastre <sup>1)</sup>		Chango		Cayuco	
		Buena <sup>2)</sup>	Mala <sup>3)</sup>	Buena	Mala	Buena	Mala
Duración Temporada	meses	5.5	4.5	5.5	4.5	1.5	9.5
Duración viaje	días	1	1	1	1	0.5	0.5
Viajes	veces/semana	5	5	5	5	5	5
Rendimiento	lb/viaje	60	40	36	24	50	5
Lances	#/viaje	3	3	3	3	1	1
Duración Lance	hr/lance	3	3	3	3	24	24
Composición captura							
Grande	%	0.60	0.60	0.60	0.60	-	-
Mediano	%	0.40	0.40	0.40	0.40	1.00	1.00
<b>Captura Mensual Embarc.</b>		<b>1,200</b>	<b>800</b>	<b>720</b>	<b>480</b>	<b>1,000</b>	<b>100</b>
Grande	lb/mes-emb.	720	480	432	288	-	-
Mediano	lb/mes-emb.	480	320	288	192	1,000	100
Captura Anual Embarc.	lb/año-emb	10,200		6,120		2,450	
Tamaño Flota Categoría	embarc.	36		148		50	
Captura Total Categoría	lb/año	367,200		905,760		122,500	
Captura Total Categoría	ton/año	167		412		56	

1) Veda para camarón es de 45 días en Abril y Mayo. Se considera efectiva del 1 Abril al 15 de Mayo.

2) Temporada buena del Camarón es de Octubre a Marzo. Se asume que se usan 15 días para mantención embarcaciones al final

**Fuente:** "Entrenamiento en Modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras", 2001.

**Tabla 7**

Estructura de la pesca del camarón en el Atlántico de Guatemala, de acuerdo al arte de pesca (cambio Dólar \$ 7.85).

Item	Unidades	Categoría de Arte de Pesca					
		Arrastre <sup>1)</sup>		Chango		Cayuco	
		Buena <sup>2)</sup>	Mala <sup>3)</sup>	Buena	Mala	Buena	Mala
Precios Playa <sup>4)</sup>							
Grande	Q/lb	20.8	27.0	20.8	27.0	20.8	27.0
Mediano	Q/lb	10.0	15.0	10.0	15.0	10.0	15.0
Precios Playa <sup>5)</sup>							
Grande	US\$/lb	2.6	3.4	2.6	3.4	2.8	3.6
Mediano	US\$/lb	1.3	1.9	1.3	1.9	1.3	2.0
Ingreso Viaje Embarc.		<b>771</b>	<b>664</b>	<b>463</b>	<b>398</b>		
Grande	Q/mes-emb	747	648	448	389	-	-
Mediano	Q/mes-emb	24	16	14	10	10	15
Ingreso Mensual Embarc.		<b>19,740</b>	<b>17,760</b>	<b>11,844</b>	<b>10,656</b>	<b>10,000</b>	<b>1,500</b>
Grande	Q/mes-emb	14,940	12,960	8,964	7,776	-	-
Mediano	Q/mes-emb	4,800	4,800	2,880	2,880	10,000	1,500
Ingreso Mensual Embarc.		<b>2,515</b>	<b>2,262</b>	<b>1,509</b>	<b>1,357</b>	<b>1,274</b>	<b>191</b>
Grande	US\$/lb	1,903	1,651	1,142	991	-	-
Mediano	US\$/lb	611	611	367	367	1,274	191
Ingreso Anual Embarc.	Q/año-emb		<b>188,490</b>		<b>113,094</b>		<b>29,250</b>
	US\$/año-emb		<b>24,011</b>		<b>14,407</b>		<b>3,726</b>
Ingreso Anual Flota	Q/año		6,785,640		16,737,912		1,462,500
	US\$/año		864,413		2,132,218		186,306

Fuente: "Entrenamiento en Modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras", 2001.

**Tabla 8**

Estructura de costos para la pesquería del camarón en el Atlántico de Guatemala, en base al arte de pesca (cambio Dólar \$ 7.85).

Item	Unidades	Categoría de Arte de Pesca						
		Arrastre		Chango			Cayuco	
		Buena	Mala	Buena	Mala	T. Escama	Buena	Mala
<b>Costos Viaje Embarc.</b>	<b>Q/viaje-emb</b>	<b>452</b>	<b>441</b>	<b>395</b>	<b>388</b>	<b>88</b>	<b>35</b>	<b>35</b>
Insumos por viaje	Q/viaje-emb	247	236	270	263	46	-	-
Gasolina		200	200	208	208	39	-	-
Lubricante		14	14	42	42	8	-	-
Hielo		34	22	20	13		-	-
Tripulacion por viaje	Q/viaje-emb	205	205	125	125	42	35	35
Capitan		85	85	75	75	25	-	-
Marinos		120	120	50	50	17	35	35
<b>Costos Mes/Embarc.</b>	<b>Q/mes-emb</b>	<b>12,910</b>	<b>11,035</b>	<b>12,942</b>	<b>11,256</b>	<b>1,844</b>	<b>948</b>	<b>848</b>
Insumos	Q/mes-emb	4,947	4,723	5,401	5,267	923	-	-
Gasolina		4,000	4,000	4,158	4,158	773	-	-
Lubricante		275	275	840	840	150	-	-
Hielo		672	448	403	269		-	-
Tripulacion	Q/mes-emb	4,100	4,100	2,500	2,500	833	700	700
Capitan		1,700	1,700	1,500	1,500	500	-	-
Marinos		2,400	2,400	1,000	1,000	333	700	700
Mantenccion	Q/mes-emb		1,651		1,551	-		100
Embarcacion			825		825			50
Motor			626		626			-
Arte de pesca			200		100	-		50
Red Armada			200		100			50
Puertas								
Depreciacion	Q/mes-emb		1,350		2,980	87		105
Embarcacion			250		70			36
Motor			300		2,500			-
Arte de pesca			800		410	87		68
Red Armada			700		340	87		68
Puertas			100		70			-
Costo de Capital	Q/mes-emb		862		510	-		43
Capital Trabajo			422		369	-		25
Inversion			440		141	-		18
<b>Costos Anuales Embar</b>	<b>Q/año-emb</b>		<b>127,286</b>		<b>127,619</b>	<b>20,202</b>		<b>10,319</b>
Insumos por viaje	Q/año-emb		48,462		53,407	10,619		-
Tripulacion por viaje	Q/año-emb		41,000		25,000	9,583		7,700
Mantenccion	Q/año-emb		16,510		15,510			1,100
Depreciacion	Q/año-emb		13,500		29,800			1,150
Costo de Capital	Q/año-emb		7,814		3,902	-		369
Capital Trabajo			2,533		2,212	-		147
Inversion			5,281		1,690	-		222
<b>Costos Anuales Embar</b>	<b>US\$/año-emb</b>		<b>16,215</b>		<b>16,257</b>	<b>2,574</b>		<b>1,314</b>

Fuente: "Entrenamiento en Modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras", 2001.



**Tabla 9**

Inversiones para las pesquerías del camarón en el Atlántico de Guatemala, de acuerdo al arte de pesca (cambio Dólar \$ 7.85)

Item	Unidades	Categoría de Arte de Pesca			Unidades	Categoría de Arte de Pesca			
		Arrastre	Chango	Trasmallo Escama		Arrastre	Cayuco	Cayuco	Chango
<b>Inversion</b>	<b>Q</b>	<b>84,500</b>	<b>24,400</b>	<b>3,000</b>	<b>US\$</b>	<b>10,764</b>	<b>3,500</b>	<b>446</b>	<b>3,108</b>
Embarcacion		50,000	7,000			6,369	2,000	255	892
Motor		30,000	15,000			3,822	-	-	1,911
Arte de pesca		4,500	2,400	3,000		573	1,500	191	306
Red Armada		3,500	1,700			446	1,500	191	217
Puertas		1,000	700			127	-	-	89
<b>Vida Util</b>	<b>Años</b>				<b>Años</b>				
Embarcacion		20	10			20	5	5	10
Motor		10	3			10	0	0	3
Arte de pesca				3					
Red Armada		0.5	0.5			0.5	2.0	2.0	0.5
Puertas		1.0	1.0			1.0	-	-	1.0

**Fuente:** "Entrenamiento en Modelación Bioeconómica para el Manejo de las Pesquerías del Golfo de Honduras", 2001.

# CATALOGO

## “INVERTEBRADOS DE INTERES PARA LA PESCA O ACTIVIDADES DE ACUICULTURA, EN EL ATLÁNTICO GUATEMALTECO”

*Los dibujos fueron escaneados de la Guía de Identificación elaborada por FAO, la cual se titula “Organismos Marinos del Atlántico Central del Oeste”, el cual se conoce como el área pesquera 31. FAO. 1,978. Así mismo, el texto fue extractado del mismo.*

*En el volumen VI se describen las especies de invertebrados con interés en las pesquerías.*

## **INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales problemas en Guatemala, es la falta de información fidedigna y al alcance de los diversos sectores interesados.

El presente catálogo, es un extracto de los invertebrados con mayor interés en las costas del Atlántico guatemalteco, para las actividades de Pesca o Acuicultura, en algunos casos, dichos organismo no tienen valor económico en el medio, por ser escasos o no tienen un nicho de mercado desarrollado.

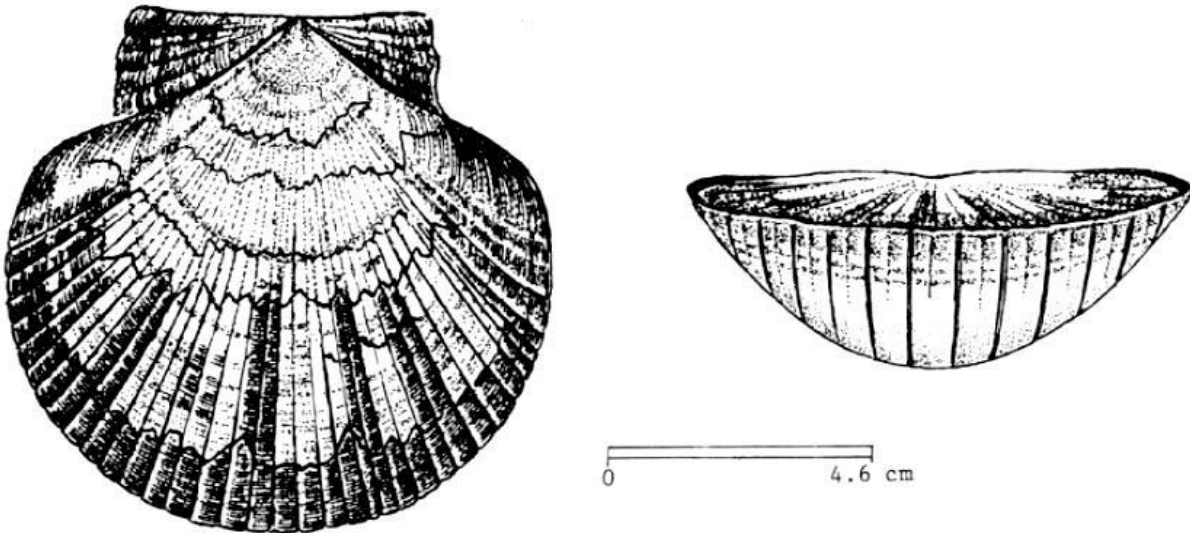
Muchas de las especies antes mencionadas, poseen un lugar en la Acuicultura y Pesca en varios países latinoamericanos, quienes han generado gran cantidad de información respecto a sus necesidades para su cultivo comercial o la explotación de las pesquerías.

El catálogo, muestra organismos que se pueden identificar, en forma sencilla y rápida, además, muchos pobladores no tienen acceso a este tipo de información, ya que la fuente principal de este catálogo, es el volumen VI de la FAO, sobre el ATLÁNTICO CENTRAL DEL OESTE, del cual existirán en Guatemala posiblemente unos 2 a 3 catálogos completos, siendo está una gran restricción para acceder a esta información.

Los organismos aquí presentes, vienen a complementar nuestro informe sobre la sección de pesca en nuestra investigación. Así mismo, aclaramos que no se desarrollo un catálogo de peces óseos, porque el Lic. Antonio Salaverría presenta uno amplio en su trabajo "Cruceros de investigación para la evaluación del recurso camarón del Atlántico guatemalteco durante 1,998-1,999", de CONCYT-CEMA, julio de 1,999. El cual puede ser utilizada como referencia para otros proyectos.

# I. BIVALVOS

**FAMILIA:** Pectinidae  
**GENERO:** *Euvola*  
**ESPECIE:** *ziczac* (Linnaeus, 1,758)



**Características distintivas:**

Posee entre 18 y 20 costillas en la valva superior, la cual es plana y la inferior convexa. La valva superior muestra rayos púrpuras.

**Talla:**

Diámetro máximo: 10.0 cm

Diámetro común: 8.0 cm

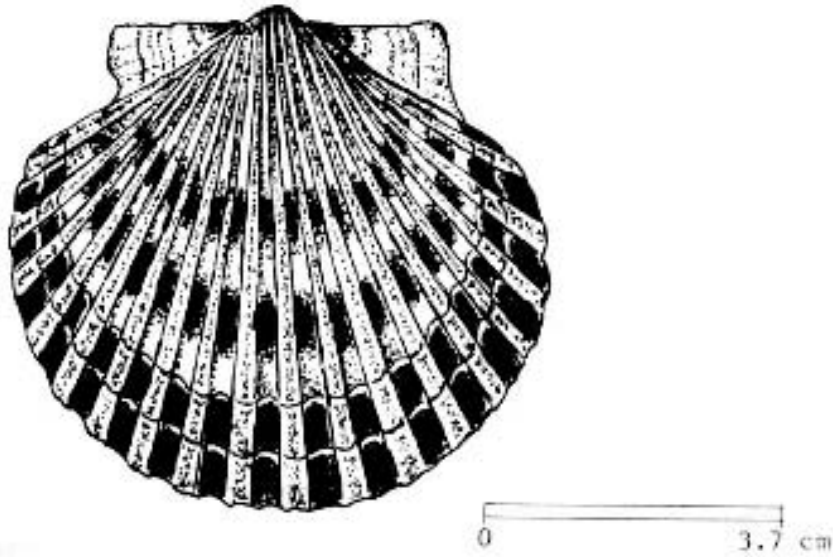
**Hábitat:**

Viven dentro de los fondos arenosos, cerca de la superficie del fondo. Al ser molestadas estas nadan, impulsadas por un chorro de agua. En Venezuela se explota comercialmente y sobre este organismo se ha generado gran cantidad de información científica-practica.

**FAMILIA:** Pectinidae

**GENERO:** *Argopecten*

**ESPECIE:** *irradians* (Lamarck, 1,819)



**Características distintivas:**

Para Centroamérica presenta entre 12 a 17 costillas en su valva superior, usualmente está es menos convexa que la valva inferior.

**Talla:**

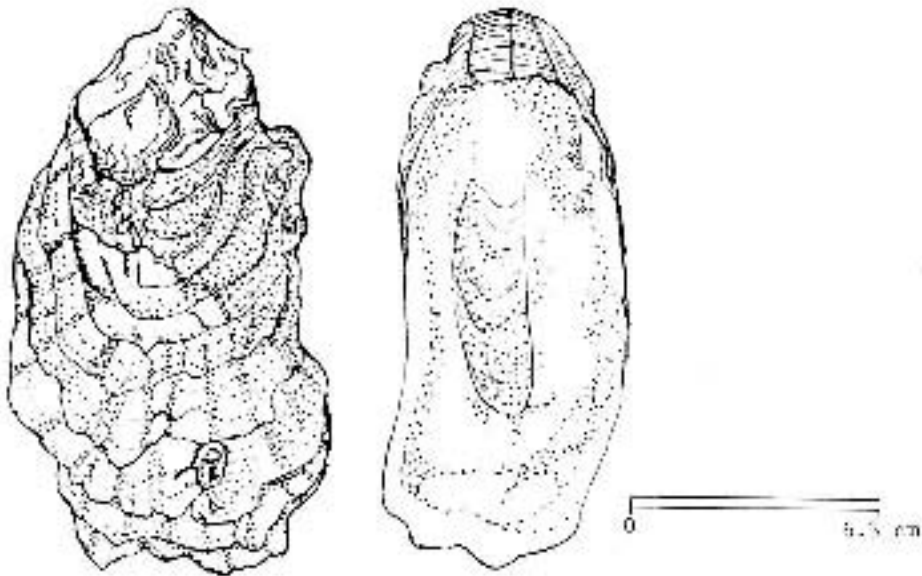
Diámetro máximo: 8.0 cm

Diámetro común: 7.0 cm

**Hábitat:**

Se encuentra normalmente en bahías internas, con aguas tranquilas y lechos de pastos marinos, a profundidades de 1.0 a 2.0 m.

**FAMILIA:** Ostreidae  
**GENERO:** *Crassostrea*  
**ESPECIES:** *rhizophorae* (Guilding, 1,828)



**Características distintivas:**

La *C. rhizophorae* conocida como el Ostión de Mangle, presenta la valva superior aplanada y la inferior cóncava, su concha es muy liviana. Poseen un color grisáceo con rayos púrpuras en el exterior e internamente la cicatriz de músculo es blanquecina.

**Talla:**

Largo máximo: 30.0 cm

Largo común: 15.0 cm

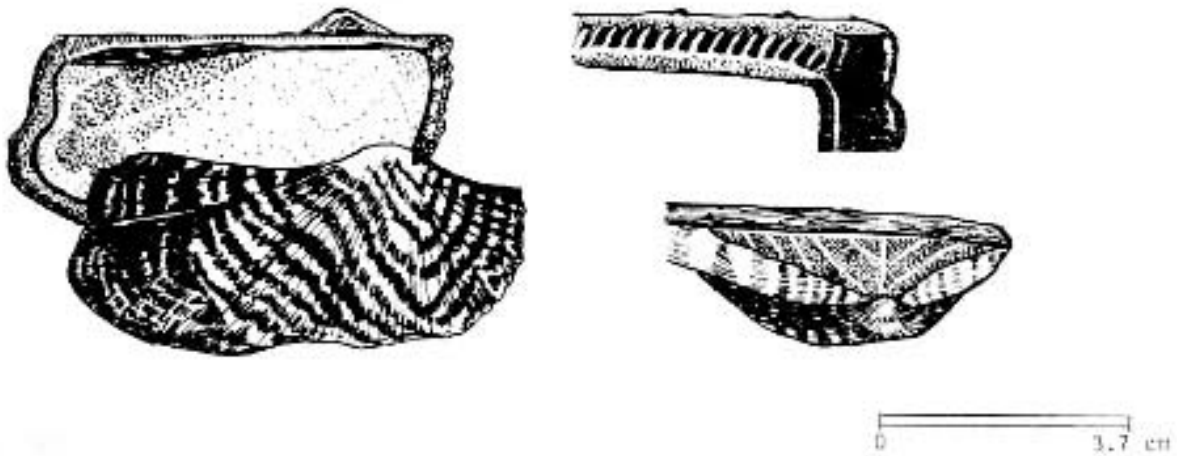
**Hábitat:**

Normalmente se encuentra en las raíces de los árboles de mangle, en bahías estuarinas. Se realizan cultivos comerciales en Cuba, Brasil y Colombia, en forma experimental en Venezuela, Costa Rica y Guatemala.

**FAMILIA:** Pectinadae

**GENERO:** *Arca*

**ESPECIE:** *Zebra*



**Características distintivas**

Concha rectangularmente alargada, con una charnela recta que presiona a numerosos pequeños dientes entre sí. Las Costilla externas son de tamaño irregular; en su parte externa la corteza es de característica áspera.

**Talla:**

Largo máximo: 9.0 cm

Largo común: 7.0 cm

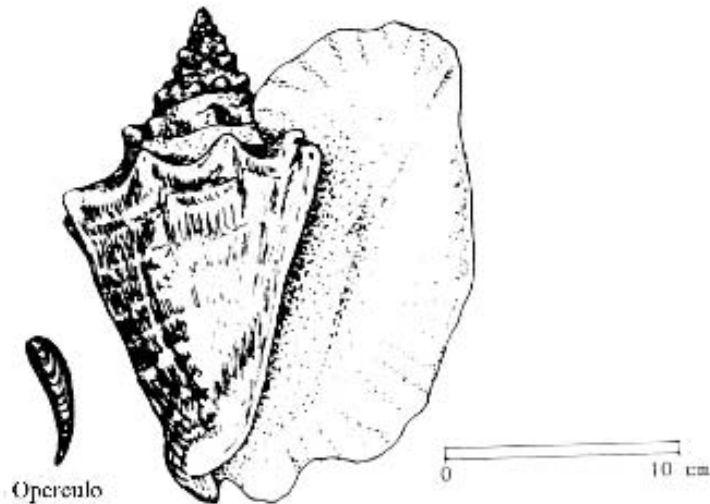
**Hábitat:**

Se encuentra adherida a rocas o pequeñas piedras, desde 1.0 a 20.0 de profundidad. Se colecta en forma manual por los pescadores en área de distribución, según reportes, Venezuela extrajo un promedio anual de 9,000 Tm., en los años setentas.



## **II. GASTERÓPODOS**

**FAMILIA:**        **Strombidae**  
**GENERO:**        *Strombus*  
**ESPECIE:**        *gigas* (Linnaeus, 1,758)



**Características distintivas:**

Concha grande, moderadamente pesada; labio externo grande, con forma de velo, con una muesca en forma de “U” justo encima del corto canal sifonal; la espiro con numerosos protuberancias cortas; periostraco bastante grueso, moteado, amarillento. Opérculo con forma de hoz. El color de la apertura y labio rosado con los bordes amarillos. Raras veces se encuentran albinos.

**Talla:**

Largo máximo:        32.0 cm

Largo común:        24.0 cm

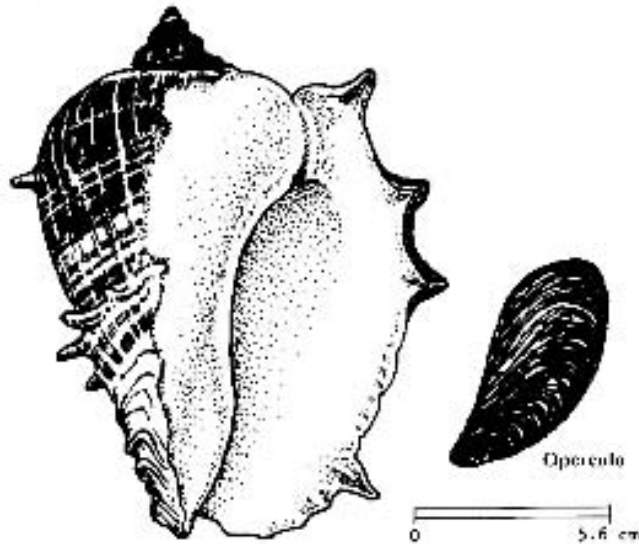
**Hábitat:**

Comúnmente en fondos con pastos marinos y en fondos de arena, entre 1.0 a 30.0 m. Los reproductores necesitan 3 años para alcanzar la madurez y poseen sexos separados.

**FAMILIA:** Melongenidae

**GENERO:** *Melongena*

**ESPECIE:** *melongena*



**Características distintivas:**

Concha grande, ovalada, pesada con abertura grande; el labio externo delgado, pero fuerte; espira pequeña, suturas indentadas; la ultima espira con espinas pequeñas, cortas y sólidas. El opérculo ovalmente alargado, de color café. La concha presenta un color café-púrpura con bandas en espiral estrechas y blanquecinas, la corteza de la apertura es blanca brillante.

**Talla:**

Largo máximo: 16.0 cm

Largo común: 12.0 cm

**Hábitat:**

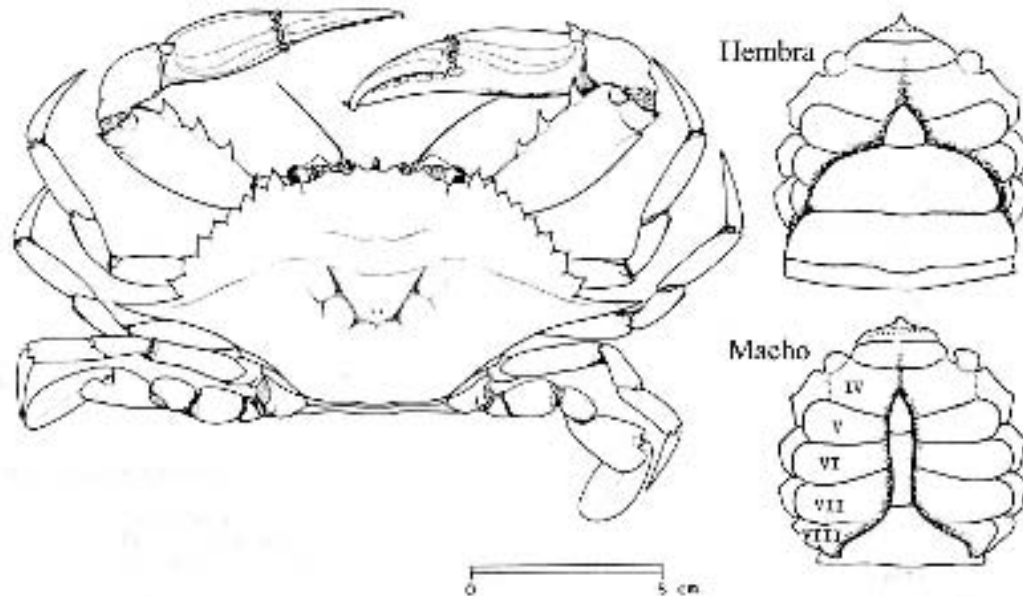
Se encuentra comúnmente en fondo de arena con alto contenido de lodos y sobre rocas bajo la sombra de los manglares donde se alimenta de ostras.

### **III. CANGREJOS**

**FAMILIA:** Portunidae

**GENERO:** *Callinectes*

**ESPECIE:** *sapidus* (Rathbun, 1,896)



**Características distintivas:**

El caparazón es mucho más largo que ancho; 9 dientes en las zonas extraorbitales, incluyendo lateralmente uno fuertemente espinado; entre la zona de los ojos se encuentran dos dientes triangulares. La coloración puede ser grisáceo, azulado o café, el dorso verde. Los dedos de las tenazas color azul en los machos.

**Talla:**

Talla máxima en machos: 21.0 cm

Rango en hembras maduras: 5.5 a 20.0 cm

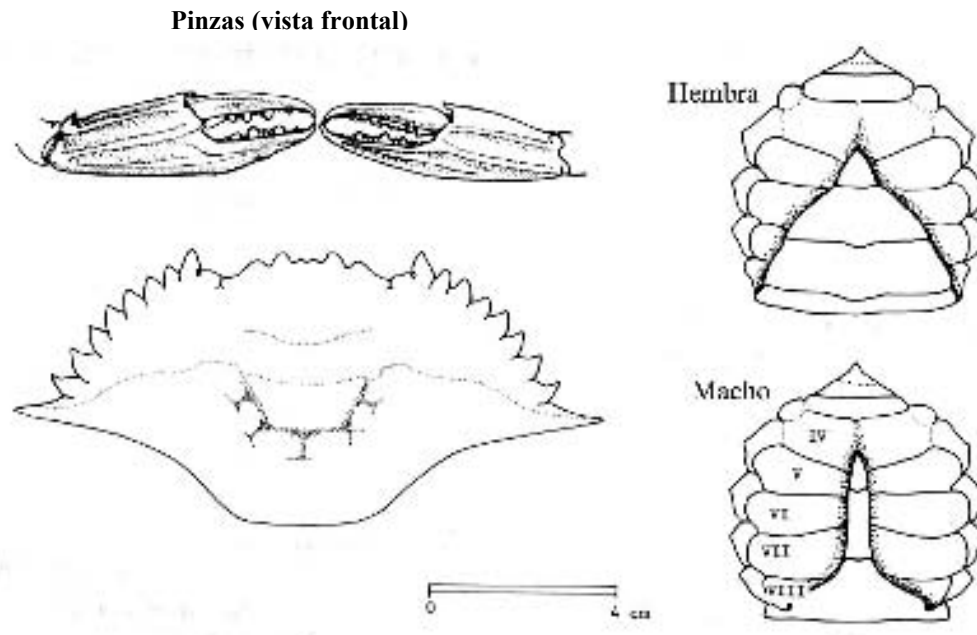
**Hábitat:**

Vive en zonas estuarinas y en aguas litorales de poca profundidad, sobre fondos de fango o arena. Su alimentación es muy variada desde ostras, invertebrados, detritus, plantas y carroña.

**FAMILIA:** Portunidae

**GENERO:** *Callinectes*

**ESPECIE:** *marginatus* (A. Milne Edwards, 1,861)



**Características distintivas:**

Caparazón ligeramente el doble de ancho respecto a su largo; 9 dientes arqueadas en margen anterolateral. Su coloración es moteada de café o café verdoso y azul hasta negro azulado. Los dedos de las tenazas con una coloración oscura inclinada; con la parte dorsal clara.

**Talla:**

Longitud máxima en machos: 14.0 cm

Longitud máxima en hembras maduras: 09.5 cm

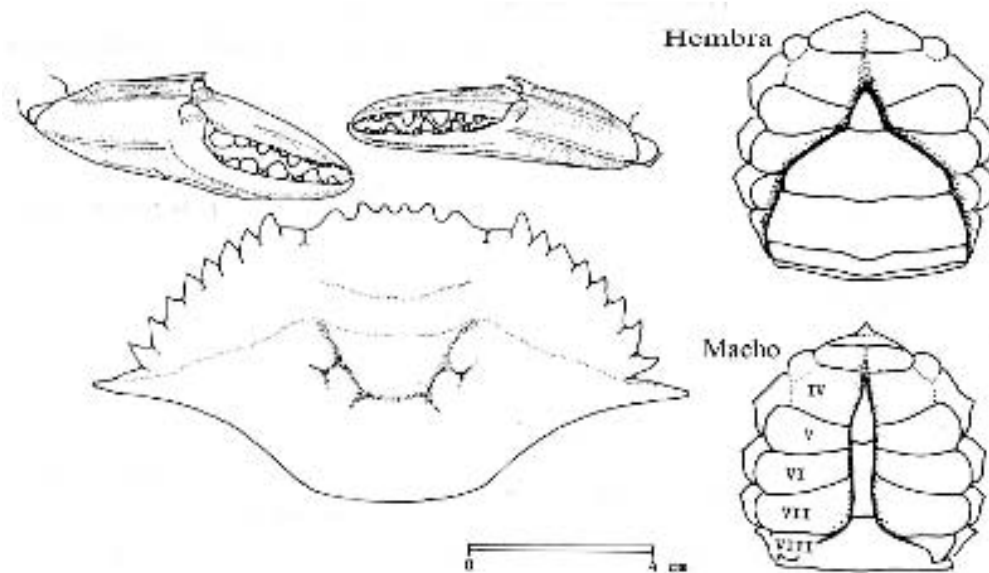
**Hábitat:**

Vive en estuarios y litorales oceánicos bajos, en fondos de lodo o arena, pastos marinos y debajo del manglar, no es abundante.

**FAMILIA:** Portunidae

**GENERO:** *Callinectes*

**ESPECIE:** *bocourti* (A. Milne Edwards, 1,879)



**Características distintivas:**

Caparazón ligeramente el doble de ancho respecto a su largo; 9 dientes arqueadas en margen anterolateral. La coloración varia de verde-olivo (hembras) a rojizo (machos); las tenazas con variantes rojizas.

**Talla:**

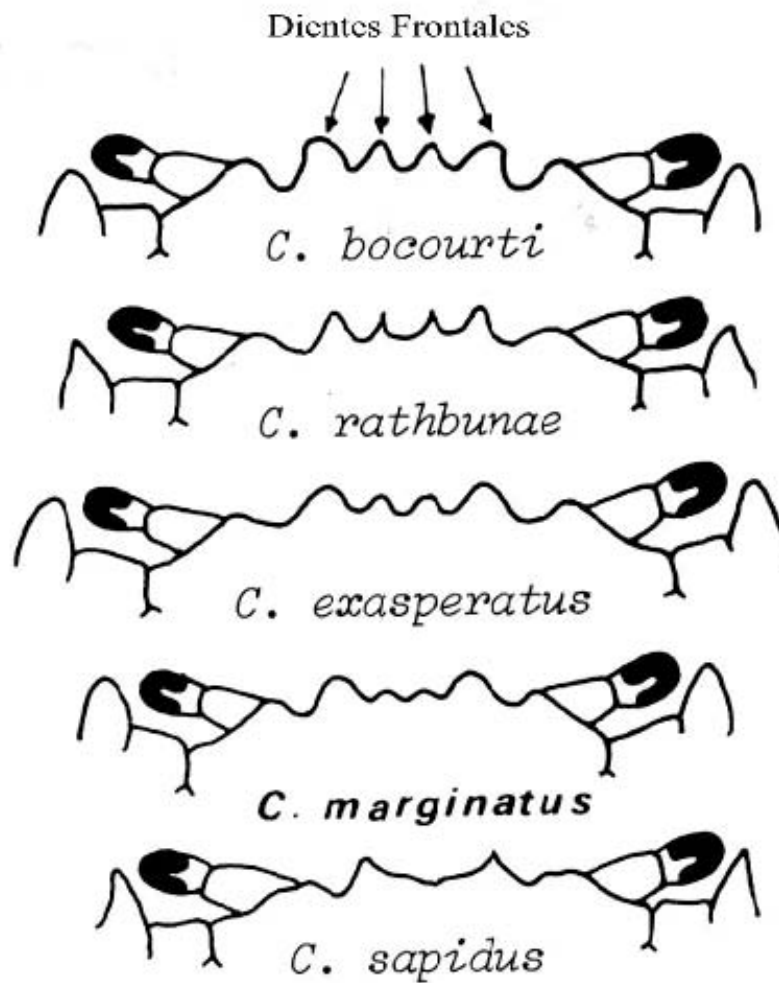
Ancho máximo en machos: 16.0 cm

Ancho máximo en hembras: 15.0 cm

**Hábitat:**

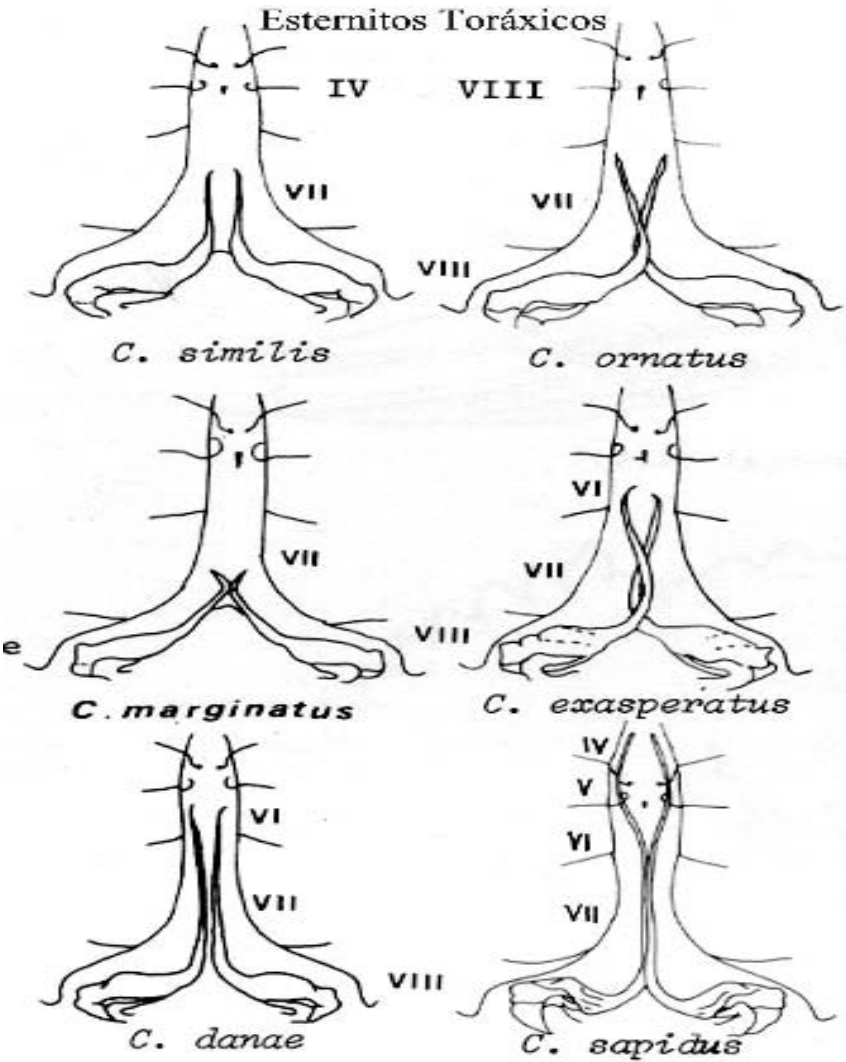
Vive en zonas estuarinas y litorales oceánicos bajos con fondo lodosos, arenosos o fondos rocosos de conchas; es tolerante a las aguas estancadas y ambientes contaminados.

**CLAVE DE IDENTIFICACIÓN DEL GENERO *Callinectes*,  
EN BASE A LA FORMA DE LOS DIENTES FRONTALES.**



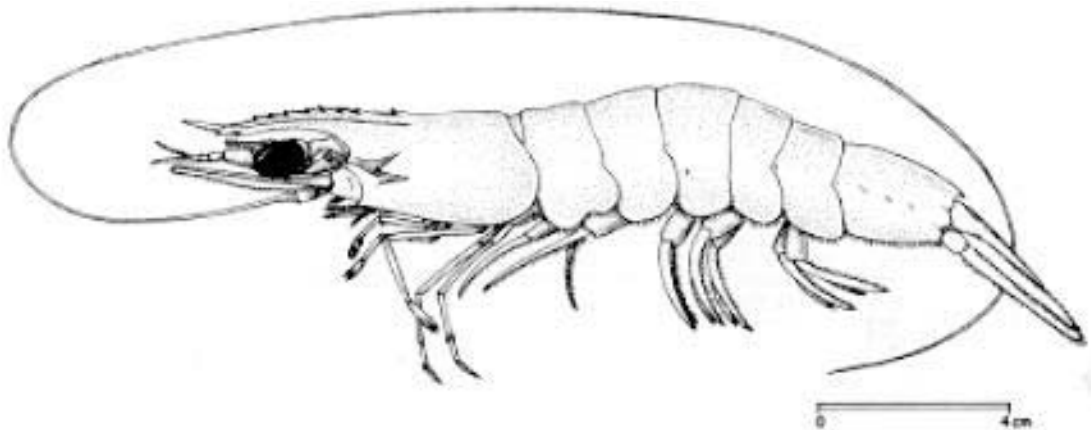


**CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS DE ESPECIES SIMILARES,  
DEL GENERO *Callinectes*, EN BASE A LOS EXTERNITOS  
TORÁXICOS.**



## **IV. CAMARONES**

**FAMILIA:** Penaeidae  
**GENERO:** *Litopenaeus*  
**ESPECIE:** *schmitti* (Burkenroad, 1,936)



**Características distintivas:**

Caparazón moteada. Rostrum armado de entre 7 a 9 dientes en el margen dorsal y dos dientes en la parte ventral. Surco dorsal corto.

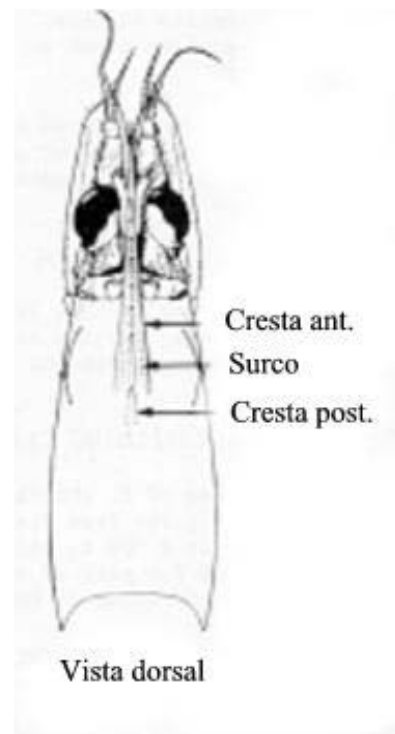
El color es blanco azulado a gris, algunas veces con matices verdosos o amarillentos.

**Talla:**

Largo máximo hembras: 23.5 cm  
Largo máximo machos: 17.5 cm

**Hábitat:**

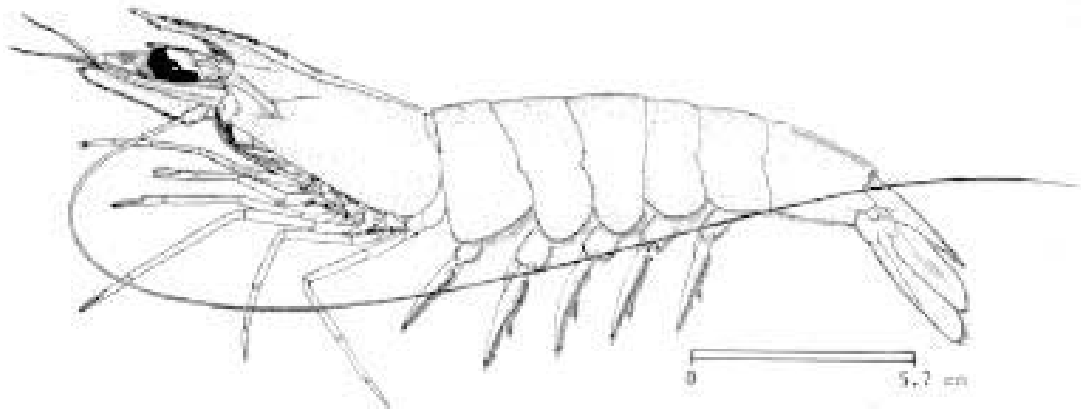
Se encuentra en aguas costeras con profundidades de 47 m, principalmente en fondos con fango o arena fangosa, algunas veces mezclada con fragmentos de conchas.



**FAMILIA:** Penaeidae

**GENERO:** *Litopenaeus*

**ESPECIE:** *notialis* (Pérez-farfante, 1,967)



**Características distintivas:**

Caparazón moteada. Rostrum armado de entre 8 a 9 dientes en el margen dorsal y dos dientes en la parte ventral. La principal diferencia entre las especies de *schmitti* y *notialis*, son que el surco dorsal es mucho más largo que el camarón *schmitti*.

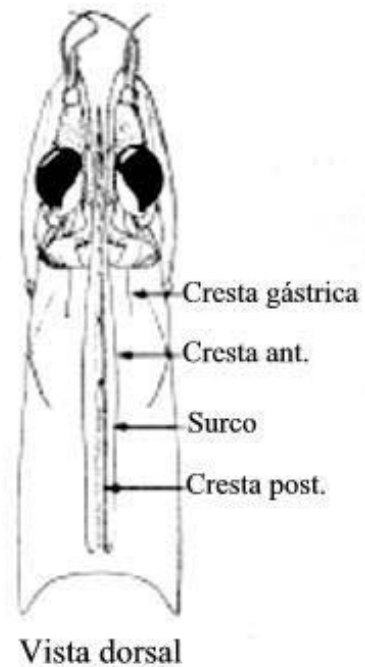
**Talla:**

Largo máximo hembras: 19.2 cm

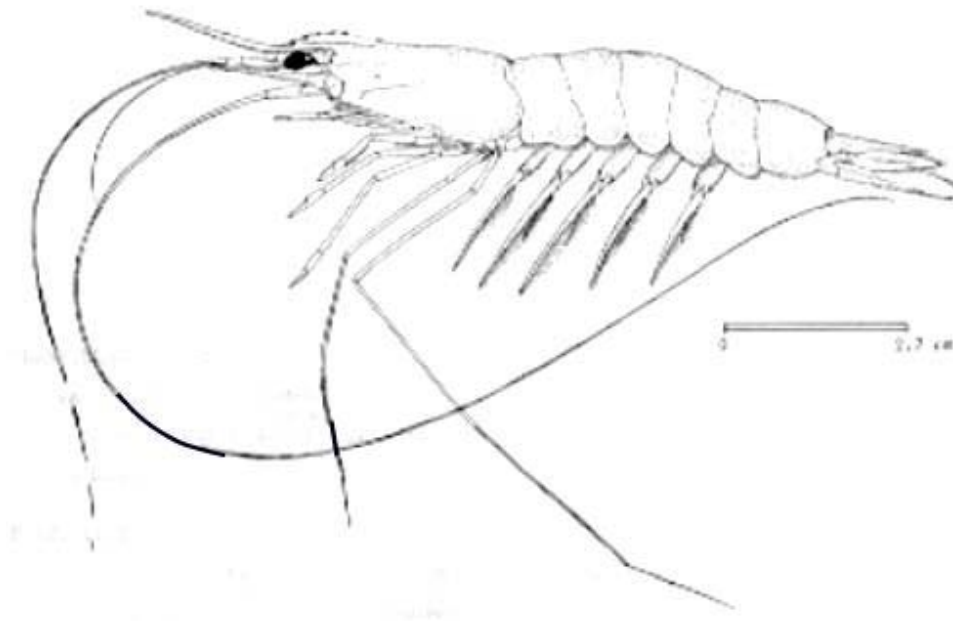
Largo máximo machos: 17.5 cm

**Hábitat:**

Desde línea costera hasta profundidades cerca De 120.0 m; la mayor concentración se encuentra entre los 3.0 y 50.0 m. Su mayor actividad es por la noche, aunque puede encontrarse en el día.



**FAMILIA:** Penaeidae  
**GENERO:** *Xiphopenaeus*  
**ESPECIE:** *kroyeri* (Séller, 1,862)



**Características distintivas:**

Presenta todo el cuerpo moteado. El Rostrum es largo y a veces más largo que el caparazón, con una cresta basal alta, armada comúnmente con 5 dientes dorsales y una punta larga en forma de estilete, hacia arriba y la parte ventral carece de dientes. El color puede ser blanquecino con la parte ventral amarilla o un amarillo más intenso en el vientre; ocasionalmente grisáceo. La punta del rostro y las antenas son rojizas; el telson y los últimos segmentos abdominales a veces rosado.

**Talla:**

Largo máximo en las hembras: 14.0 cm

Largo máximo en los machos: 11.5 cm

**Hábitat:**

Habita las aguas costeras, las mayores concentraciones a menos de 18.0 m.

# **V. LANGOSTAS**

**FAMILIA:** Palinuridae  
**GENERO:** *Panulirus*  
**ESPECIE:** *argus* (Latreille, 1,804)



**Características distintivas:**

Caparazón redondeada dorsalmente, cubierta con numerosas espinas y nódulos de varios tamaños incluyendo unos largos y filosos cuernos frontales. El color es variable: la cola presenta 4 manchas conspicuas redondas en el segundo y último segmento abdominal.

**Talla:**

Largo máximo: 45.0 cm

Largo común: 28.0 cm

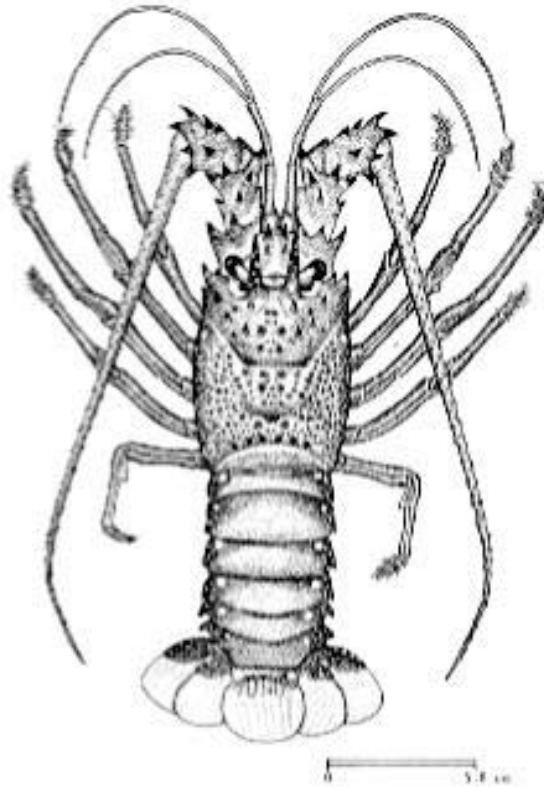
**Hábitat:**

Se encuentra en aguas poco profundas y en lugares que pueda ocultarse.

**FAMILIA:** Palinuridae

**GENERO:** *Panulirus*

**ESPECIE:** *laevicauda* (Latreille, 1,817)



**Características distintivas:**

Caparazón redondeada dorsalmente, cubierta con numerosas espinas y nódulos de varios tamaños incluyendo unos largos y filosos cuernos frontales. El color es similar a la *P. argus*, pero cada segmento presenta una pequeña mancha y no poseen ranuras.

**Talla:**

Largo máximo: 31.0 cm

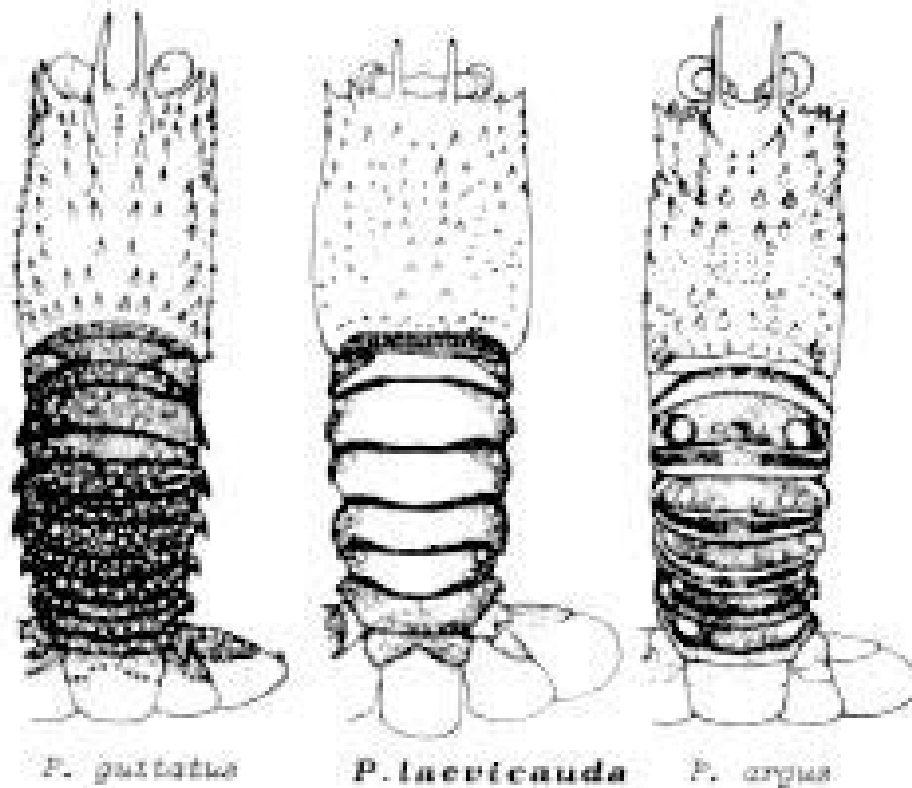
Largo común: 20.0 cm

**Hábitat:**

Se encuentra en aguas poco profundas y en lugares que pueda ocultarse.



## CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS ENTRE LAS DOS ESPECIES, DE LANGOSTAS DEL ATLÁNTICO GUATEMALTECO (*P. argus* y *P. laevicauda*).



### Características distintivas:

Se puede observar que los organismos son bastante similares morfológicamente, la talla es una característica que ofrece una diferencia, pero solo para animales adultos. Aquí se puede observar que la *P. argus* presenta cuatro machas bien definidas en el segundo y último segmento de la porción abdominal, mientras la *P. laevicauda* presente manchas más pequeñas y en todos los segmentos. Además, *P. argus* presenta ranuras en los segmentos, mientras el otro organismo carece de los mismos.

## **COMPONENTE DE OCEANOGRAFIA**

### **INTRODUCCION**

La zona del Atlántico Guatemalteco, especialmente el Mar Caribe ha sido poco estudiado, por lo que necesitamos conocer lo que tenemos y como se comporta para recomendar su uso racional y sostenible.

En esta investigación realizamos siete cruceros, con varios objetivos entre los cuales se encuentra la oceanografía, la cual a través de diversas técnicas y equipo especializado analiza el comportamiento de las aguas dentro de un sistema.

Los resultados obtenidos nos muestran que la Bahía de Amatique es un Estero de Cuña Marina, con un gran intercambio de agua con relación al frente marino, que las mareas introducen dos veces al día, lo que provoca que las aguas del sistema se encuentran bajo muy buenas condiciones.

El comportamiento de los parámetros fue normal, y se identifican los llamados remolinos, que se presentan en este tipo de esteros, los cuales se forman al chocar las corrientes de agua dulce, contra el frente marino.

Es importante mencionar que se tiene un mapa totalmente digitalizado de la zona de estudio, sobre el cual se pueden desarrollar investigaciones y al final aplicar un análisis espacial, por medio de algún sistema SIG.

Así mismo, se posee una amplia base datos sobre el comportamiento de la Bahía de Amatique, la que puede ser utilizada para futuras investigaciones y servir de base para nuevos trabajos oceanográficos.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General

- Elaborar un mapa digitalizado de la Bahía de Amatique, sobre el cual se desarrollarán los análisis espaciales de los parámetros oceanográficos.

### Objetivos Específicos

- Generar una base de datos de los parámetros físico-químicos de la zona, en base a siete cruceros oceanográficos.
- Digitalizar 4 mapas 1:50,000 de la Bahía de Amatique y obtener un mapa base.
- Conocer el comportamiento de las aguas dentro de la bahía, para su manejo en general.
- Generar una línea de mapas con análisis espacial, sobre el comportamiento de los parámetros del año 2,000.

## **METODOS Y MATERIALES**

De la zona del Caribe guatemalteco se tienen actualmente, muy pocas investigaciones de alto perfil, sobre las cuales, se puedan desarrollar proyectos de desarrollo sostenible, turísticos o de otra índole; los cuales, posean bases sólidas sobre el medio ambiente acuático de la zona (ver figura 1).

Para trabajar con Sistemas de Información Geográficos (SIG), es imperativo que primero se tenga el área de investigación en un formato digital. Los sistemas SIG, tienen una tradición de más de 30 años. En 1,962, en Canadá se diseña el primer Sistema de Información Geográfico, destinado en ese tiempo al mantenimiento de un inventario de recursos naturales a escala nacional (Saborio, 1,997).

### **Diseño de una base datos:**

El desarrollo de cualquier tipo de Base de Datos (BD), comprende tres etapas típicas (INEGI, 1,993):

- El diseño conceptual, en el cual se identifican tanto los requerimientos de información, como los datos disponibles en cada una de las áreas de la institución, generando el modelo conceptual y las descripciones de los datos producidos de una área en particular, conforma el Diccionario de Datos del área o tema.
- La segunda etapa se denomina diseño lógico, y consiste en la integración de los modelos particulares en un modelo global de información. Este modelo global se analiza con el fin de eliminar redundancias, y se realiza una optimización general, para construir el esquema formal (modelo lógico) de la BD, que define su estructura en un lenguaje establecido.
- La última etapa, denominada implementación físico, consiste en la creación de la representación computacional (diseño y creación de registros, archivos, métodos de

acceso, restricciones de seguridad y otros) de la BD. Es hasta esta etapa en que la BD se materializa en un equipo de computación.

Los Sistemas de Información Geográfico (SIG) son herramientas desarrolladas para el manejo de información y datos espacialmente referenciados. Normalmente, integran funciones de administración de bases de datos, con instrumentos analíticos y técnicas para el análisis geográfico. Dada su importancia en otras áreas de manejo de recursos naturales, se puede anticipar que los SIG llegarán a ser herramientas naturales para asistir la planificación y a la toma de decisiones en los ambientes marino-costeros (Saborio, 1,997).

Un SIG es un sistema de información asistido por el computador para la entrada, manipulación y despliegue de datos espaciales. El objetivo de estos sistemas es el tener:

1. Ubicación espacial del problema de estudio.
2. Un sistema normal de recolección de datos.
3. Información organizada.
4. Información actualizada.
5. Información instantánea.
6. Representación grafica del problema.
7. Permitir modelos complejos.

El SIG es un instrumento para crear y actualizar mapas, constituyéndose en una tecnología para combinar e interpretar mapas y en una revolución informática en la estructura, contenido y uso del mapa (ver figura 2).

El sistema SIG es un conjunto de programas de computadora que integran diferentes funciones. Desde la captura de datos, en particular de mapas espaciales con información coherente, cargar y almacenar datos de mapas internamente referenciados geográficamente, para uso posterior de los mismos, analizar y modelar (manipular,

sobreponer, medir, calcular y recuperar) los datos espaciales hasta obtener resultados, despliegue de nuevos mapas o resultados en forma tabular (Saborio, 1,997).

#### Área geográfica de Investigación:

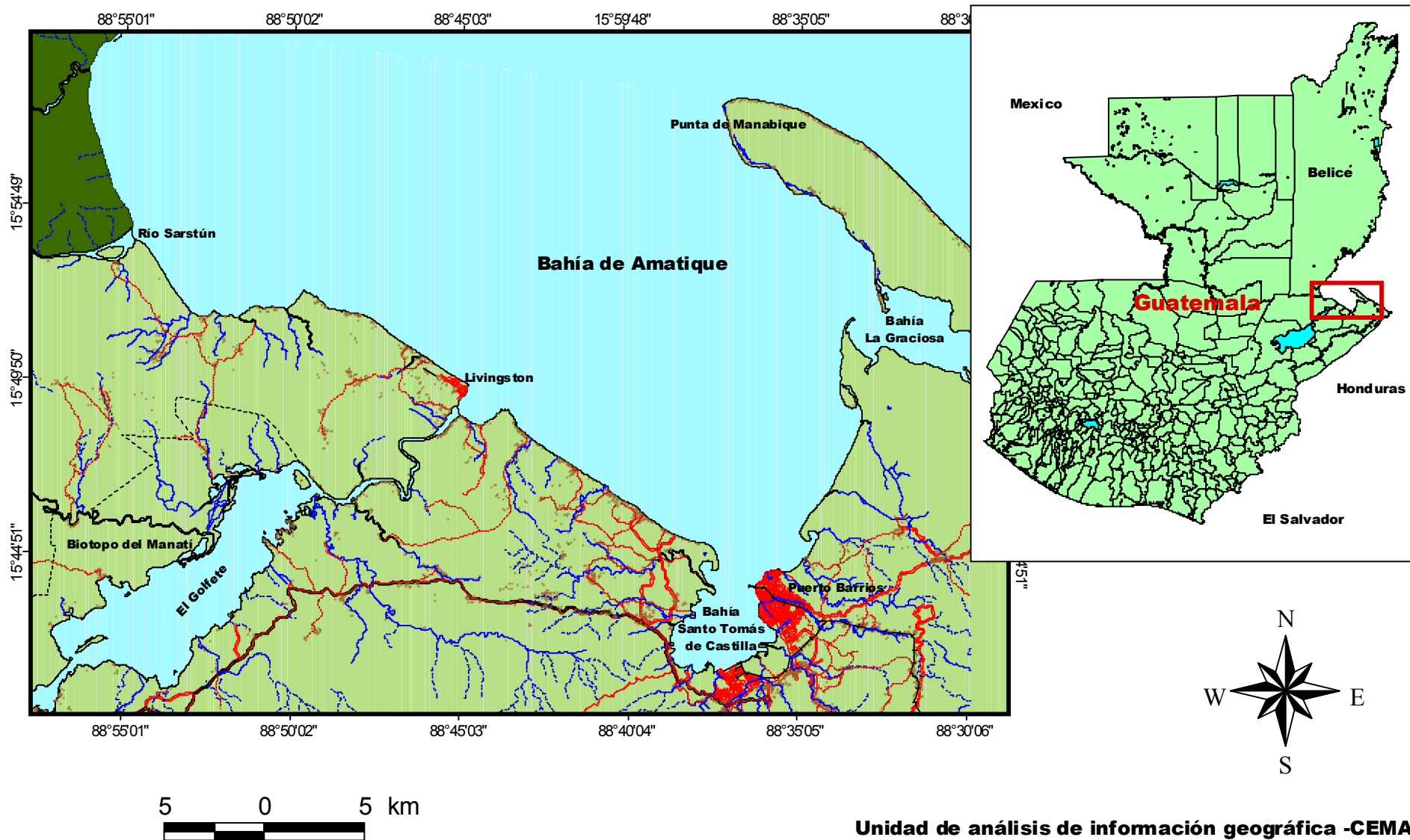
Guatemala posee costas en los océanos Atlántico y Pacífico, pero carece de los conocimientos sobre que sucede dentro de sus mares y quienes habitan dentro de ellos, tenemos 200 millas náuticas como patrimonio, las cuales hay que conocer y manejar.

La Bahía de Amatique forma parte importante del departamento de Izabal, él cual es el segundo en extensión territorial, con 9,038 km<sup>2</sup> de superficie. En este sistema acuático se desarrollo la investigación oceanográfica (ver figura 1).

En la figura 1 observamos un mapa de Guatemala, sobre el cual se identifica la zona en estudio. Esta área es principalmente de pescadores y en menor nivel el turismo es un ingreso importante. El CEMA y la DIGI, tienen prioridad para desarrollar investigaciones de alto nivel, que permitan el uso sostenible de esta importante costa guatemalteca.

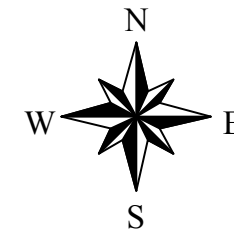
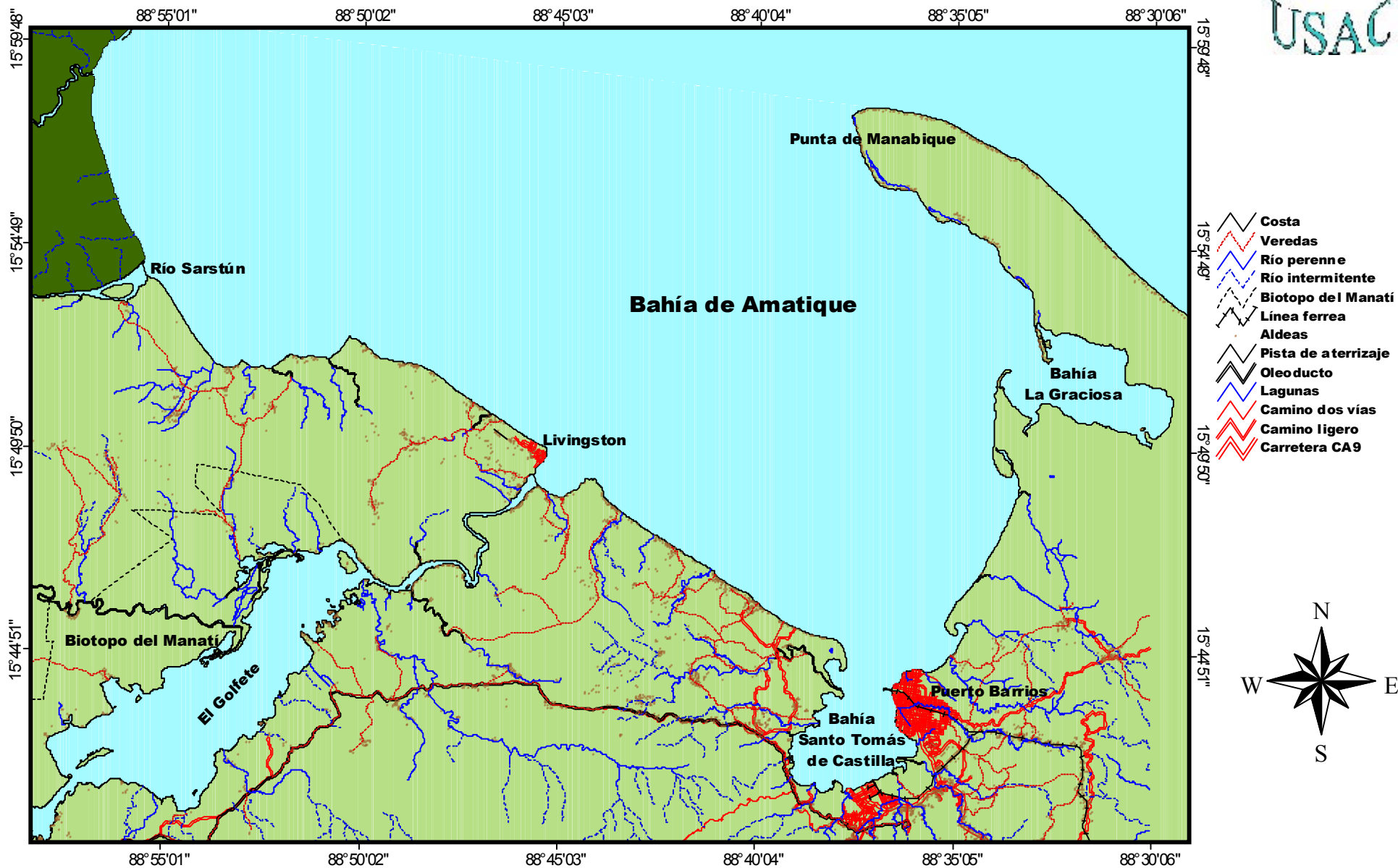


**Fig. 1: Ubicación del área de estudio**



Unidad de análisis de información geográfica -CEMA-  
E-mail : [mapcema@excite.com](mailto:mapcema@excite.com)

**Fig. 2: Mapa base**





## **DIGITALIZACIÓN**

Para la digitalización se adquirieron los 4 mapas 1:50,000 que conforman la Bahía de Amatique, siendo de las hojas: Río Sarstún, Livingston, Puerto Barrios y Punta de Manabique, se compraron en dos versiones al Instituto Geográfico Nacional (IGN), en un Disco Compacto (CD) como mapas en formato Raster para su digitalización y 4 hojas cartográficas en papel.

Los cuatro mapas Raster se leyeron en el paquete computacional Microstation 95, donde se colocó sobre la base de las coordenadas correspondientes al área geográfica 16 y con estos mapas se formó el polígono base, sobre el cual se desarrollaría la digitalización.

La digitalización consiste en que sobre el mapa Raster de Bahía de Amatique, se hacen primero toda la línea de costa, por medio del cursor y esto conforma la primera capa del mapa base, ya que con esta delimitamos la tierra de los sistemas acuáticos. Seguidamente, se hace una capa para cada accidente geográfico de interés para lograr el mapa, más o menos completo: los siguientes son algunos datos geográficos en un mapa base: línea de costa, carretera, camino de dos vías, camino ligero, veredas, ríos perennes, ríos intermitentes, lagunas, cayos, poblados, aldeas, pista de aterrizaje, curvas a nivel cada 20 ó 40 metros, línea férrea, tipos de vegetación y otros que sean interesantes para la investigación.

Todas las capas o niveles mencionadas anteriormente, se pueden hacer visibles dentro del mapa o solo las que se necesiten para un análisis espacial. Dentro de esta investigación los análisis son sobre la base de parámetros oceanográficos, del Sistema Bahía de Amatique, pero se incluyeron accidentes geográficos con el fin de tener un Mapa Base para usos múltiples dentro de la Unidad de Análisis de Información Geográfica del CEMA.

Para realizar la digitalización se adquirió una Estación de Trabajo Computacional, 128 MRAM, dos procesadores de 533 MHZ PIII, Disco Duro de 13.6 GB, 16 MB en video.

En esta estación se realizó también el trabajo de análisis espacial, con el Arc-View 3.2 y MapInfo 5.0. Asimismo, se utilizaron otros programas auxiliares.

#### Toma de muestras en campo:

La base de operaciones se ubicó en Livingston, ya que aquí se encuentra la mayor densidad de pescadores y es un punto intermedio para desplazarse dentro de la Bahía de Amatique.

Los muestreos se realizaron en una lancha tipo Tiburonera de 20 pies de eslora, desplazada por uno de dos motores marinos fuera de borda 25 ó 40 HP. El sistema de navegación y fijación de los puntos de muestreo, se realizó con un GPS (Posicionador Global por Satélite). Cada Punto de muestreo se mantuvo durante los 7 cruceros, por medio de la información satelital y así tener una constante de los parámetros físicos y químicos en el mismo punto, cada uno dentro de la bahía.

En cada uno de los cuarenta y cuatro puntos de muestreo realizados por crucero, se tomaron los siguientes parámetros: Oxígeno Disuelto (%), pH, Turbidez (NTU), Temperatura (°C), y Salinidad (ppt). En cada punto de muestreo se tomaron los parámetros de superficie y fondo, utilizando una Sonda Oceanográfica, calibrada en cada crucero. Con el Disco de Secchi (m), se realizó una sola observación desde superficie.

Toda la información de satélite, hora de muestreo, parámetros y otros, se registró en una bitácora de campo, la cual se trasladó a la unidad de mapeo para su análisis.

#### Trabajo de gabinete:

De regreso, en la capital, se procedió a ingresar la información de la bitácora en una base de datos, la cual pueda ser reconocida por el programa de análisis espacial y dar los resultados del crucero en cuestión.

### Puntos de muestreo:

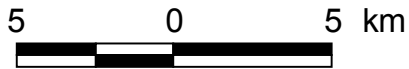
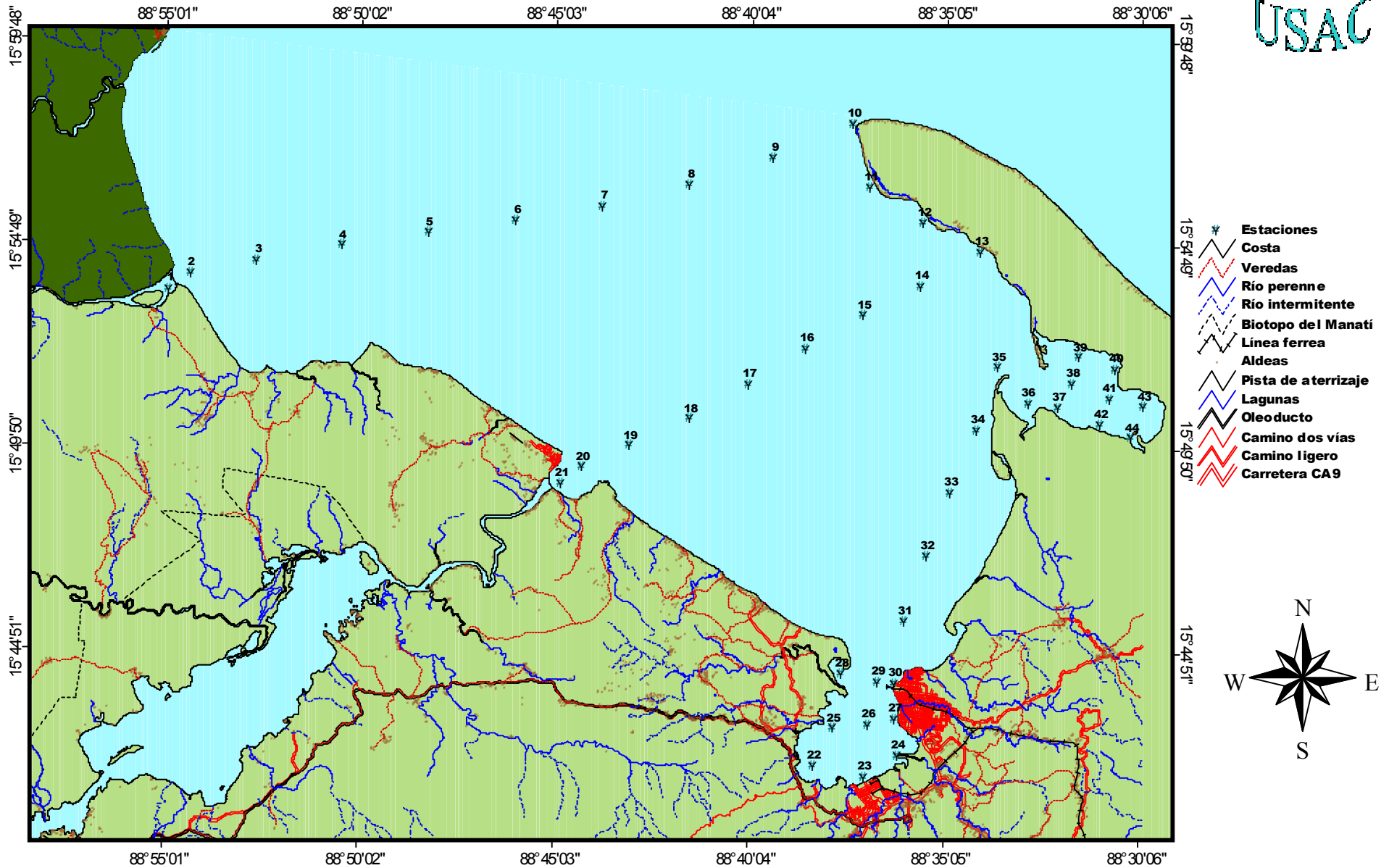
La investigación se desarrollo principalmente en cuatro áreas bien definidas dentro de la Bahía de Amatique (ver figura 3); siendo el transecto uno, el cual se extiende desde la desembocadura del Río Sarstún hacia el extremo de Punta de Manabique, descendiendo hacia el Sureste, hasta la mitad de la península. En la figura 3 se tiene este transecto con los números del 01 al 12.

El transecto dos se llevo a cabo desde la sección media de Punta de Manabique a la desembocadura del Río Dulce, buscando el efecto que provoca este sistema de agua dulce sobre la bahía. Además, los análisis espaciales integran el efecto de dos grandes ríos, sobre el comportamiento de los parámetros dentro del área en estudio. En la figura 3 se distingue el transecto con los números del 13 al 21.

El tercer transecto se especializa en conocer el comportamiento de los parámetros físicos y químicos dentro de la Bahía de Santo Tomas de Castilla y Puerto Barrios. El comportamiento de este sistema se ve afectado principalmente por la presencia de dos puertos comerciales y posiblemente por una dinámica menos activa de las corrientes, del agua dentro de esta bahía. En la figura 3 se aprecia este transecto con los números del 22 al 35.

El cuarto transecto toma importancia por ser dentro de Bahía la Graciosa, el cual es un sistema con un mínimo de perturbación por influencias humanas y sus fondos son ricos en pastos marinos, algunos autores mencionan que es un lugar importante para la crianza de organismos acuáticos. En la figura 3 se observa este transecto con los números del 36 al 44.

**Fig. 3: Estaciones oceanográficas**



**Unidad de análisis de información geográfica -CEMA-**  
**E-mail : [mapcema@excite.com](mailto:mapcema@excite.com)**

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### Transparencia (Disco de Secchi):

La transparencia es una medida relativa de la claridad de un sistema de agua, la cual esta estrechamente relacionada con los sólidos en suspensión dentro de la columna de agua, así como la cantidad de microalgas presentes en un mililitro de agua, lo cual puede tomarse como un parámetro indirecto de la productividad de un sistema acuático controlado.

Las mediciones de transparencia se ven afectadas por una serie de factores, tales como: la hora del día, la agitación del mar, la calidad visual del parametrísta y otros. Este valor esta correlacionado con las lluvias y la turbidez.

### Transparencia Máxima:

En la figura 4 se observa la transparencia máxima en un momento dado durante el año 2,000, la cual fue de 14.0 metros, pero obtuvimos un dato mayor de 16.3 metros en el mes de octubre, ya que 3 días antes paso el huracán Keith, el cual tuvo efectos en la remoción de sólidos en suspensión y estando este dentro de la época de invierno, no lo tomamos como representativo.

Normalmente, la medida máxima se registra en el extremo de Punta de Manabique, por donde entra el frente marino a la Bahía de Amatique y normalmente las aguas marinas del Mar Caribe tienen una productividad relativamente baja, lo cual permite tener una mayor visibilidad.

### Transparencia Mínima:

En la figura 5 observamos que la transparencia mínima fue de 3.9 metros, la cual se redujo considerablemente, ya que se presento en julio, luego de fuertes lluvias y a principios del mismo, provocando un gran desplazamiento de sedimentos hacia los ríos

secundarios o primarios y finalmente al sistema Bahía de Amatique, aumentando también el volumen de agua en dicho sistema.

En la figura 5 se observa que la menor transparencia dentro del sistema, siempre se mantiene en el extremo de Punta de Manabique y es importante mencionar que este parámetro está directamente correlacionado con las desembocaduras de los ríos y las poblaciones, de donde proviene la cantidad de sólidos en suspensión.

#### Transparencia Promedio:

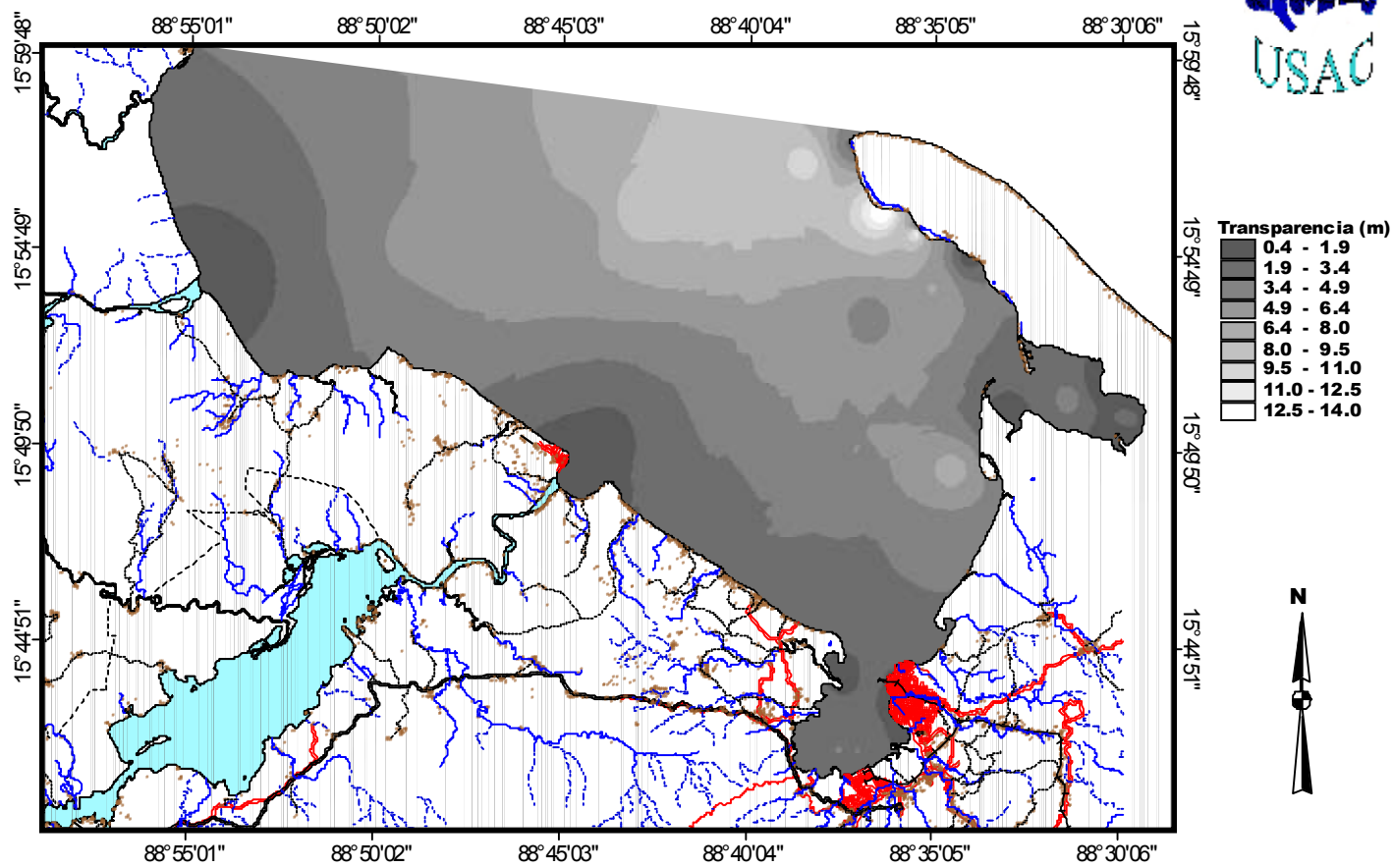
En la figura 6, se observa el comportamiento de la transparencia a través del año 2,000, donde tenemos un límite inferior de 0.8 a 1.8 metros y un superior de 9.0 a 10.0 metros, como siempre se manifiesta la mayor visibilidad en el extremo de Punta de Manabique, por donde penetra el frente marino, que resulta de la Corriente del Golfo.

Este promedio se basa en los 7 cruceros realizados entre marzo y diciembre del 2,000, el cual muestra un comportamiento sumamente homogéneo, donde los valores menores se concentran en las desembocaduras de los ríos y áreas pobladas. Se reconoce perfectamente la mezcla del frente marino con las aguas dulces cargadas de sedimentos.

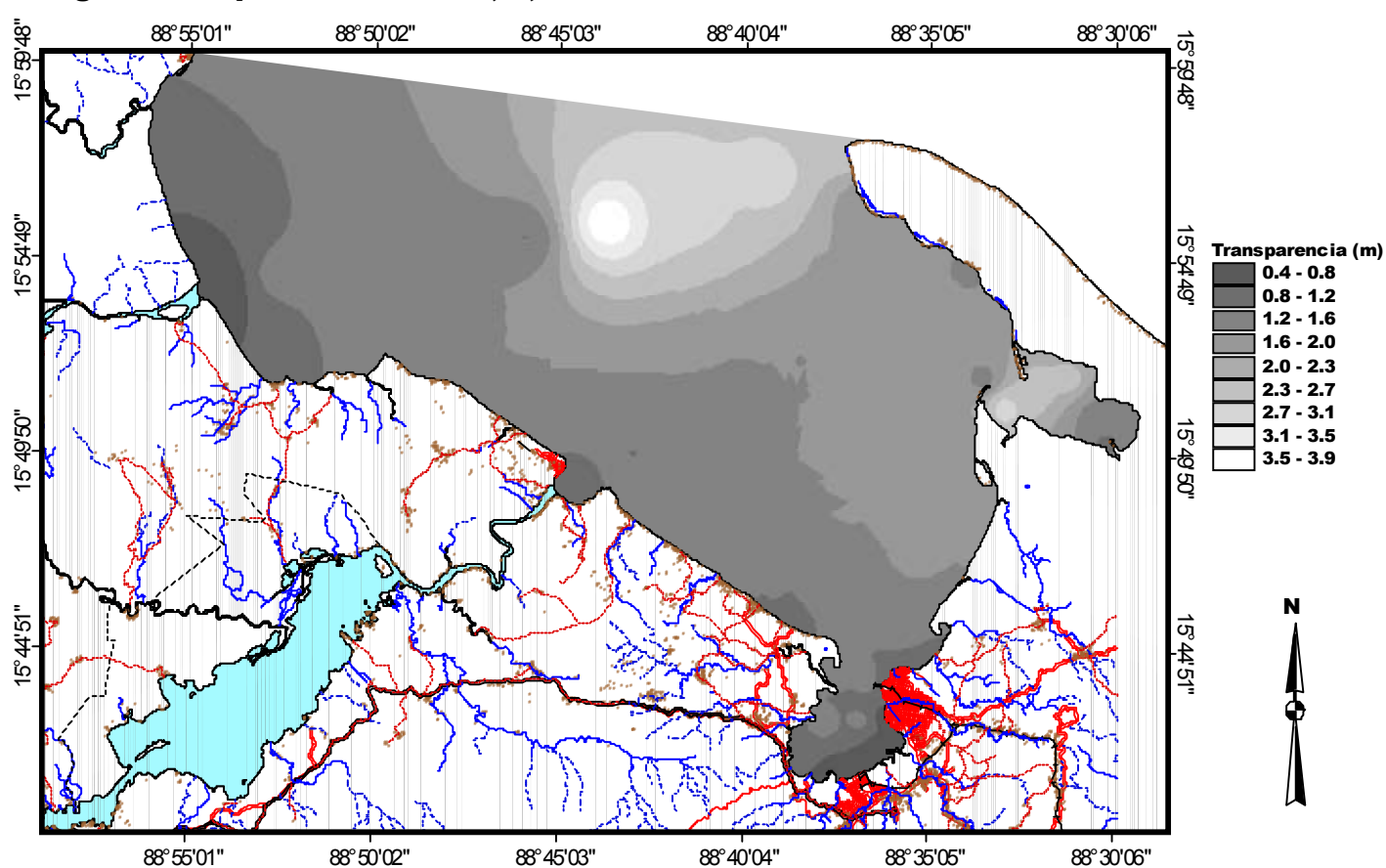
Se observa una estratificación vertical, ya que el Disco de Secchi permite analizar verticalmente la visibilidad del agua. Este proceso es normal en los sistemas estuarinos, donde se forman remolinos y mezclas de agua dulce y la cuña marina.



**Fig. 4: Transparencia máxima, 2,000**

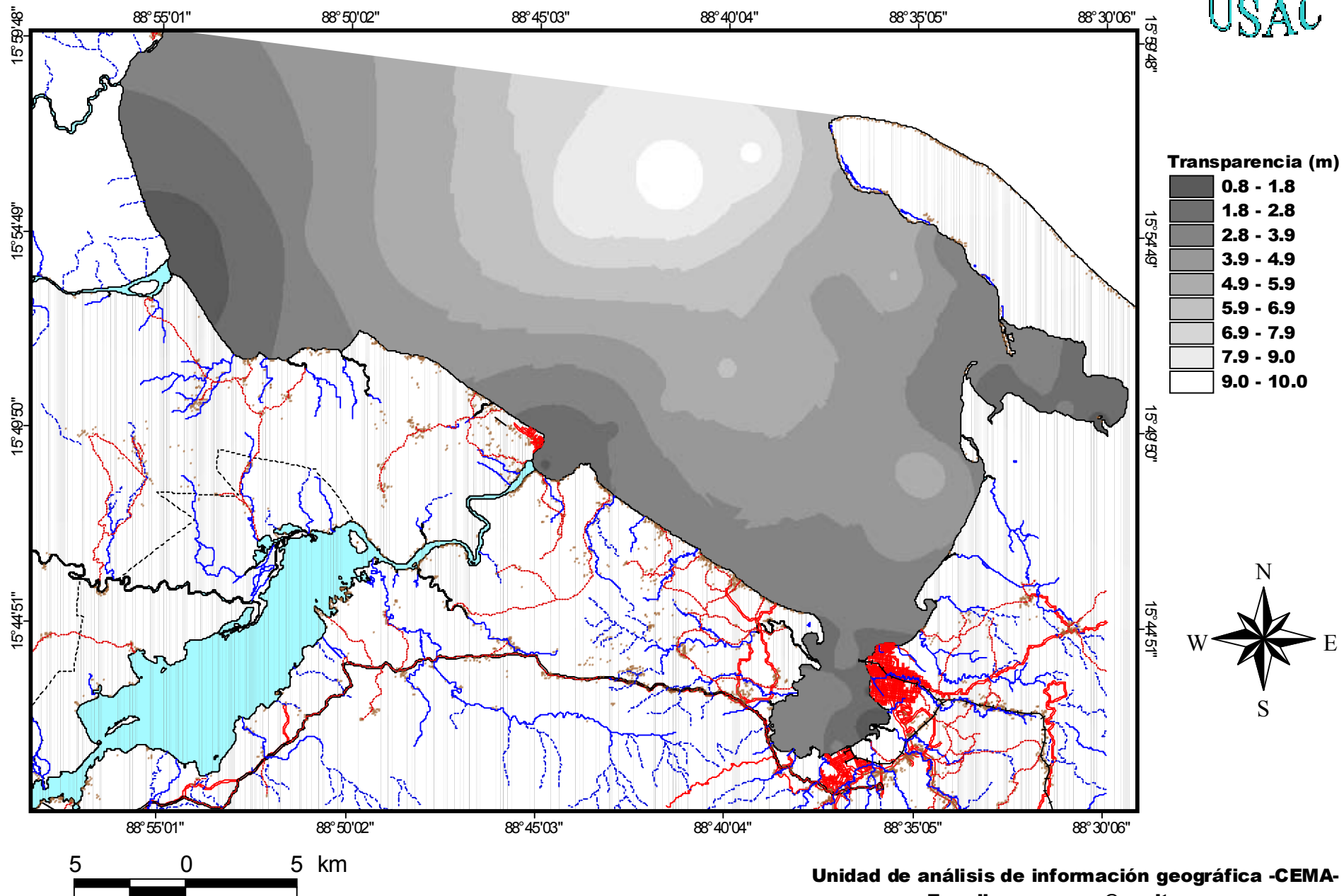


**Fig. 5: Transparencia mínima, 2,000**





**Fig. 6: Transparencia promedio, 2,000**





## El SALINIDAD (ppt.)

agua de mar contiene normalmente un 3.5% de sales, gases disueltos, sustancias orgánicas y materiales particulados no disueltos. La presencia de estos productos tiene influencia sobre algunas propiedades del agua de mar (densidad, punto de congelamiento, la temperatura para una máxima densidad), pero no es tan determinante. Algunas propiedades (viscosidad y absorción de la luz) no son significativamente afectados por la salinidad. Dos propiedades están determinadas por la cantidad de sal en el océano, son la conductividad y la presión osmótica (Tomczak, 1,996).

La salinidad es la cantidad de gramos de sales (especialmente Cloruros) disueltos en un gramo de agua marina, cuando se habla de 36 ppt., significa que tenemos 36 gramos de sales por litro de agua.

Una definición clásica de estuario es usada por la Organización para la Cultura, las Ciencias y la Educación de la Naciones Unidas (UNESCO) y reproducida en este texto es:

*“Es un cuerpo costero de agua semi-cerrado, que tiene una conexión libre con el mar abierto y dentro de él, el agua de mar es considerablemente diluida con agua dulce derivada de los afluentes de agua dulce de la región.”*

Esta definición trabaja bien para estuarios en zonas templadas, donde los estuarios están conectados con la desembocadura de un río, pero no incluye cuerpos de agua con salinidades anormalmente altas, como el caso de lagunas o rías las cuales están conectadas ocasionalmente con el mar, Tomczak (1,996), redacta esta definición:

*“Un estuario, es un cuerpo de agua costero semi-cerrado, que tiene conexión con mar abierto, por lo menos intermitentemente, y dentro de él la salinidad es significativamente diferente de la salinidad adyacente en mar abierto.”*

Los estuarios se pueden agrupar en distintas clases, de acuerdo a las propiedades en la circulación del agua y asociado al estado de la distribución continua de la salinidad, en:

1. Estuarios con cuña marina.
2. Estuarios altamente estratificados.
3. Estuarios levemente estratificados.
4. Estuarios verticalmente mezclados.
5. Estuarios inversos.
6. Estuarios intermitentes.

El balance de fuerzas establece un estado de equilibrio, en los primeros cuatro tipos, debido a la afluencia de agua dulce de los ríos y la introducción de agua marina a través de una mezcla turbulenta. La mezcla es llevada a cabo por las corrientes provocadas por las mareas.

La Bahía de Amatique presenta un estuario del tipo numero uno, donde se reconoce perfectamente una cuña marina. Tomczak (1,996), dice que el agua dulce fluye sobre el agua de mar en una delgada capa. Toda la mezcla esta restringida a esa delgada capa de transición entre el agua dulce en la parte superior y la cuña de agua salada por debajo. Los perfiles verticales de salinidad por consiguiente muestran, una concentración de sales de cero en la superficie y salinidades oceánicas cerca del fondo a lo largo de todo el estero.

El ejemplo de los mayores estuarios con cuñas salinas son el Río Mississippi y los Ríos del Congo.

#### Salinidad de Superficie (ppt.)

En la figura 7 se observa la salinidad máxima en superficie durante los 7 cruceros realizados durante el año 2,000, donde vemos que en la época de verano los ríos tienen una baja influencia sobre la cuña marina, provocando que solo el Río Dulce pueda tener un cierto efecto sobre la salinidad.

Observamos que un área reducida de la bahía presenta un rango de 7.9 a 10.7 ppt., y luego encontramos una zona de mezcla mayor, conforme la cuña marina ejerce mayor presencia, porque las aguas dulces son relativamente bajas, por la falta de una época de lluvia. Se puede observar que el lugar por donde entra la cuña marina tiene una salinidad casi marina, con un rango de 30.6 a 33.4 ppt.

En la figura 8 observamos la salinidad máxima en superficie, pero bajo condiciones de un invierno perfectamente establecido, donde los aportes de agua dulce por los ríos, es realmente alta.

En este caso la cuña marina se desliza por debajo de la capa superficial del agua dulce, aquí encontramos valores desde 0.0 ppt. con un máximo de solo 19.5 ppt.. Además, observamos que mas del 90% de la superficie de la bahía esta con una salinidad igual o menor de 13.0 ppt. Se puede observar claramente que tenemos una mezcla de agua oceánica con el agua dulce, en el ámbito de superficie, pero no es dominante como el caso de la figura 7.

#### Salinidad Promedio (ppt.)

La figura 9 se observa el promedio de salinidad en superficie, para los 7 cruceros realizados en Bahía de Amatique, siempre se comporta como un estuario con cuña marina, donde observamos en el extremo de Punta de Manabique la entrada del agua marina, desplazando el agua dulce de los ríos.

Los valores mínimos promedio de los 7 cruceros estuvo entre 6.2 a 8.3 ppt., se observa que la Bahía de Amatique tiene una fuerte influencia del agua dulce, ya que este sistema de estuario es de tipo cuña y se obtuvo una mezcla de las aguas dulces de la superficie con la cuña marina.

Los valores mínimos promedio alcanzaron un rango máximo de 23.4 a 25.4 ppt., los cuales dominaron como siempre en el extremo de Punta de Manabique, aunque no se

alcanzaron valores de aguas marinas, se tiene un comportamiento de salinidades relativamente altas dentro de este sistema estuarino.

Como siempre las desembocaduras de los ríos presentan las menores salinidades, pero los valores alcanzan rápidamente las 19.0 ppt, estableciéndose una clara dominancia del frente marino dentro del estero.

#### Salinidad de Fondo (ppt.)

En la figura 10 observamos la máxima salinidad que se obtuvo en el fondo, durante los 7 cruceros, estos valores se registraron en la época del verano, cuando el régimen de lluvias es sumamente reducido.

Los valores mínimos de salinidad fueron de 27.8, lo que no está tan lejos de las aguas marinas, podemos observar que hay cierto efecto de remolinos, principalmente en las desembocaduras de los ríos, aunque también tenemos mezclas en diversas zonas donde la cuña podría dar vuelta o al salir de una bahía.

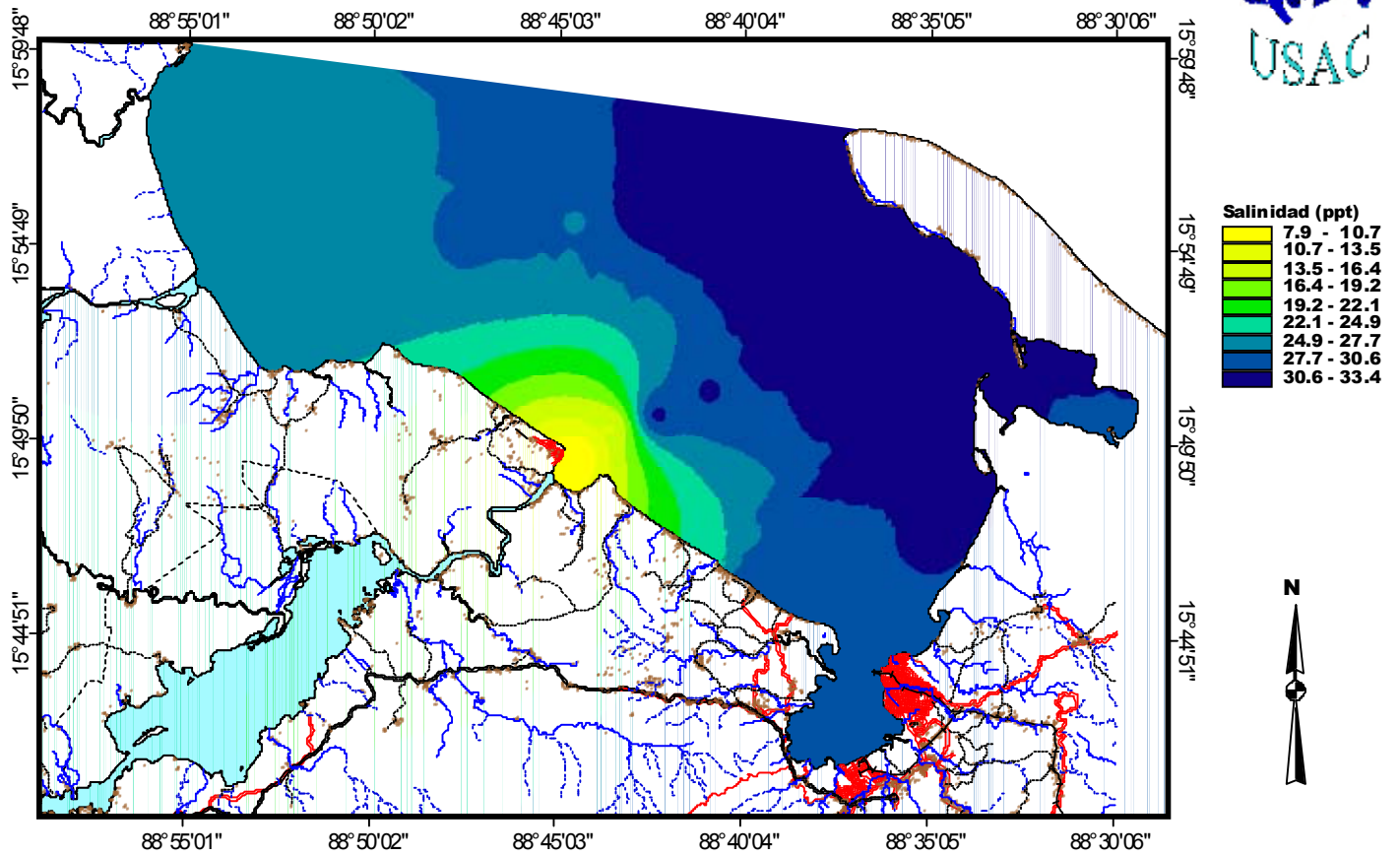
Los valores máximos que se obtuvo en la figura 10 es de 34.4 ppt., la cual es un comportamiento de aguas marinas, pero al observar el análisis espacial de las distintas gráficas anteriores, observamos una fuerte dinámica dentro de la Bahía de Amatique, donde las aguas se mezclan en ciertos puntos.

A diferencia de la figura anterior, la figura 11 tiene una fuerte influencia de las aguas dulces provenientes de los distintos efluentes, sobre el comportamiento de la cuña marina. Donde observamos que el rango de salinidad mínimo en el fondo fue de 0.1 a 3.9 ppt., los cuales se concentran principalmente en la desembocadura del Río Sarstún y Río Dulce, luego los ríos y poblado dentro de la Bahía de Santo Tomás de Castilla, donde los rangos son 7.8 a 11.6 ppt.. Es importante hacer ver que esta bahía mantiene una circulación del agua marina, especialmente cercano a los Cayos del Diablo, pero se

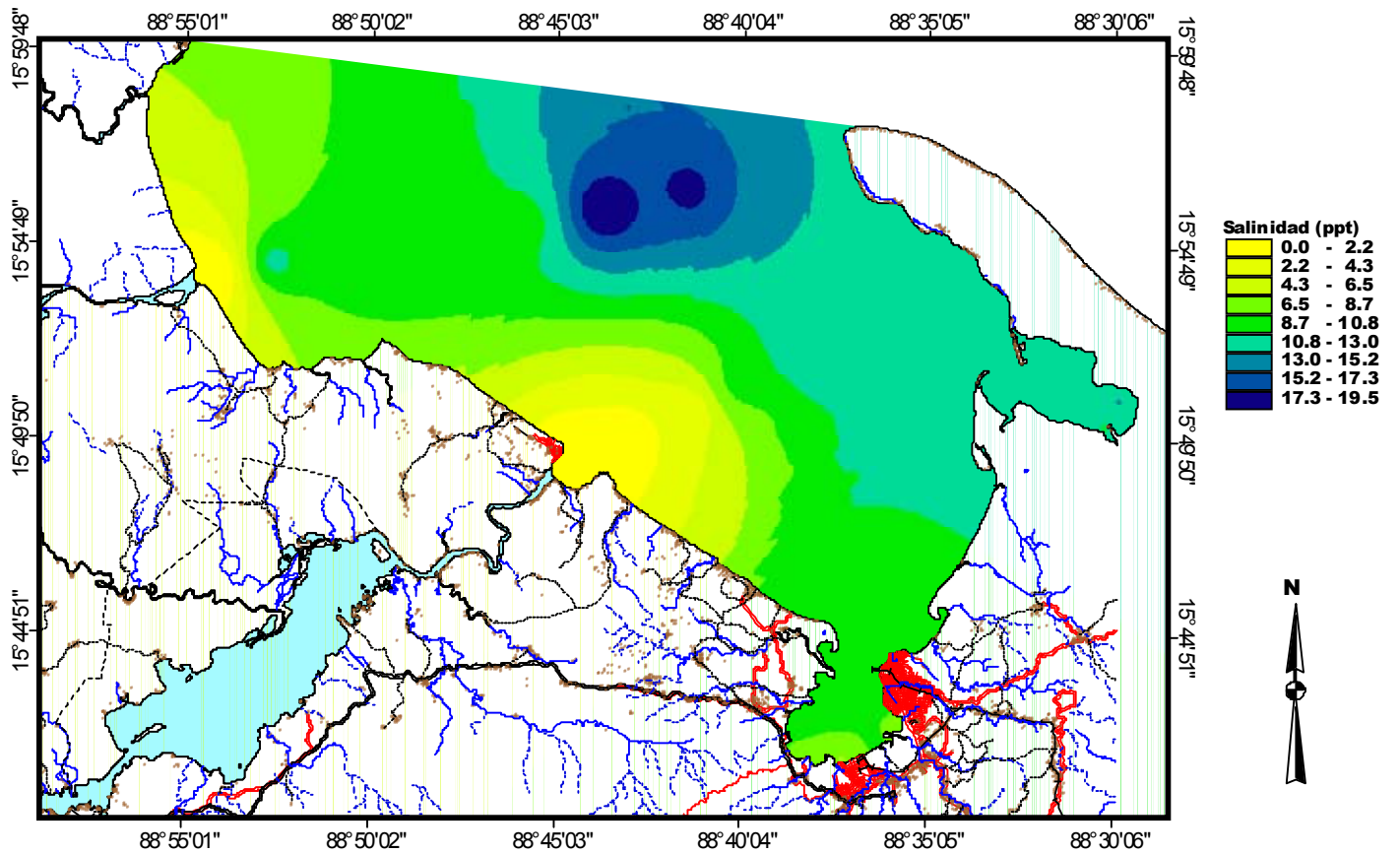
hace necesario investigar las corrientes y correlacionar la información para conocer el movimiento horizontal de las aguas aquí.

En la figura 11 de valores mínimos, los valores máximos en fondo, que a la vez fueron los de la cuña marina, están en un rango de 30.8 a 34.6 ppt., se observa los remolinos que se formaron al chocar los dos frentes, provocando una mezcla del agua.

**Fig. 7: Salinidad máxima de superficie, 2,000**

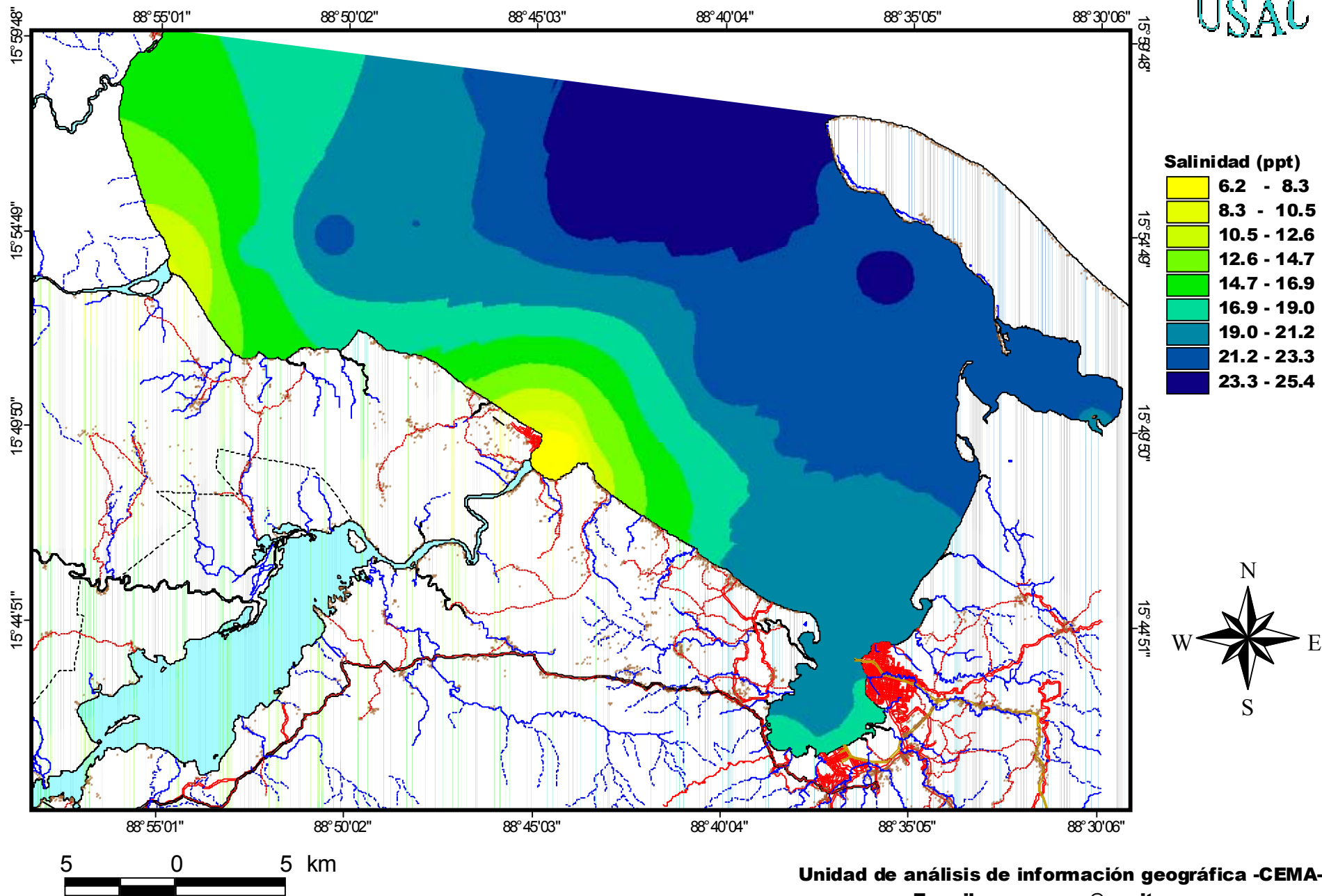


**Fig. 8: Salinidad mínima de superficie, 2,000**

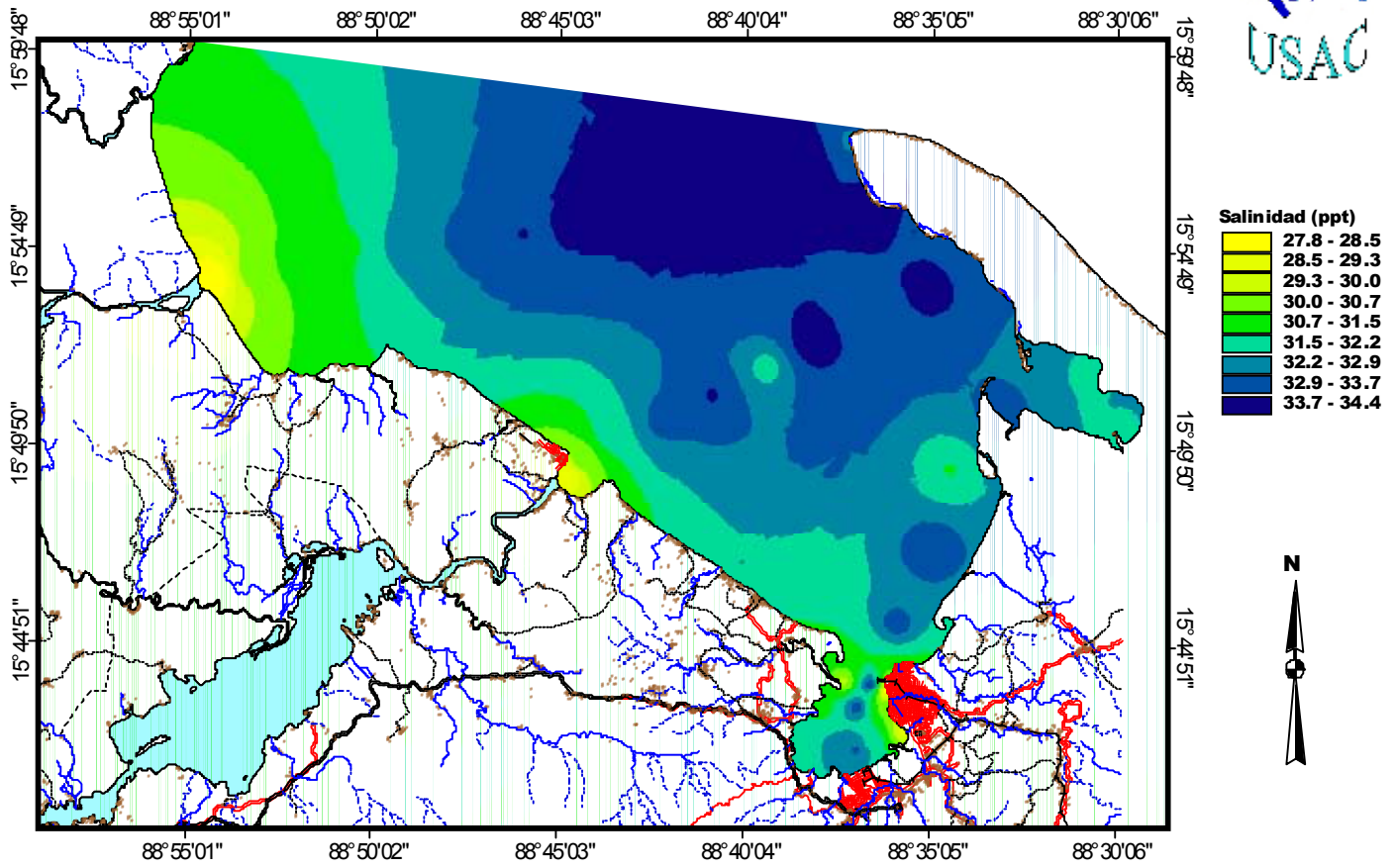




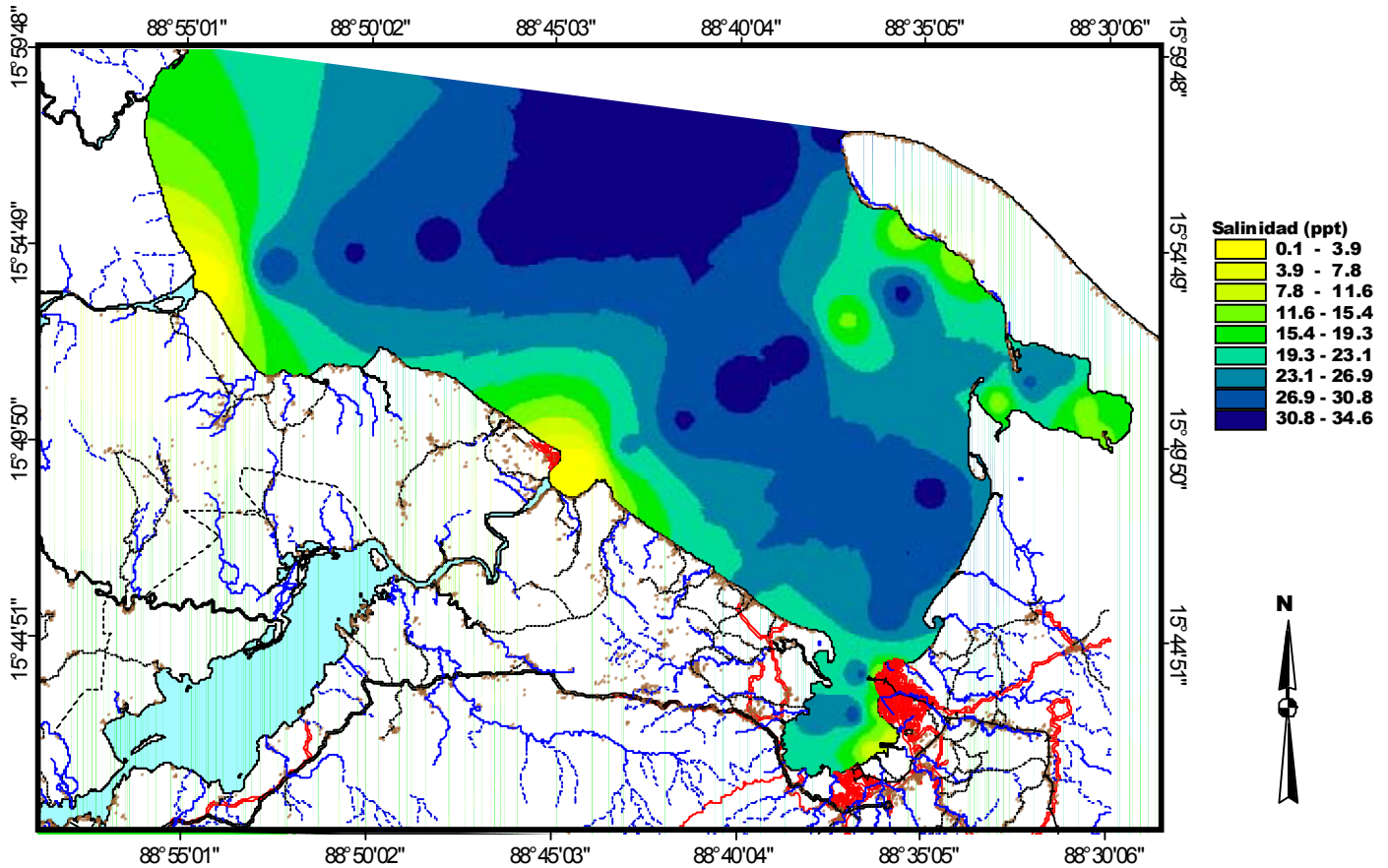
**Fig. 9: Salinidad promedio de superficie 2,000**



**Fig. 10: Salinidad máxima de fondo, 2,000**



**Fig. 11: Salinidad mínima de fondo, 2,000**





## **TURBIDEZ (NTU)**

Los sistemas acuáticos siempre tienen influencia de la materia en suspensión, dentro de un sistema estuarino los valores permisibles están entre los 100.0 120.0 NTU. Esta medida determina la refracción de luz dentro de un sensor de la sonda, a 90° dando los valores relativos de materias que refracten la luz, los cuales los podemos correlacionar con la transparencia y precipitación pluvial.

La turbidez tendrá variaciones de acuerdo a la cuenca de los ríos tributarios, de las poblaciones cercanas, especialmente cuando el número de habitantes es alto y los desagües de la ciudad se descargan directamente al estero en estudio.

### **Turbidez de Superficie (NTU)**

El frente marino normalmente en el mar Caribe es agua oligotrófica, las cuales poseen valore de NTU de cero, ya que vienen del océano abierto. En la grafica 12 observamos el NTU máximo de superficie durante el 2,000, donde tenemos valores mínimos de cero, correspondientes al frente marino, aunque el rango vario de 0.0 a 4.8 NTU.

Los valores máximos observados los localizan en la desembocadura del Río Sarstún, durante el periodo de máxima de lluvias, las cuales aportan una gran cantidad de materiales en suspensión, los que son detectados por la sonda oceanográfica. En el mismo análisis se observa que hay zonas donde tenemos remolinos, resultado del choque entre el frente marino y la desembocadura de los ríos, ya en los transecto uno y dos se identifican claramente las conductas antes mencionadas.

En la figura 12 también se puede apreciar la influencia que tienen el Río Cacao y Quebrada seca, dentro de la Bahía de Santo Tomas de Castilla, los cuales derraman un rango de 38.6 a 43.5 NTU a esta bahía, lo que posiblemente son contaminantes de origen orgánico e inorgánico que vienen a eutricular. Así mismo, dentro del mismo contesto se observa que el Río Escondido y los desagües de Puerto Barrios tienen una

influencia negativa dentro del sistema, los cuales se diluyen dentro de la Bahía de Amatique, y son desplazados por las corrientes producidas por las mareas.

En la época de verano definitivamente el NTU disminuye sus efectos, debido a una menor actividad de escorrentía de tierra firme hacia los ríos y de aquí a la Bahía de Amatique.

En la figura 13 se observa el NTU de superficie mínimo, donde el rango menor fue de 0.0 a 0.9 NTU como siempre en el frente marino, pero en este caso ocupa un área mayor, en comparación con la figura 12. En este caso el rango máximo oscila de 7.1 a 8.0, el cual es menor con relación al mapa anterior, donde tenemos un valor de 43.5 NTU.

Podemos decir que en esta figura el NTU se comporta a un nivel sumamente bajo, y los valores mayores se concentraron en la desembocadura de los dos ríos principales, sin embargo el área de Puerto Barrios siempre presenta valores ligeramente mas altos que el resto de la bahía, principalmente por las aguas servidas de esta zona poblada.

#### Turbidez Promedio (NTU)

La figura 14 nos muestra que en promedio los valores mínimos estuvieron de 0.1 a 2.7 NTU, lo cual corresponde a la mayor área de Bahía de Amatique, es importante notar que el frente marino tiene un comportamiento dominante, restringiendo los valores de NTU ligeramente mas altos en la línea costera.

Los valores máximos en promedio fueron de 21.0 a 23.6 NTU, los cuales no son altos para un estuario, esto nos indica que las mareas que traen las aguas marinas, permiten un alto recambio de agua dentro del estero, disminuyendo los riesgos de contaminación en el momento, aunque para emitir una opinión más certera, se deberían analizar los fondos del estero, para determinar la presencia o ausencia de productos contaminantes, especialmente metales pesados.

Como un comportamiento ya conocido, la figura del promedio nos muestra que el Río Sarstún es un importante acarreador de materia en suspensión, pero se hace notar también que el mayor problema se encuentra dentro de la Bahía de Santo Tomas de Castilla, en la desembocadura del Río Cacao y Quebrada Seca, donde normalmente siempre se observan altos niveles de NTU.

### Turbidez de Fondo (NTU)

La figura 15 nos muestra que los valores máximos de NTU de fondo, corresponden a dos puntos que delimitan la zona más profunda de la Bahía de Amatique y por donde entra el frente marino, posiblemente aquí se forman dos remolinos provocados por cuña marina, este comportamiento se dio en la época de mayores lluvias, lo que tiene un alta influencia.

Otro punto importante es la desembocadura del Río Dulce, donde se presenta una zona de mezcla de aguas, provocando un remolino. Los menores rangos fueron de 0.0 a 11.1 NTU para esta figura y los valores mayores fueron de 89.2 a 100.3 NTU.

En esta figura también podemos identificar que el comportamiento del estero durante la época de invierno, provoca una serie de remolinos al enfrentarse la cuña marina, con los altos volúmenes de agua dulce provenientes de los ríos.

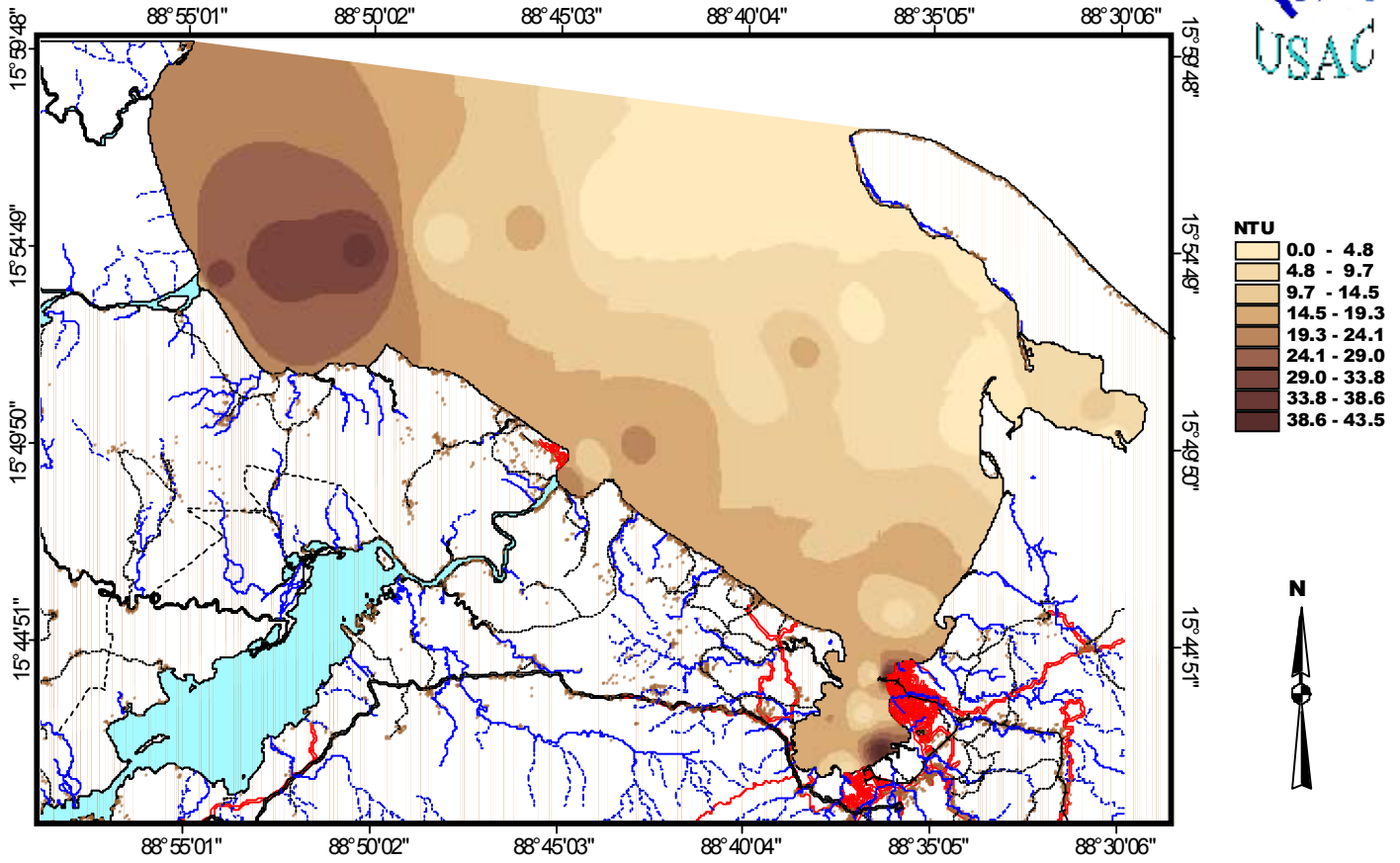
Observamos en la figura 16 que el NTU mínimo de fondo tuvo un rango de 0.0 a 4.6 NTU, dominando la mayor área del estero y que los puntos con mayor influencia fueron la desembocadura de los ríos, especialmente el Río Sarstún, Quebrada Seca y Cacao con rangos de 36.9 hasta 41.5. El comportamiento de estos sistemas ya ha sido discutido anteriormente.

Brenes (1,996) define las propiedades físicas de las aguas marinas, siendo la transparencia e índice refractivo en el agua, a causa de su alta intensidad dieléctrica,

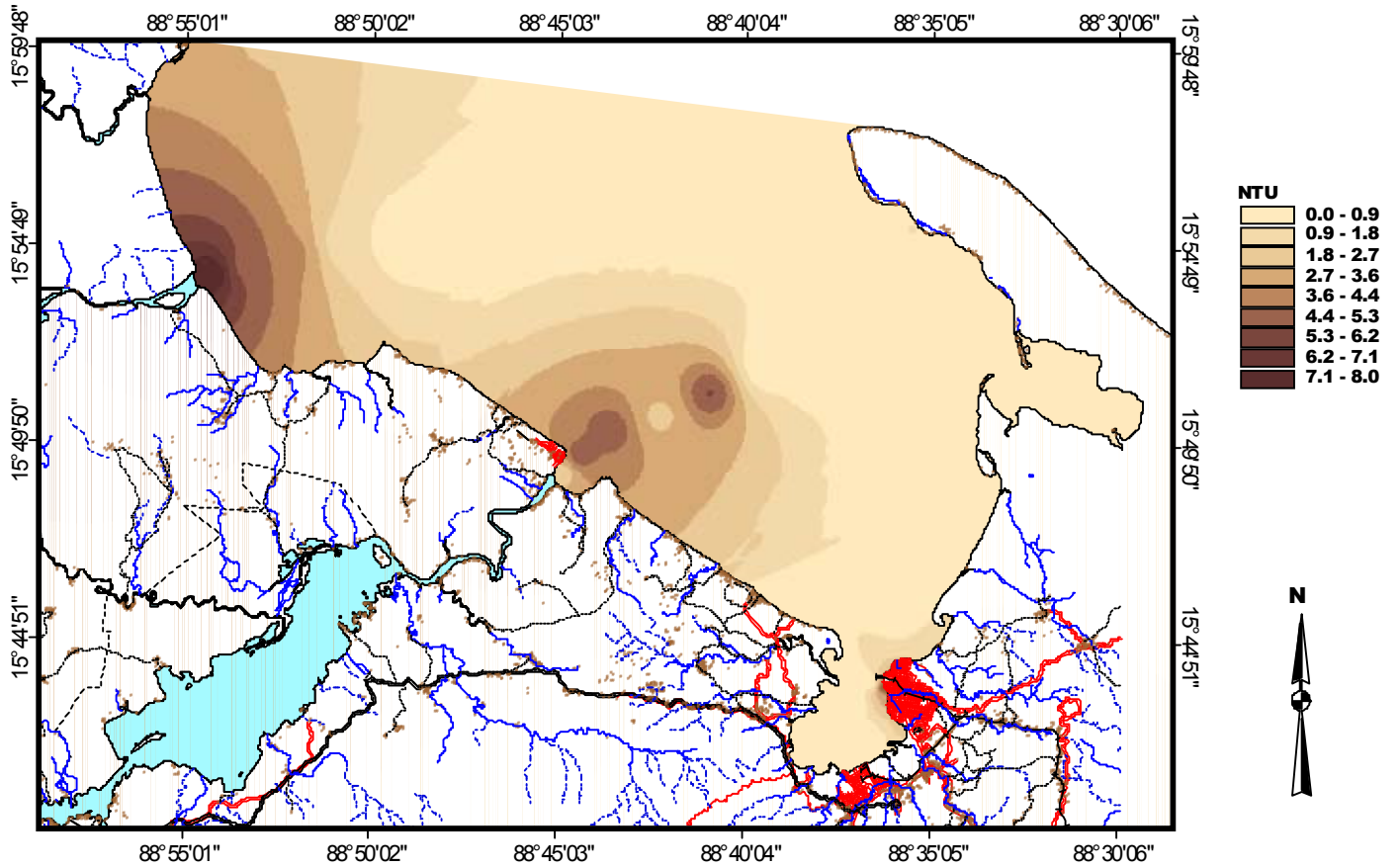
absorbe rápidamente la radiación electromagnética en todas las longitudes de onda, exceptuando la luz visible.

La ventana de transparencia del agua coincide precisamente con la longitud de onda del sol, que se ve como azul-verde, cuando el sol se encuentra en la cúspide. Así, las plantas pueden crecer a profundidades arriba de 100 m aproximadamente.

**Fig. 12: NTU máximo de superficie, 2,000**

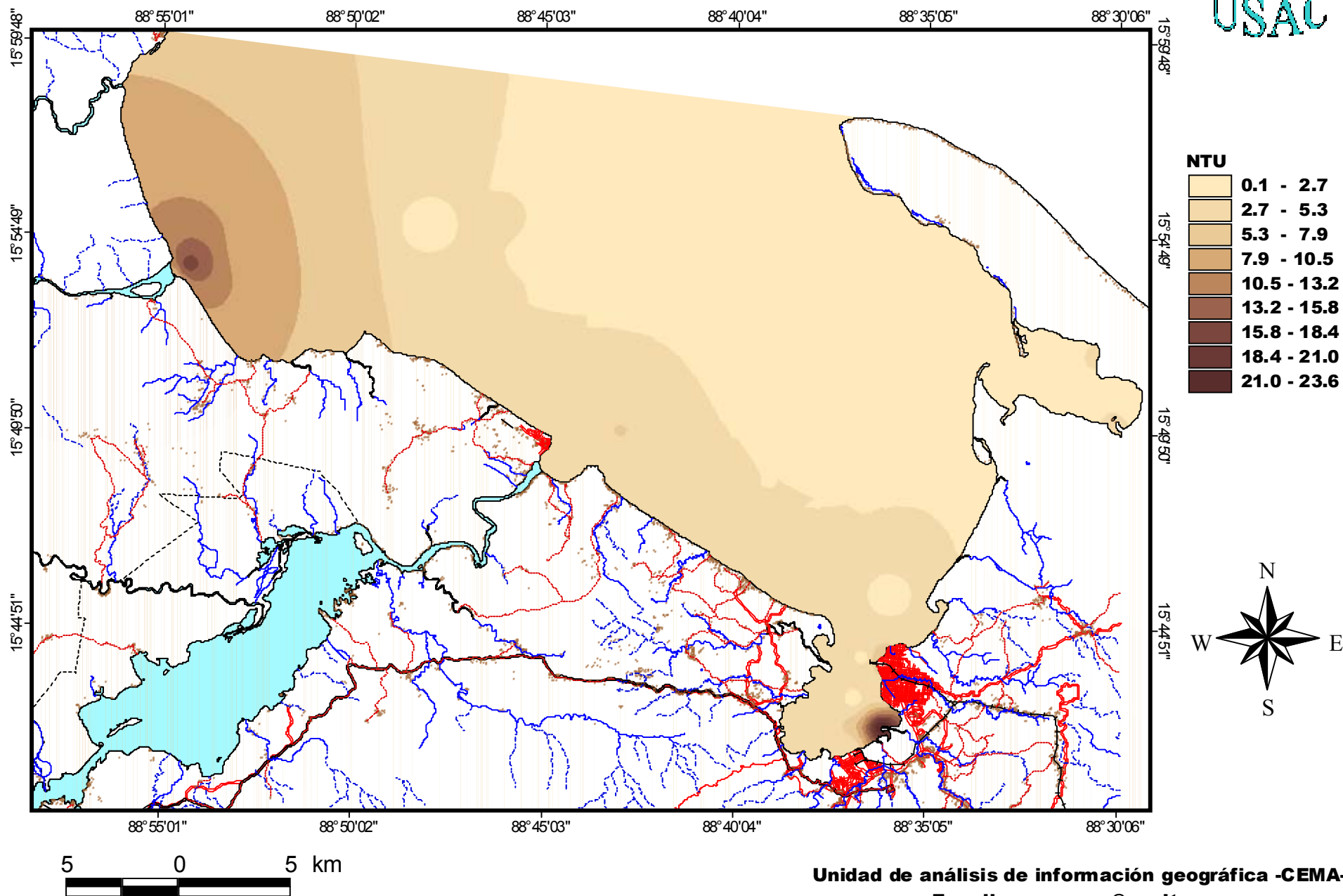


**Fig. 13: NTU mínimo de superficie, 2,000**

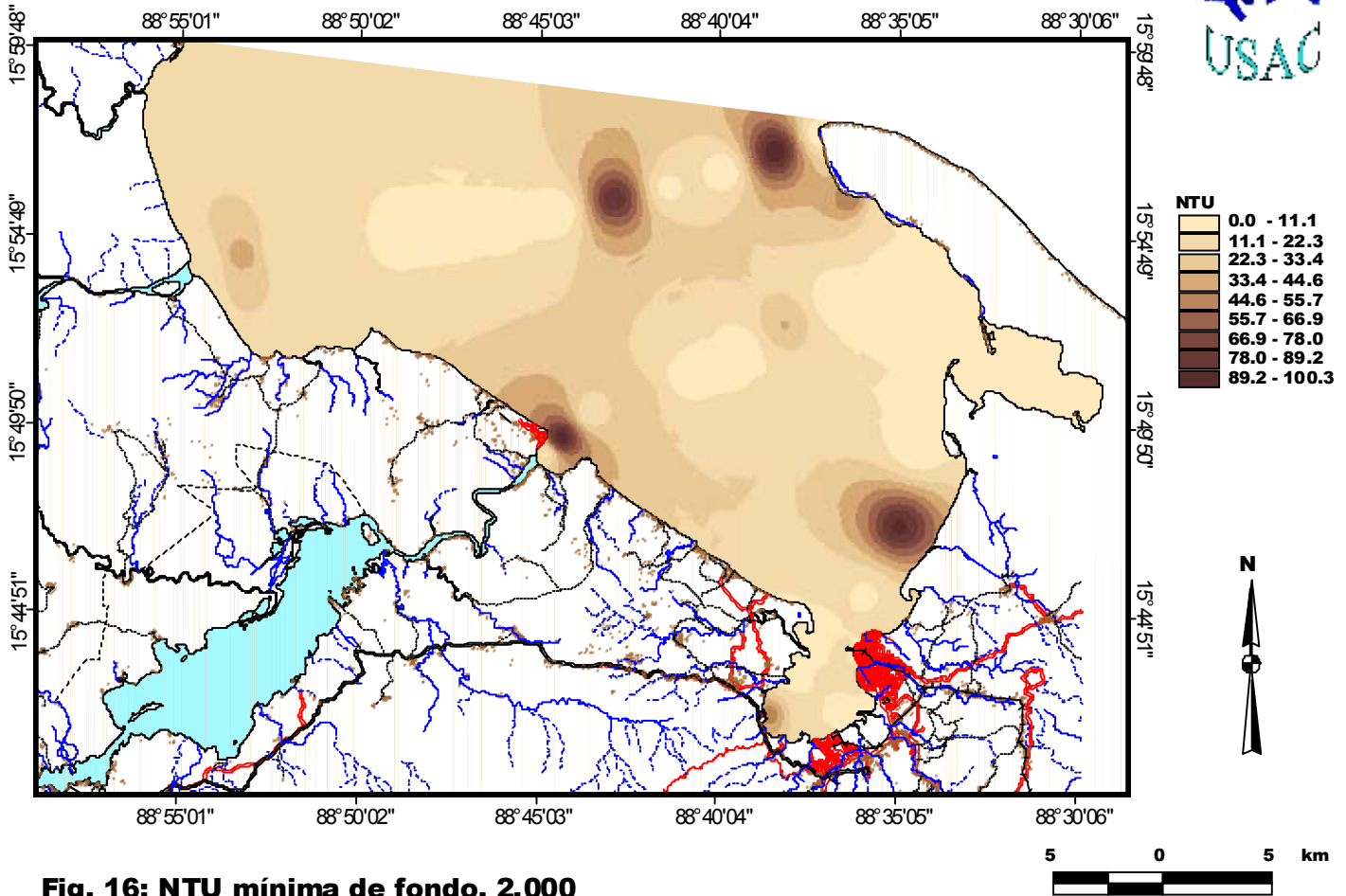




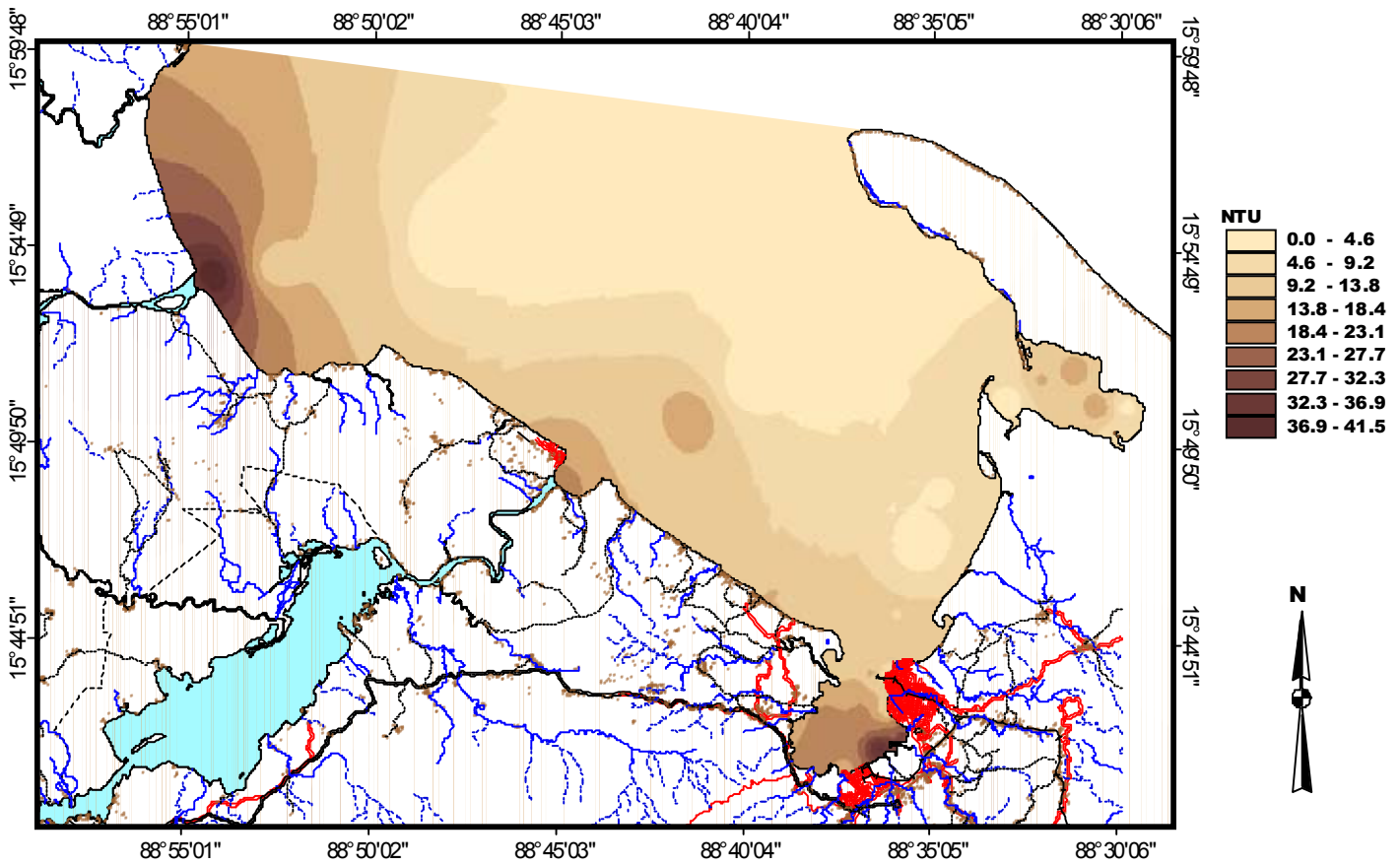
**Fig. 14: NTU promedio de superficie, 2,000**



**Fig. 15: NTU máxima de fondo, 2,000**



**Fig. 16: NTU mínima de fondo, 2,000**



## **OXÍGENO DISUELTO (%)**

El Oxígeno disuelto en el agua no es una limitante en los sistemas acuáticos naturales, por los amplios volúmenes de agua, las densidades de organismos aeróbicos y la presencia de plantas, que son las encargadas de suministrar la mayor parte de este gas a los sistemas acuáticos como mares y esteros.

En los océanos la captación de nutrientes por las plantas (fitoplancton) ocurre en la zona fótica (la capa de la superficie que alcanza los rayos solares) donde la fotosíntesis se lleva a cabo. La mayoría de nutrientes son removidos de la zona fótica y transferidos al fondo del océano como organismos muertos (detritus), que se hunden en el suelo del océano. En las profundidades las capas de materia orgánica son remineralizadas, en caso de que los nutrientes sean reintegrados en solución. Este proceso requerirá Oxígeno, por eso:

- El océano no puede soportar ecosistemas de alta productividad, excepto cuando los nutrientes retornan a la zona fótica desde los fondos (Upwelling = Nutrientes Ascendentes o áreas de afloramiento).
- La concentración de nutrientes normalmente aumenta con la profundidad, mientras las concentraciones de Oxígeno decrecen.

Brenes (1,996) expresa que los márgenes de las cuencas oceánicas donde la tierra y el mar se juntan, son las áreas orgánicamente más productivas de todo el planeta. Su alta productividad se debe a que son zonas de convergencia de energía y masa.

## **Oxígeno Disuelto de Superficie (%)**

El Oxígeno Disuelto máximo se observa en la figura 17 donde tenemos como promedio un valor máximo con 107.3% de OD y en la figura 18 tiene un valor mayor en las tablas, pero en promedio se alcanza solamente 102.4% de OD.



En la figura 17 los valores máximos de Oxígeno los observamos en el frente marino y en la mayor parte de la Bahía de Amatique. En la desembocadura de los ríos y en algunas zonas de mezcla se pueden observar valores relativamente bajos, ya que los rangos son 95.6 a 98.2% de Oxígeno Disuelto, algunos autores mencionan que en las regiones tropicales la saturación alcanza valores de 4.7 ppt. de Oxígeno. El máximo valor fue de 119.3%.

En la figura 18 se observa un valor bastante menor de solo 76.6% de OD, pero un valor máximo de 128.1 dentro de la Bahía de Santo Tomas de Castilla, datos que pueden haber sido influenciados por la mezcla de un frente marino, con las aguas dulces y posiblemente un poco de vientos en el área.

#### Oxígeno Disuelto Promedio de Superficie

El Oxígeno Disuelto promedio tiene un comportamiento muy similar durante toda la investigación, en la figura 19 tenemos al frente marino con concentraciones máximas de 111.6%, pero en general el promedio fue mayor al 100.0% en casi toda la Bahía de Amatique.

Los lugares que presentaron valores menores de Oxígeno se encuentran relacionados con los efluentes de agua dulce, especialmente la desembocadura del Río Sarstún, el Río Dulce y dentro de la Bahía de Santo Tomas de Castilla. En esta bahía nosotros creemos necesario realizar estudios de corrientes, para conocer la dinámica del agua dentro de la misma y lograr diagnosticar la estructura de este microsistema.

Se presentan ciertos puntos con condiciones no claras, que se muestra en el análisis espacial, por el tipo de estero que tenemos, se estima que el volumen del Río Sarstún es mucho mayor que los otros efluentes y al chocar con el frente marino, se provocan muchos remolinos que se hacen como puntos de distintos colores dentro del análisis, pero se replican dentro de los dos transectos principales.

### Oxígeno Disuelto de Fondo

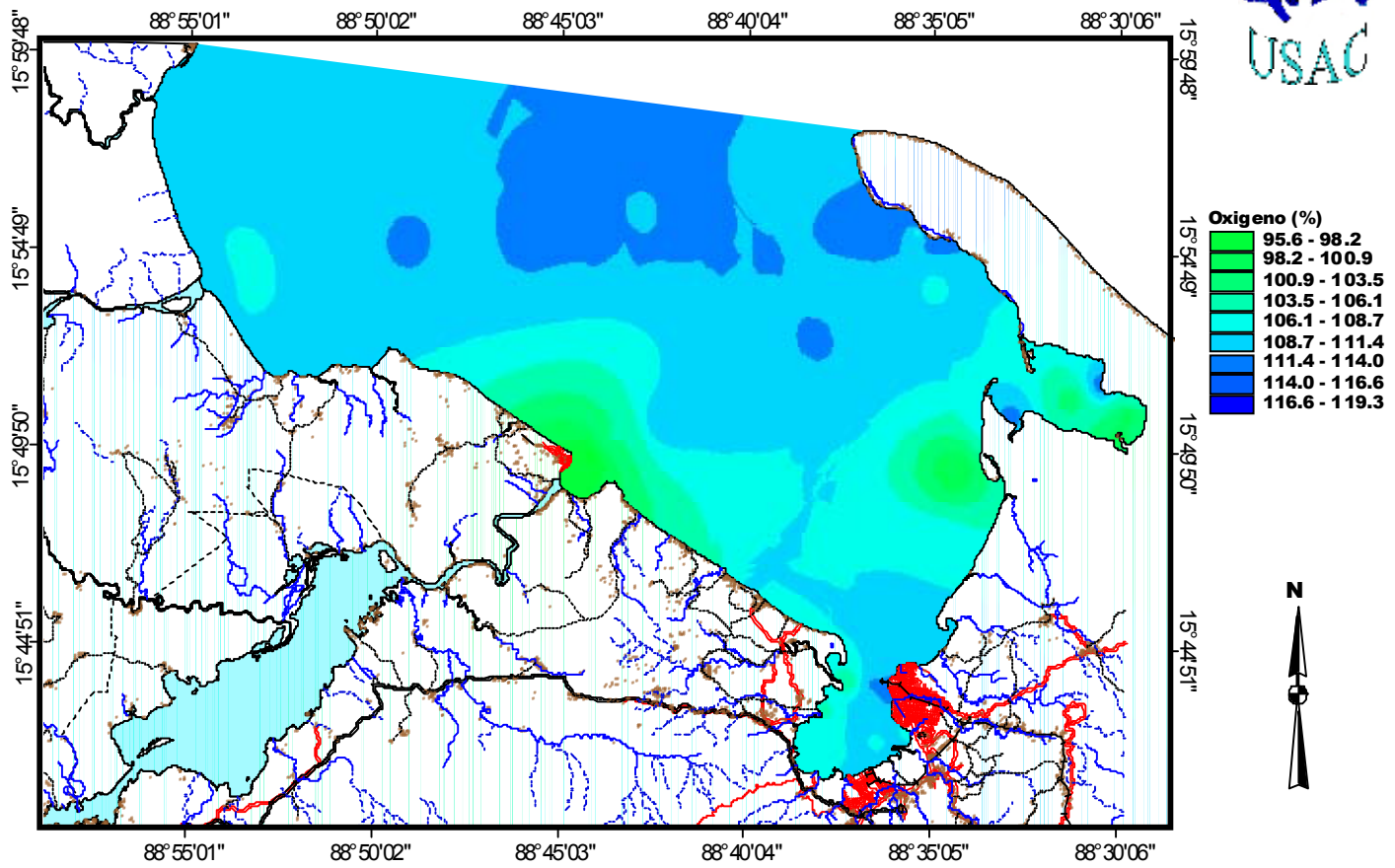
El Oxígeno máximo se toma como un promedio de los datos mostrados en la figura 20, donde se alcanzo un valor medio de 89.7% de Oxígeno Disuelto en toda la Bahía de Amatique. Con un rango de menor a mayor de 53.0 hasta 126.3%, dominando principalmente dentro del estero una concentración de 100% mas-menos.

Las regiones que mostraron valores bajos de Oxígeno, se encuentran nuevamente dentro de la Bahía de Santo Tomas de Castilla y un remolino dentro del transecto de Punta de Manabique hacia el Río Dulce.

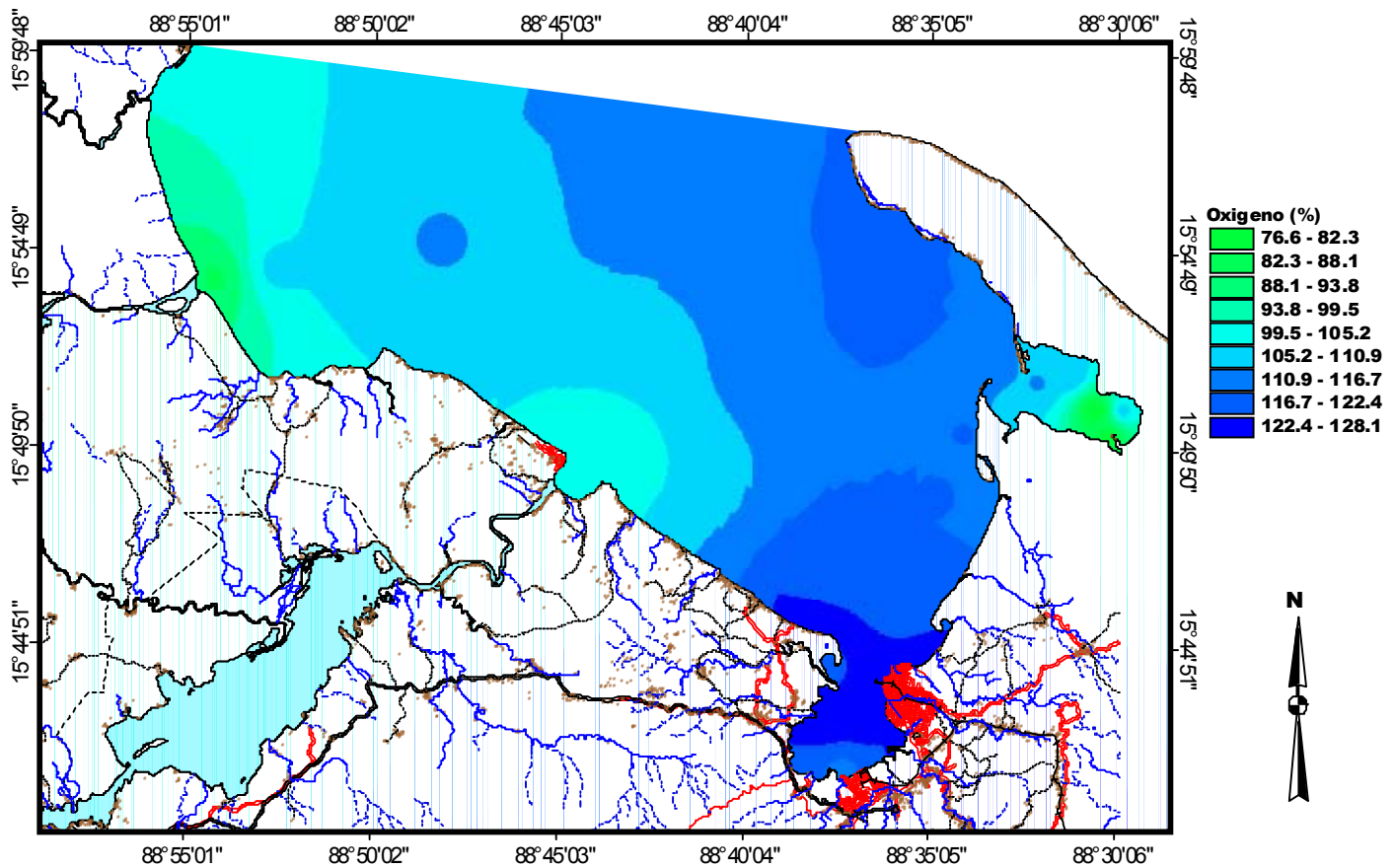
En la figura 21 se presenta el menor valor de Oxígeno en el fondo de la Bahía, con un rango entre 21.4 y 35.1%, valores que sumamente bajos y tienen una amplia distribución dentro del sistema.

El valor promedio que se obtuvo fue de 83.5% de Oxígeno Disuelto, pero tuvo valores muy altos de 145% en unos pequeños sectores no representativos, que fueron la desembocadura de ríos pequeños, esta baja generalizada en este gas es provocado por las fuertes lluvias.

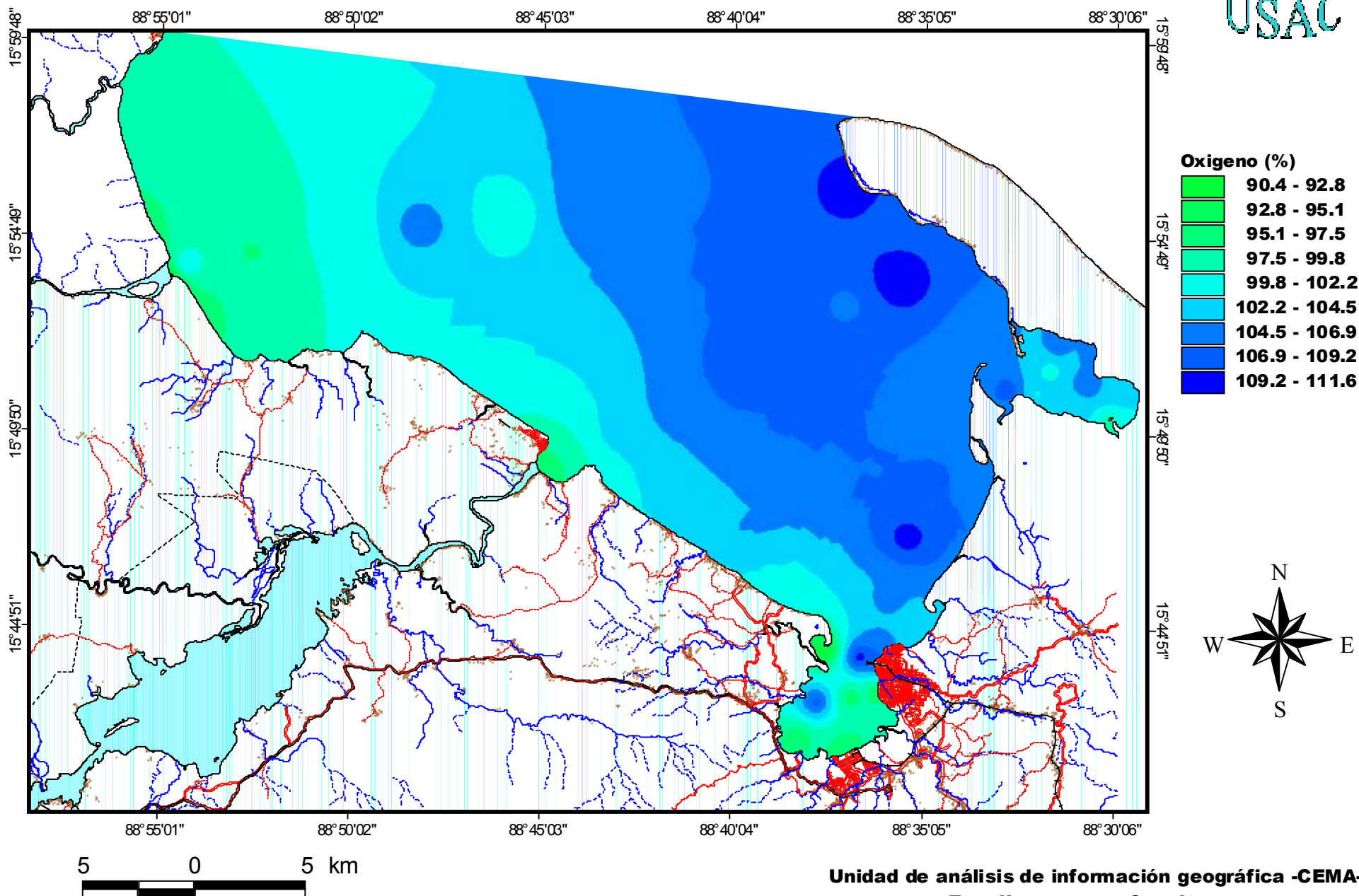
**Fig. 17: Oxígeno máximo de superficie, 2,000**



**Fig. 18: Oxígeno mínimo de superficie, 2,000**

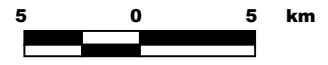
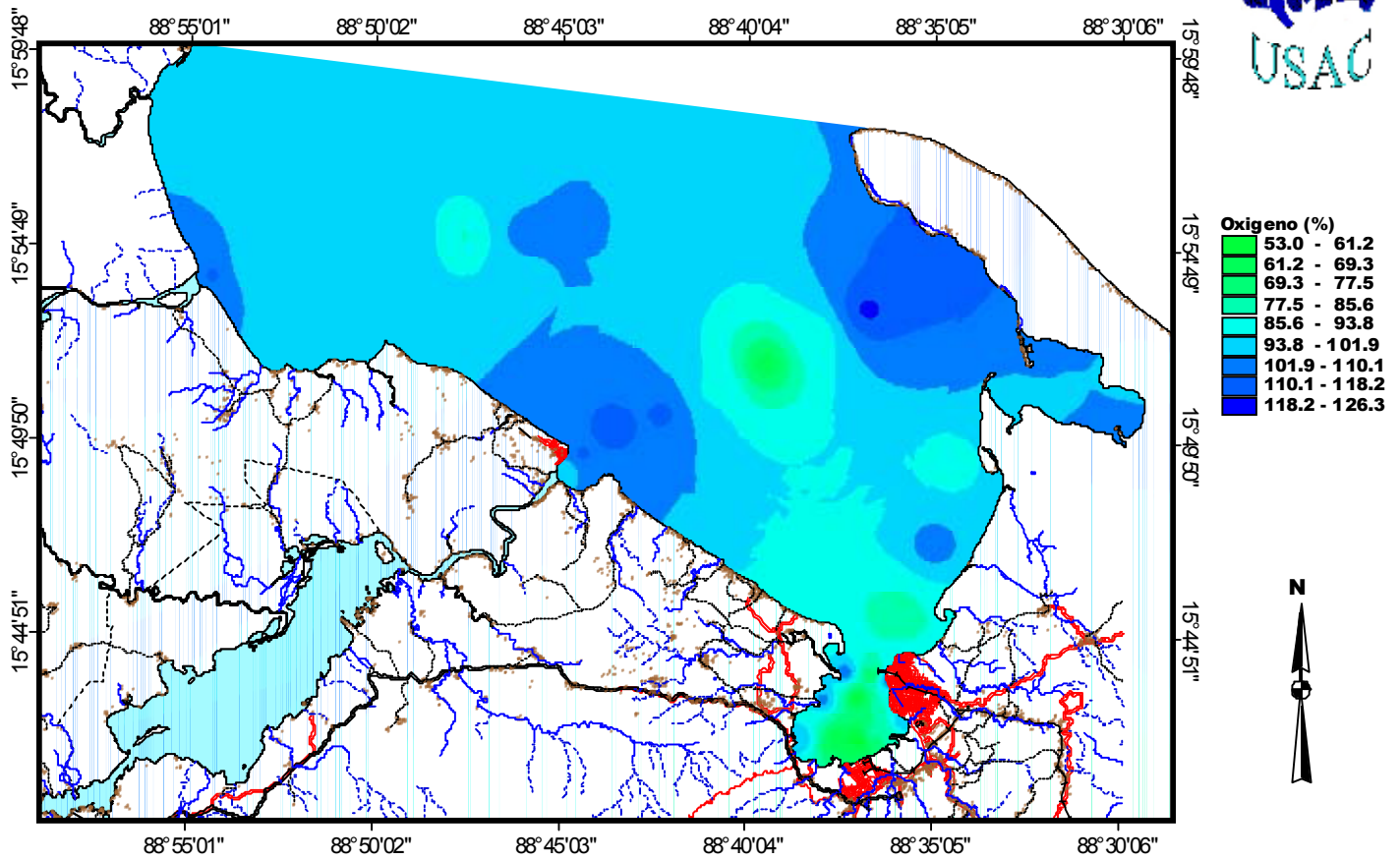


**Fig. 19: Oxígeno promedio de superficie, 2,000**

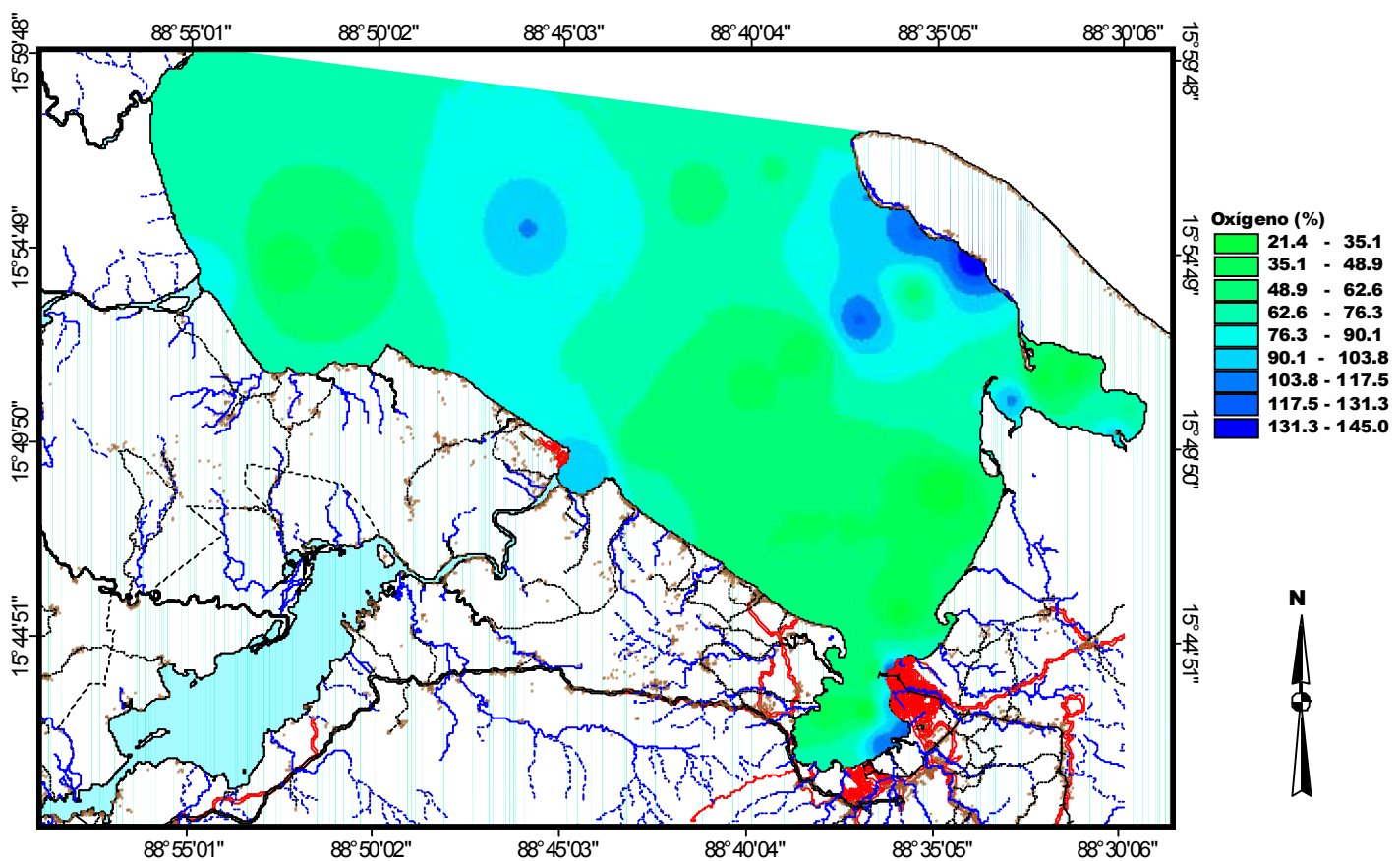




**Fig. 20: Oxígeno máximo de fondo, 2,000**



**Fig. 21: Oxígeno mínimo de fondo, 2,000**



## **TEMPERATURA DEL AGUA (°C)**

El agua oceánica, debido a sus propiedades de absorción, remueve e intercambia gases con la atmósfera, de manera que juega un papel importante en el control de la transferencia de energía radiante entre la tierra y el espacio exterior.

Los océanos para cualquier instante dado, contienen la mayor fracción de energía cinética que la tierra obtiene del sol. Dicho en otras palabras, la cantidad energía solar almacenada en una columna de agua de área unitaria, excede el total de dicha energía contenida en columnas de igual área en la tierra o en la atmósfera. De esta forma, el océano juega un papel importante dentro de nuestros esfuerzos para desarrollar fuentes alternativas de energía (Brenes, 1,996).

La distribución de temperatura en los océanos es uno de los factores que controlan la distribución de organismos marinos y la densidad del agua de mar. Debido a su gran capacidad calórica, la temperatura superficial del mar varía mucho menos que la temperatura terrestre. Consecuentemente, él provee un ambiente estable para la vida marina y una influencia moderada sobre el clima costero.

La temperatura presenta una variación espacial en su campo térmico superficial de los océanos, presentado una forma aproximadamente zonal, en la cual las líneas de igual temperatura (Isotermas) corren en sentidos definidos.

Además, tenemos variaciones de temperatura temporal, la cual se puede clasificar en tres formas (Brenes, 1,996):

- Variación horaria, es básicamente en microescala.
- Variación estacional, en febrero las isotermas están mas hacia el Sur que en agosto. Estos cambios son mayores en latitudes medias que en los polos o en las zonas

ecuatoriales, debido a los cambios que se observan en los regímenes de los vientos alisios.

- Variación interanual, asociada a fenómenos como El Niño.

#### Temperatura máxima de superficie (°C)

En la figura 22 observamos temperaturas que en promedio serían mayores que las temperaturas presentadas en la próxima figura, los puntos donde este parámetro es normalmente más alto es dentro de Bahía la Graciosa y Bahía Santo Toma de Castilla.

En la figura 22 se observan que los máximos valores alcanzan los 31.8°C, dentro de Bahía la Graciosa, la cual presenta una profundidad promedio de 1.53 m lo que provoca que la temperatura aumente, y es importante mencionar que dentro de la zona las aguas con menores temperaturas corresponden a las aguas que provienen del frente oceánico.

Esta variable alcanza valores máximos de 32.2°C en la figura 23, pero en promedio tuvo un comportamiento menor que los valores de la figura anterior, porque la menor en esta fue de 25.6°C, las mayores temperaturas se concentraron nuevamente en las dos bahías antes mencionadas, pero el frente marino no tuvo tanta influencia en este caso.

#### Temperatura Promedio en Superficie (°C)

La temperatura promedio mantuvo un comportamiento similar al anteriormente descrito, donde el área con mayores temperaturas fue Bahía la Graciosa y Bahía Santo de Castilla, donde los valores máximos promedio estuvieron en un rango de 30.9 a 31.3°C.

El frente marino siempre mantuvo su poder, mostrando aguas más frías con un rango entre 28.6 y 29.0°C, sin embargo, la desembocadura del Río Sarstún y su mezcla con el frente marino produjeron los menores valores en temperatura con un rango entre 27.2 a 27.7°C, siendo el agua superficial más fría determinada durante la investigación. Es

importante mencionar que este transecto se evaluó normalmente en las primeras horas de la mañana, lo que provoca cierto sesgo en la información obtenida.

### Temperatura de Fondo (°C)

La temperatura máxima de fondo, se tomo como el rango de 26.4 a 26.8°C, el cual fue el rango menor, pero mayor encontrado en todos los cruceros, ya que el comportamiento en los otros muestreos los valores fueron siempre menores a los 26.0°C.

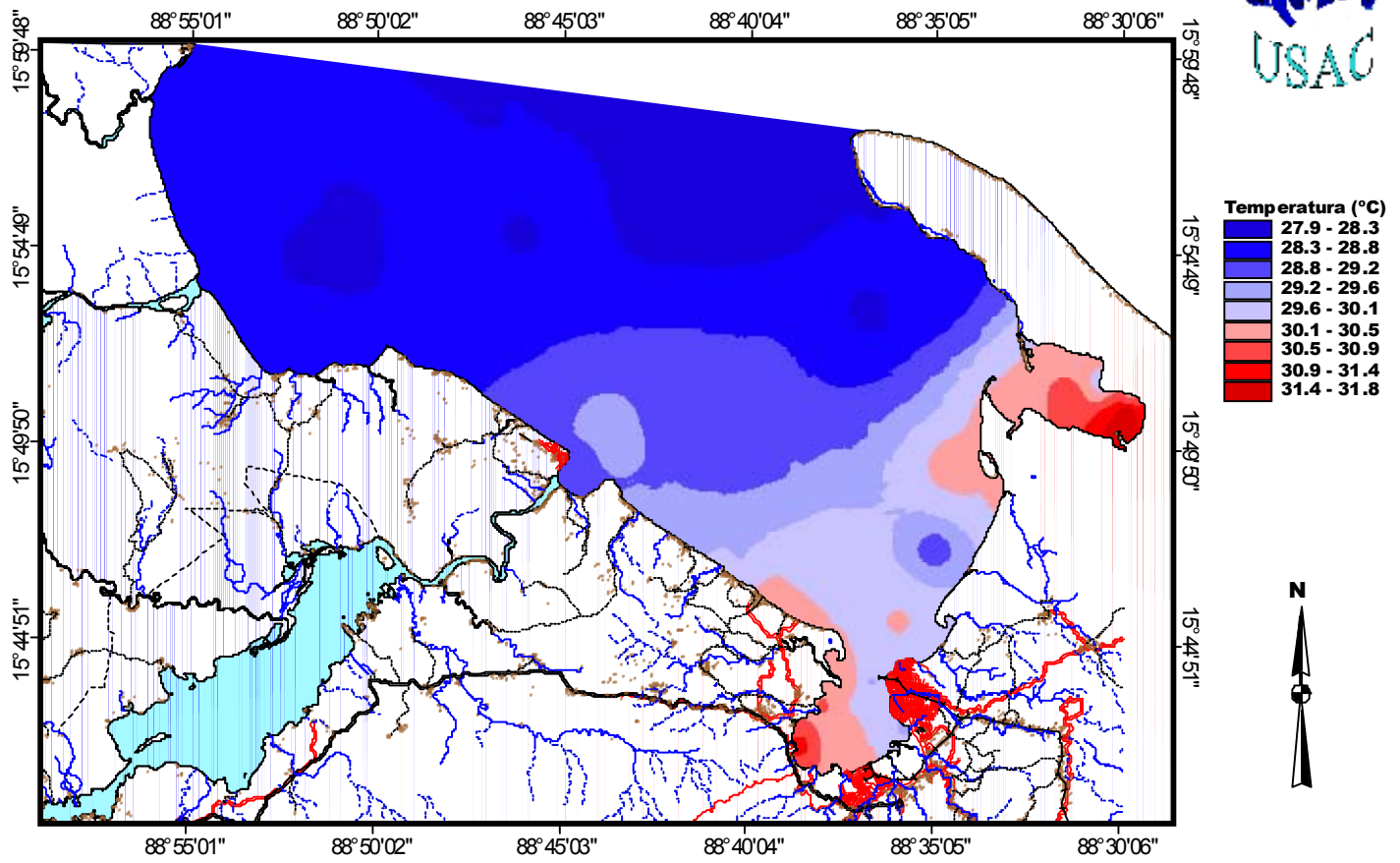
La temperatura mínima se refiere en este caso al rango de 25.6 a 26.3°C, donde el primer valor determino el menor dato durante el año de muestreo,

En la figura 25 y 26, observamos que los principales puntos para agua con altas temperaturas fueron la Bahía de Santo Tomas de Castilla y Bahía la Graciosa, por las razones antes expuestas.

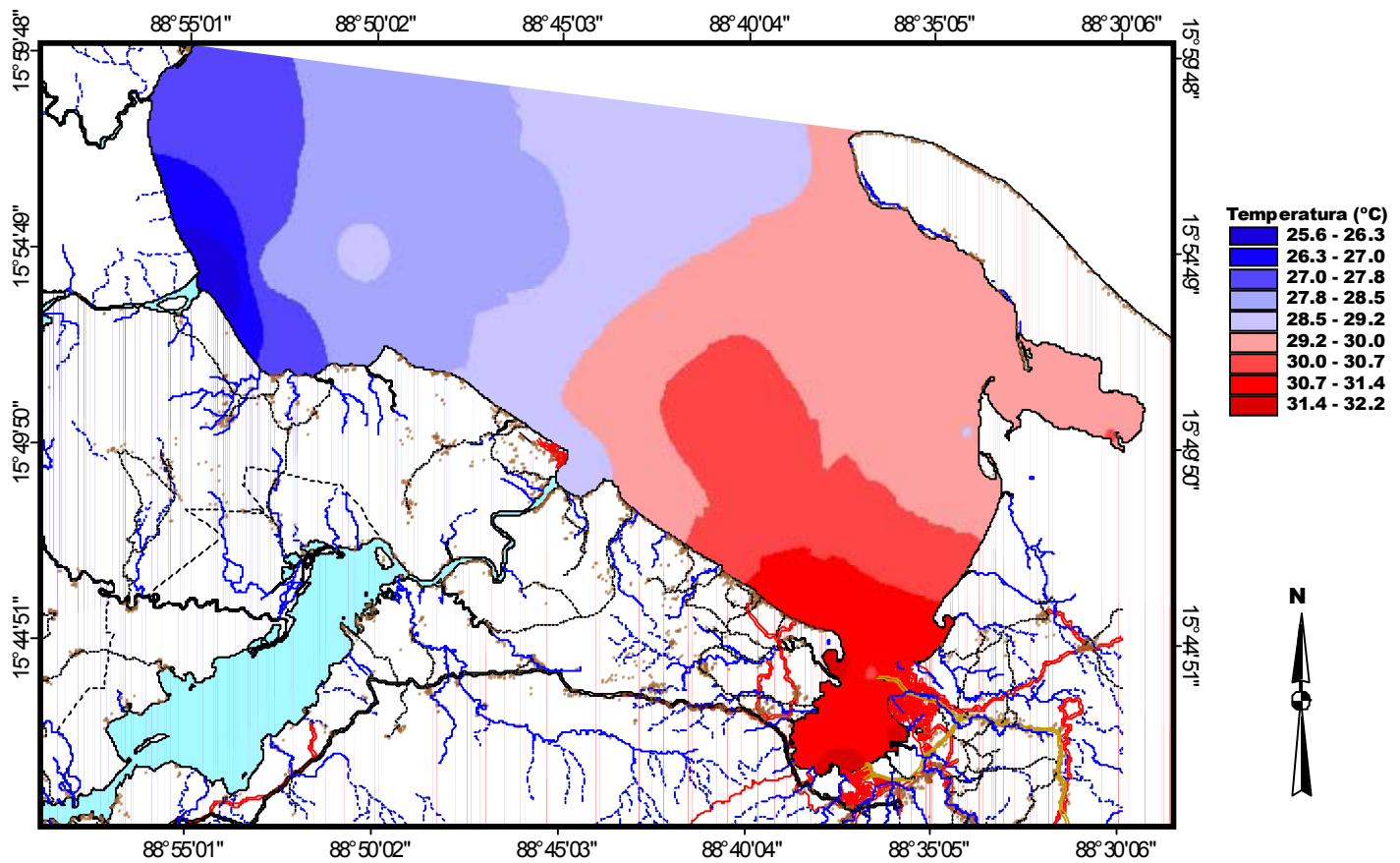
En la figura 25 tenemos un comportamiento típico de un frente marino, dominando la cuña salina con temperaturas bajas. Mientras en la figura 26 tenemos un comportamiento similar, solo que el Río Sarstún viene con aguas más frías por ser agua de afluentes continentales.



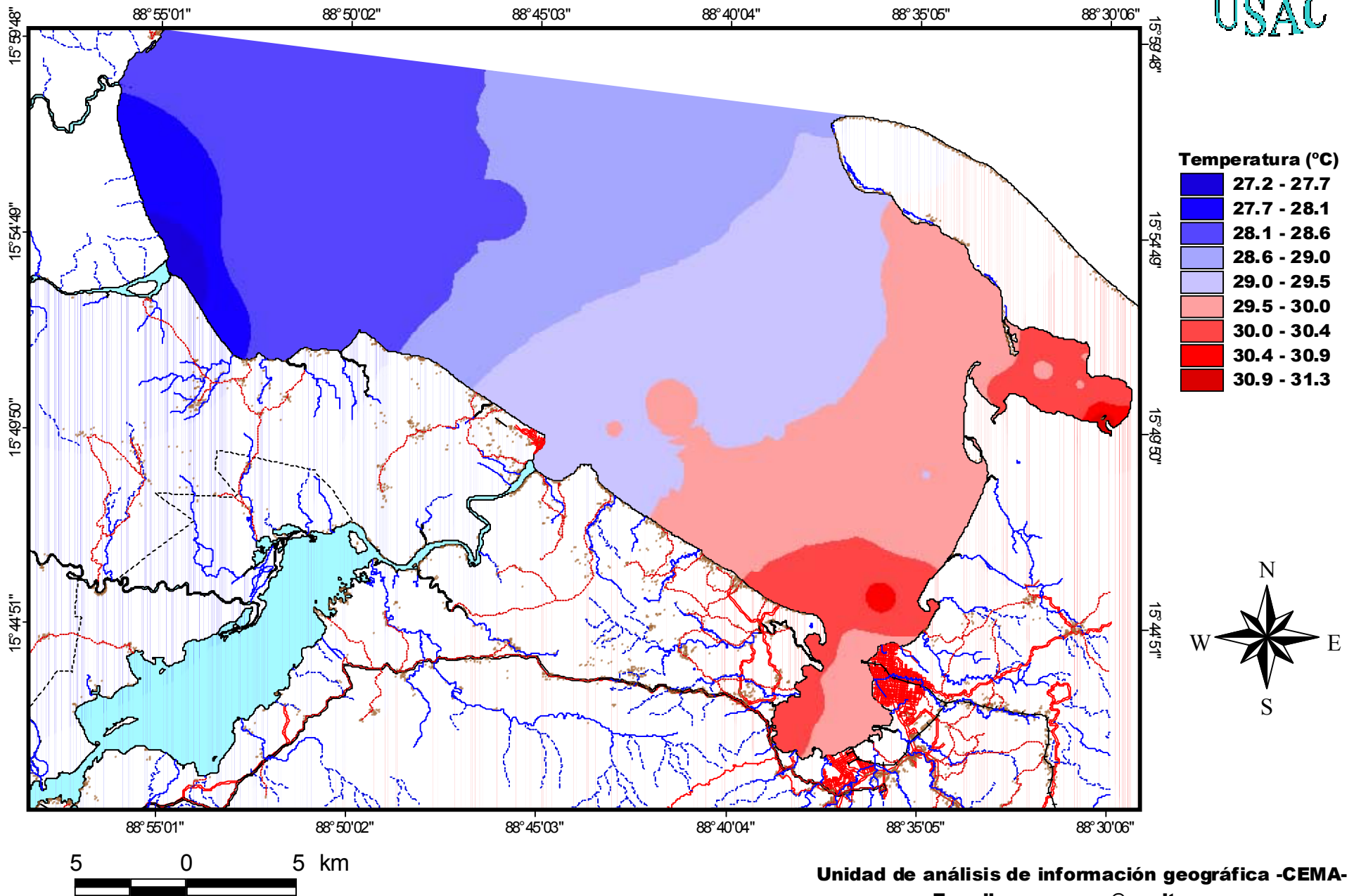
**Fig. 22: Temperatura máxima de superficie, 2,000**



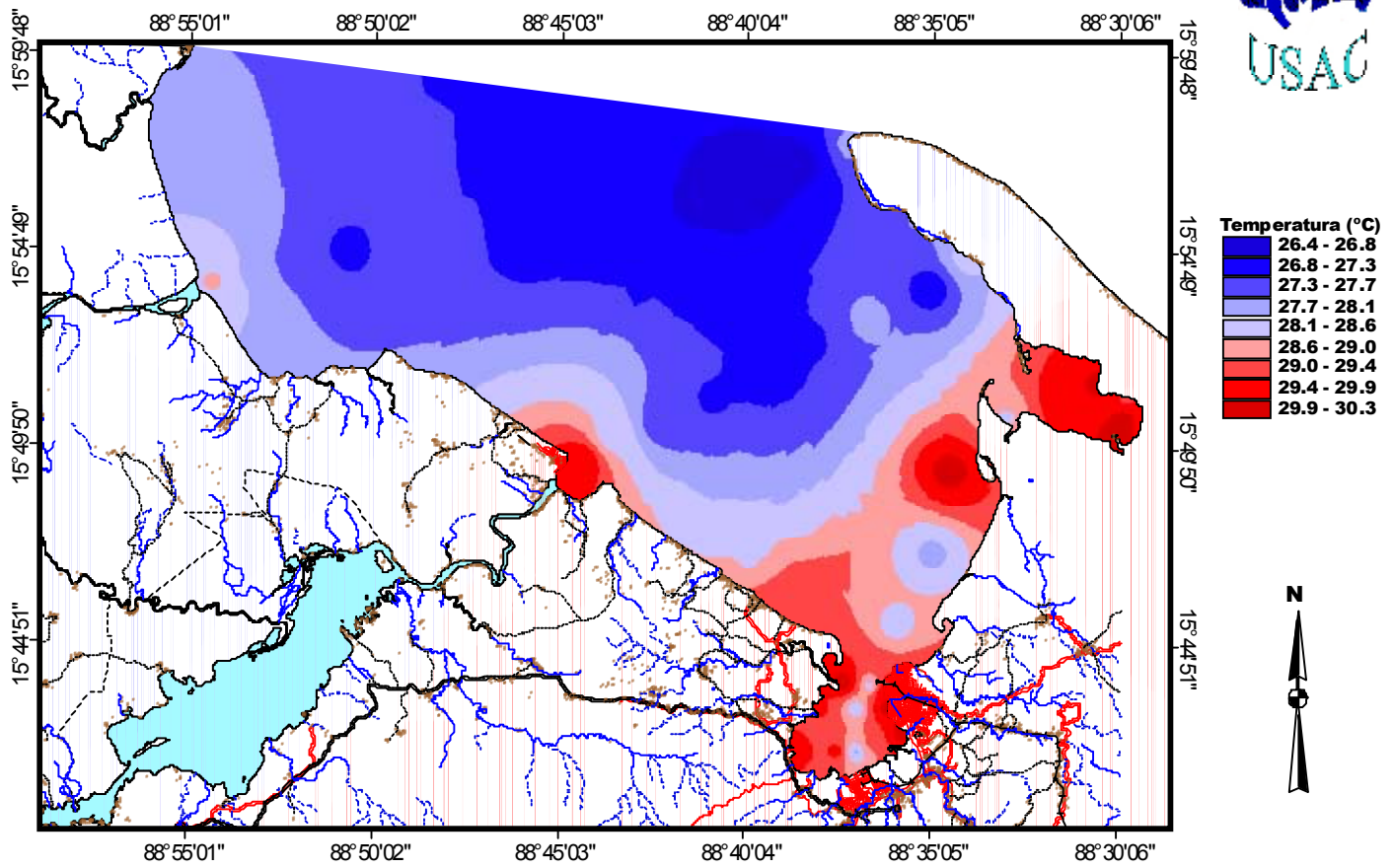
**Fig. 23: Temperatura mínima de superficie, 2,000**



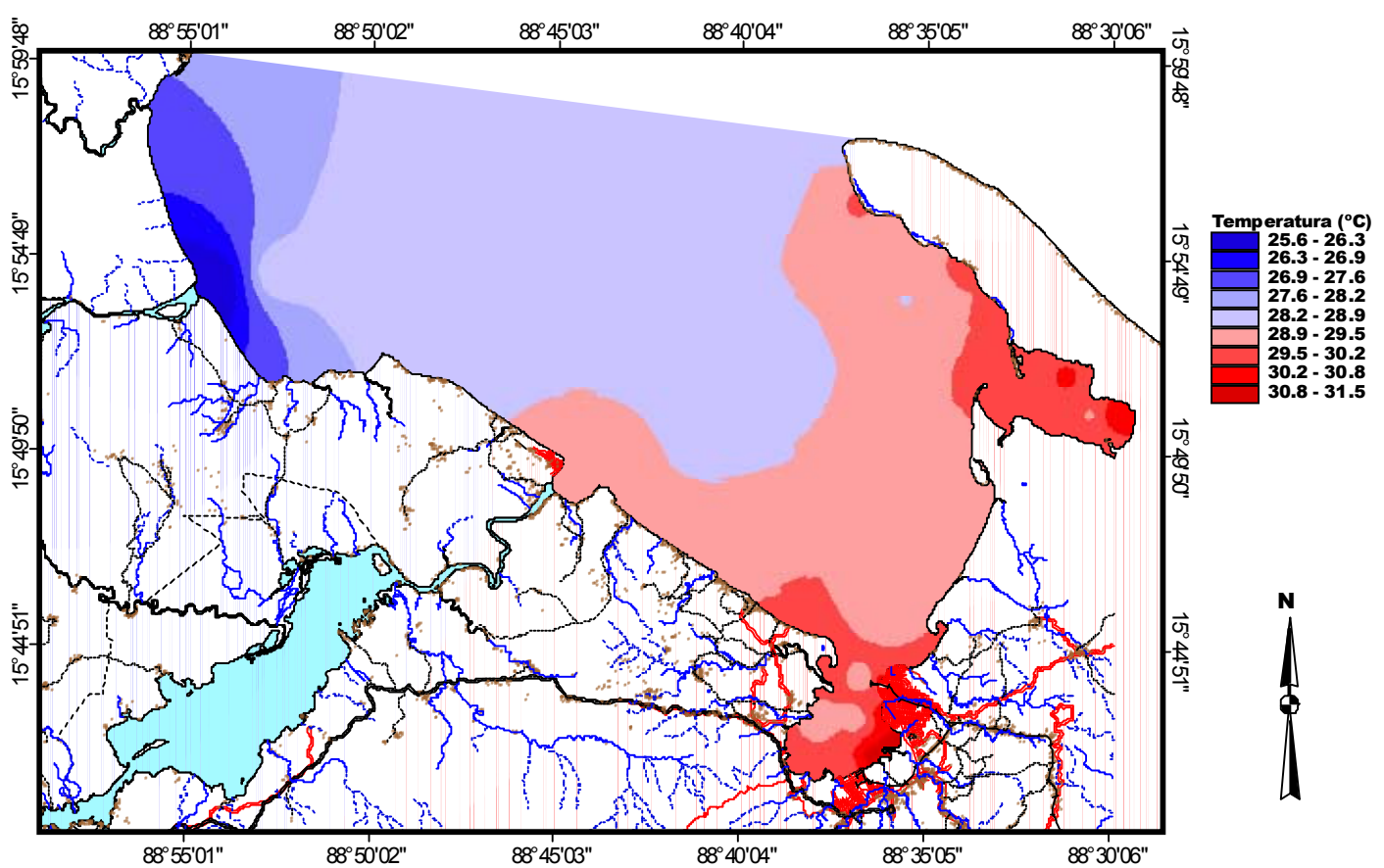
**Fig. 24: Temperatura promedio de superficie, 2,000**



**Fig. 25: Temperatura máxima de fondo, 2,000**



**Fig. 26: Temperatura mínima de fondo, 2,000**



## **pH DEL AGUA**

La acidez o alcalinidad de una solución se mide por su pH, que puede tomar valores entre 0 y 14 y es logaritmo negativo de la concentración de Hidrogeniones, la mayoría de las aguas naturales presentan un pH 6 y 9. El pH del mar es bastante uniforme, oscilando entre 7.5 y 8.5 (Hunnam, 1,993).

En lagos y estanques la alcalinidad de los bicarbonatos y carbonatos juegan un papel importante al dictar el potencial productivo, tal como el potencial que los sistemas alcanzar.

El gas Dióxido de Carbono disuelto en el agua forma el Ácido Carbónico, el incremento de la acidez está asociado con el aumento de Dióxido de Carbono por las lluvias que es filtrado a través de la capas superficiales ricas en materia orgánica de los suelos terrestres, acelerando el desgaste de materiales cercanos al Anhídrido Carbónico, ya que este tiene una función tampón, evitando que se produzca más acidez, provocando un incremento en la alcalinidad de los bicarbonatos en el agua y así del pH (Lannan, et-al, 1,986).

El agua de mar normalmente presente un pH alcalino, por su concentración de sales minerales (carbonatos y cloruros), los que permiten tener un pH mayor de 8.5 en ciertas ocasiones, el cual puede aumentar bajo condiciones especiales.

Por otro lado, los procesos fotosintéticos de las plantas extraen Anhídrido Carbónico del medio, aumentado la proporción relativa de hidroxilos y, por lo tanto la alcalinidad, porque los iones hidroxilo reaccionan con los iones bicarbonato produciendo sustancias insolubles como el Carbonato Cálcico. La presencia de minerales de nuevo proporciona el tamponamiento necesario para mantener las condiciones (Hunnam, 1,993). Cuando el pH esta arriba de 8.5, puede ser peligroso, solo cuando tenemos altos contenidos de Amonio Disuelto, lo que no pasa en medio natural (Dakin. 1,992).

### pH de Superficie

Los valores máximos se observan en la figura 27, donde tenemos un dato de 9.1, en el frente marino durante el muestreo de diciembre, realmente no se puede explicar un valor tan alto, podría haber un poco de sesgo en la Sonda Oceanográfica, porque los valores mínimos para ese crucero fueron de 8.0 a 8.1, siendo esto valores normales en aguas superficiales marinas, aunque por la hora tendríamos un efecto de la fotosíntesis y el uso de productos de Carbono.

Como se menciona anteriormente el agua de mar posee un pH mayor con relación al agua dulce por su contenido de Carbonatos, los que provocan un efecto tampón.

Los valores mínimos en superficie se observan en la figura 28 durante el muestreo de julio, donde tuvimos la mayor precipitación pluvial, lo que condujo a disminuir la salinidad y por consiguiente el pH del sistema, lo que es normal. El rango mínimo se alcanzo a un rango de 6.0 a 6.2 y un máximo de 7.4 a 7.6, valores que se comportan entre rangos aceptables.

### pH Promedio de Superficie

En la figura 29 se observa el pH promedio de la superficie de la Bahía de Amatique, a través de los 7 muestreos realizados durante el 2,000.

Aquí se observa que los valores mínimos siempre están asociados a los frentes de agua dulce que fluyen por los distintos ríos grandes o pequeños que inciden dentro de la Bahía. El frente marino marca perfectamente su territorio, entrando siempre por el extremo de Punta de Manabique donde se observan los mayores valores de pH con un rango de 8.03 a 8.10.

Los valores mínimos alcanzan un rango de 7.43 a 7.50, y se presentan principalmente en la desembocadura del Río Sarstún y dentro de Bahía la Graciosa, por sus altos

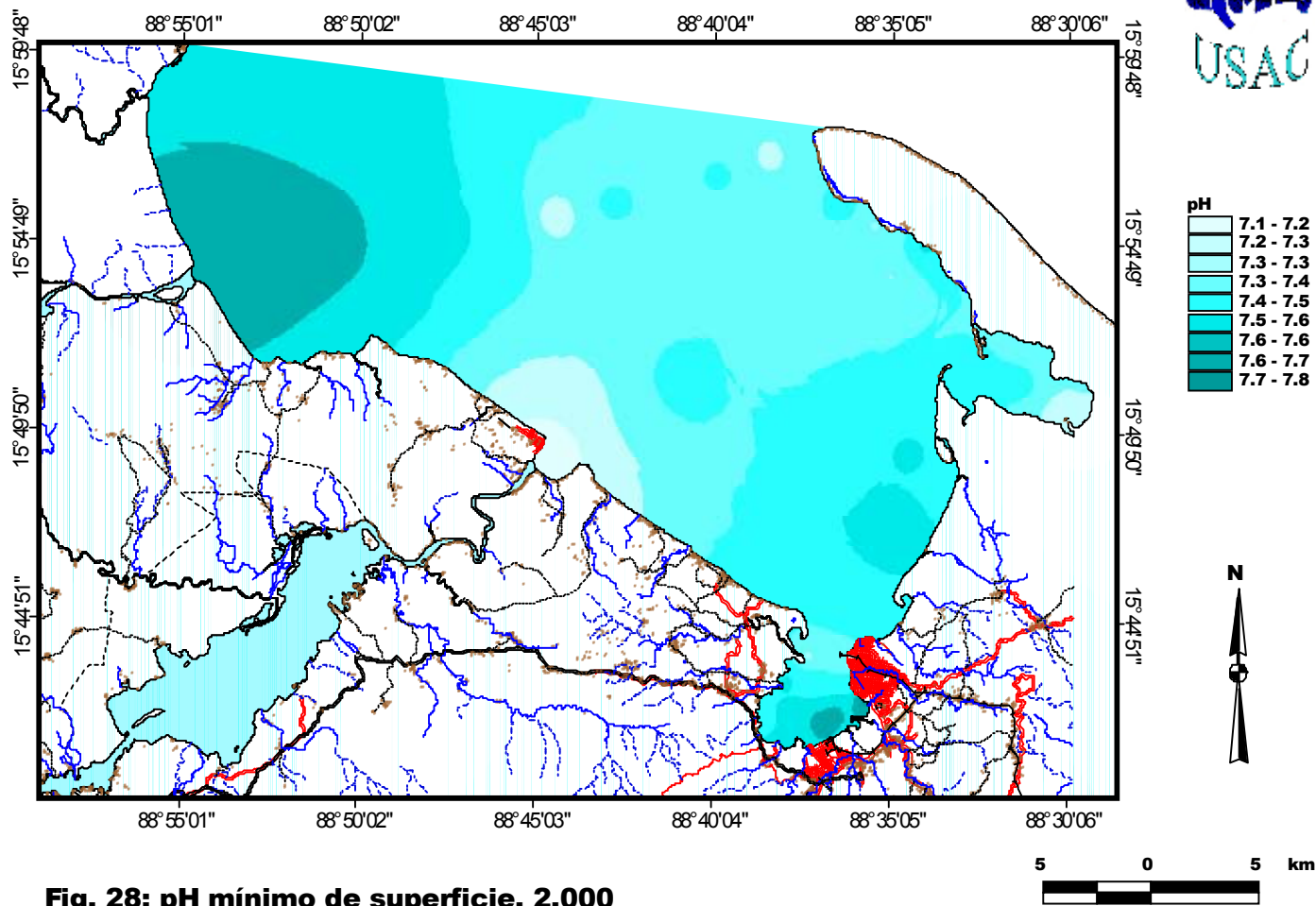
contenidos de agua dulce y de que esta zona de Guatemala presenta una alta precipitación pluvial anual.

### pH de Fondo

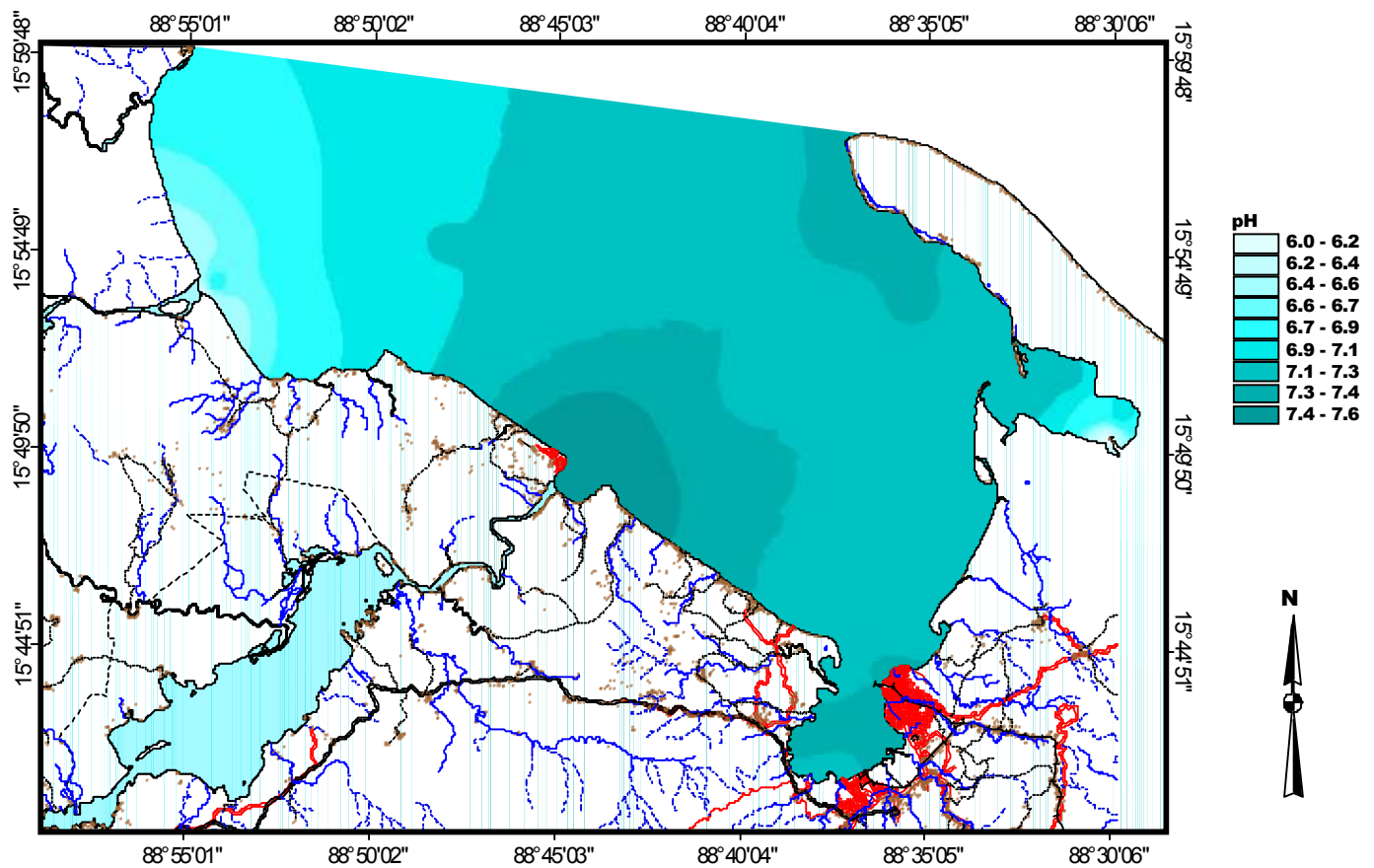
El pH máximo observado estuvo en un rango de 9.0 a 9.2 siempre durante el mes de diciembre, y lo observamos en el frente marino y cuando de se lleva a cabo el choque con la corriente de agua dulce del Río Sarstún, los valores más bajos en figura 30 fueron de 7.7 a 7.9 especialmente en la desembocadura del Río Dulce, el que presenta un comportamiento distinto al del Sarstún, lo cual merece hacer una investigación de ambos sistemas acuáticos, para determinar su dinámica y sus parámetros físicos y químicos propios, con los cuales se pueda realizar una comparación de los mismos.

El pH mínimo de fondo figura 31 muestra un comportamiento singular, que se presentan valores muy puntuales en los transectos de Punta de Manabique – Río Dulce y Bahía de Santo Tomas de Castilla hacia Punta Moreno. Donde se observan los valores mínimos, que estuvieron dentro de un rango de 6.6 a 6.7 y los valores máximos observados dentro de esta figura fueron de 7.8 a 7.9, donde siempre se observa una alta influencia de las aguas oceánicas.

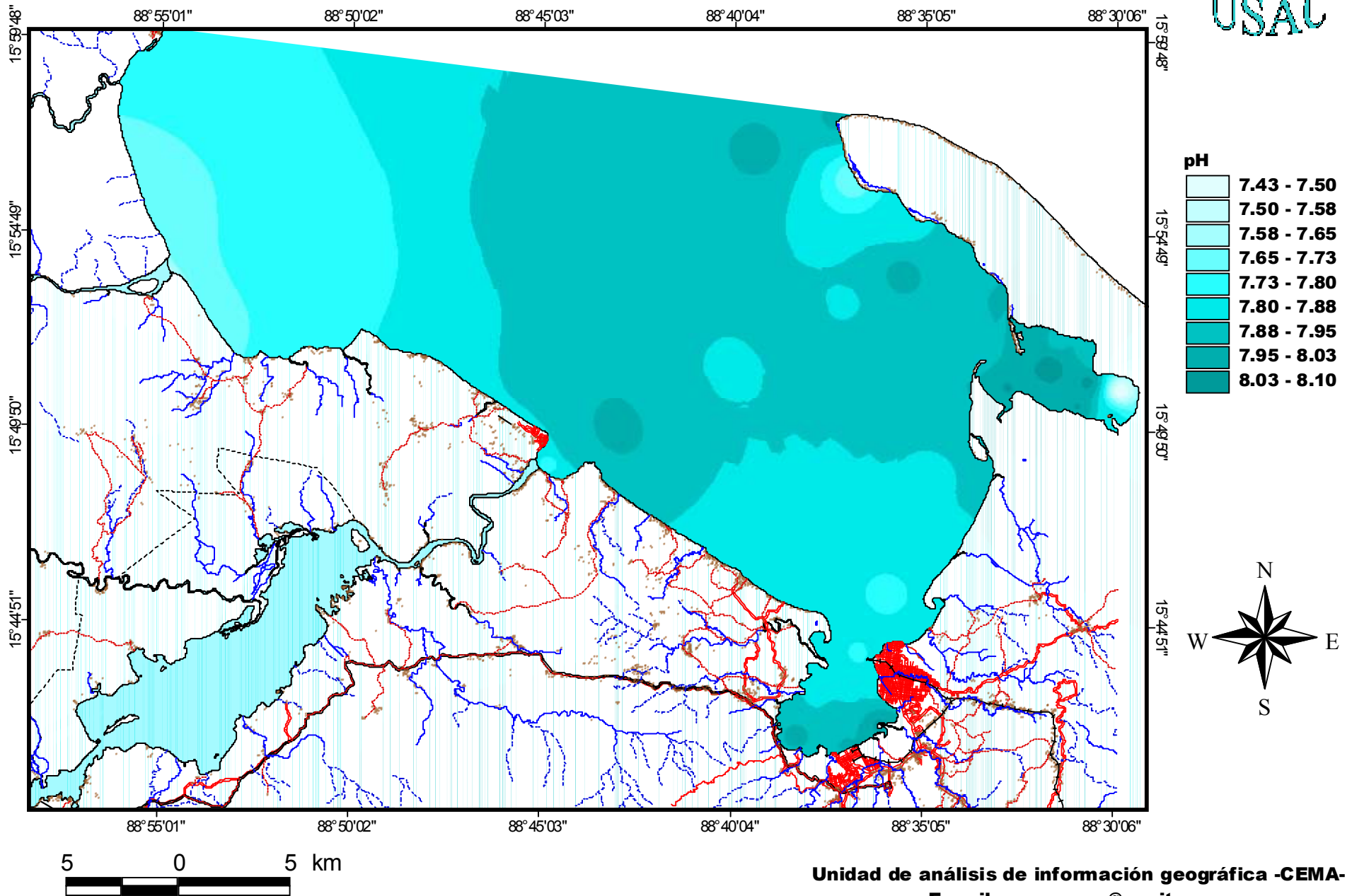
**Fig. 27: pH máximo de superficie, 2,000**



**Fig. 28: pH mínimo de superficie, 2,000**

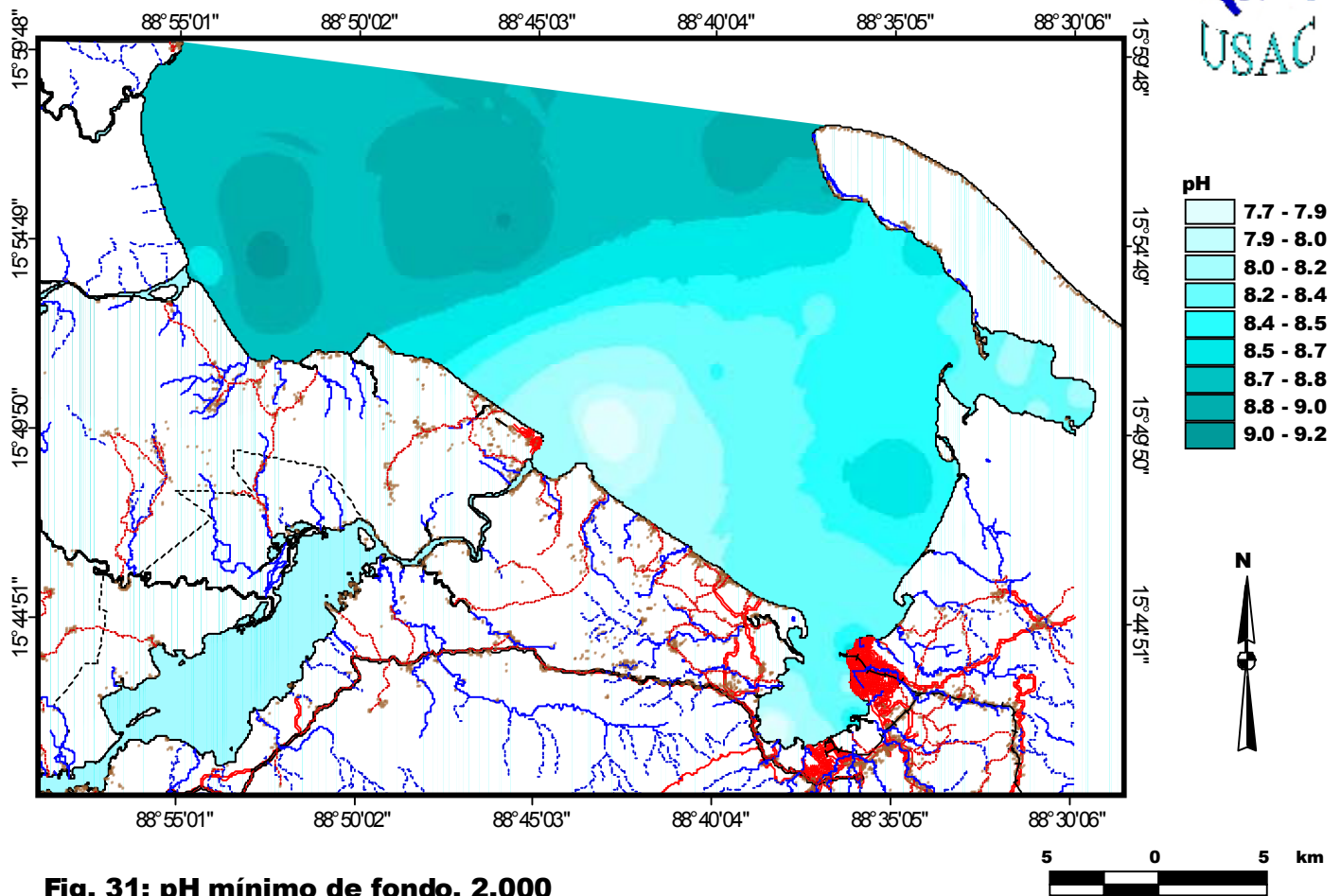


**Fig. 29: pH promedio de superficie, 2,000**

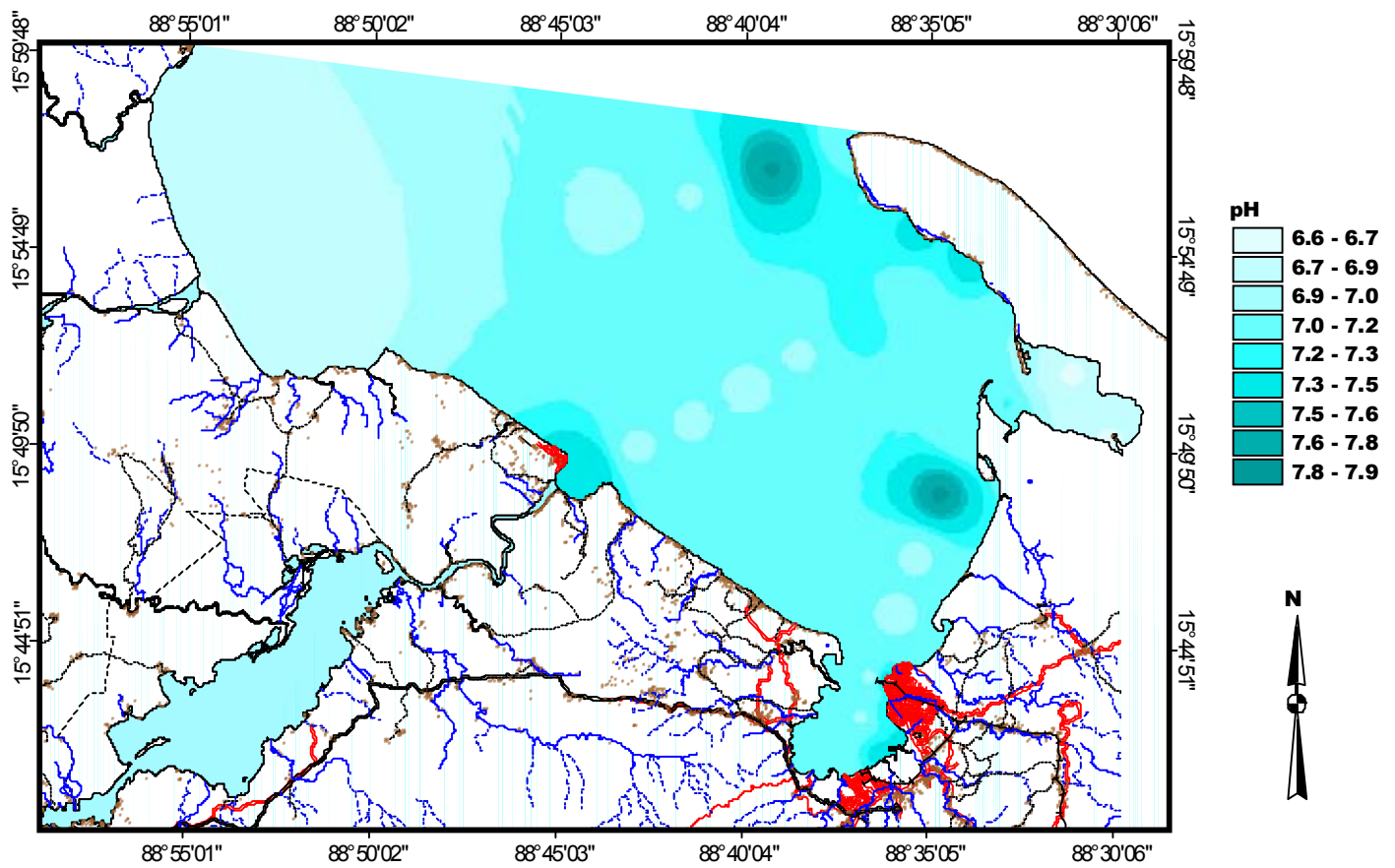




**Fig. 30: pH máximo de fondo, 2,000**



**Fig. 31: pH mínimo de fondo, 2,000**



## **CONCLUSIONES**

- El sistema de Bahía de Amatique se comporta como un Estero con Cuña Marina.
- Es un sistema de alta productividad por la mezcla de nutrientes aportados de los ríos, que se combinan con el frente marino.
- La mayoría de parámetros se comportaron en forma normal, no encontrándose valores extremos para los datos.
- El sistema Bahía de Amatique puede ser utilizada para trabajos de maricultura, debido a poseer en promedio anual mayor de 20 ppt. en la mayor parte del área que ocupa.
- Las Bahía de Santo Tomas de Castilla y la Graciosa, presentan características propias, que las distinguen del sistema principal.
- Sus contenidos de NTU y la Transparencia, indican que es un sistema estable, en el cual no esta eutrificado y por el alto intercambio de agua que posee al día, es un ecosistema bastante sano todavía.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda continuar con los estudios oceanográficos, con el fin de conocer el comportamiento más exacto del ecosistema.
- Se deberá evaluar el sistema de corrientes en el sistema principal y los subsistemas, con el fin de conocer su dinámica y en caso de emergencia saber el comportamiento de los flujos internos.
- Utilizar información de satélite del tiempo, para indicar a los pescadores los lugares con condiciones adecuadas para la actividad y disminuir los costos de producción.
- Fijar un centro de investigaciones marino – costeras en Livingston, el cual realice investigación y extensión, en el sentido de conocimiento del área y para el desarrollo de proyectos productivos para la comunidad.
- Que el Centro de Estudios del Mar y Acuicultura continúe apoyando las investigaciones en el área, con el fin de lograr un desarrollo sustentable.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Lannan, J., O. Smitrerman y G Tchobanoglous. 1,986. Principles and Practices of Pond Aquaculture. Oregon State University Press. U.S.A. 252 p.

Hunnam, Peter. 1,993. EL ACURIO VIVO, agua dulce y salada. Editorial Raíces. España. 240 p.

Dakin, Nick. 1,992. The Book of the MARINE AQUARIUM. Tetra Press. U.S.A. 400 p.

Brenes, Carlos. 1,996. CONCEPTOS BÁSICOS DE OCEANOGRAFIA FÍSICA. Universidad Nacional, Heredia. Costa Rica.

Brenes, Carlos y S. León. HIDROGRAFIA DEL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA. Universidad Nacional, Heredia. Costa Rica. 29 p.

De la Cruz, Jorge. 1,982. CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA DE GUATEMALA, A NIVEL DE RECONOCIMIENTO. Ministerio de Agricultura. Guatemala. 42 p.

Tomczak, Matthias. 1,998. Physical Oceanography. Internet. [es.flinders.edu.au](http://es.flinders.edu.au).

Saborio, Javier. 1,997. POLÍTICAS DE MANEJO COSTERO Y OCEANICO, sistemas de información geográfica y aplicaciones costeras. Universidad Nacional, Heredia. Costa Rica. 28 p.

INEGI. 1,993. BASE DE DATOS GEOGRAFICOS, modelo de datos vectoriales. INTERNET. México. 16 p.

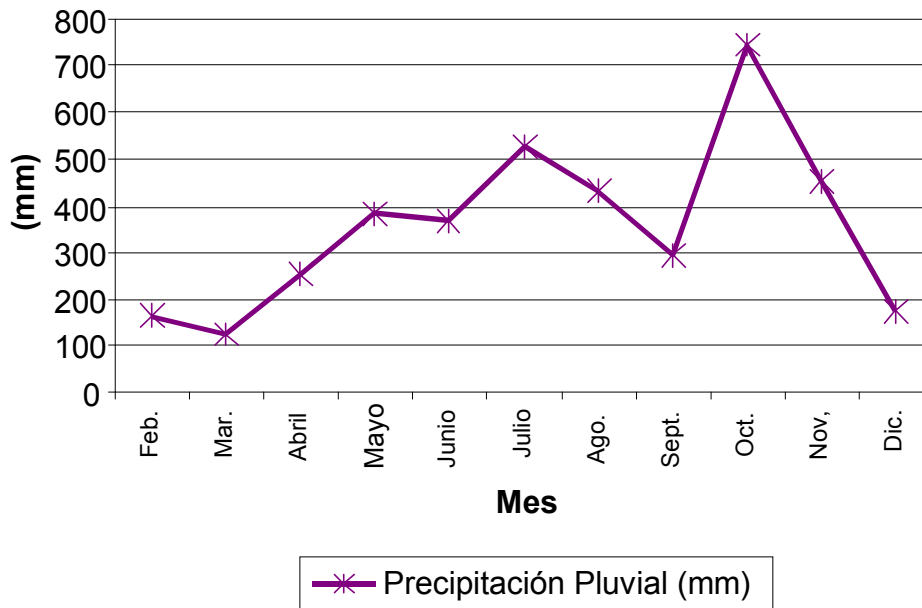
# **ANEXO**

**Tabla 1:**

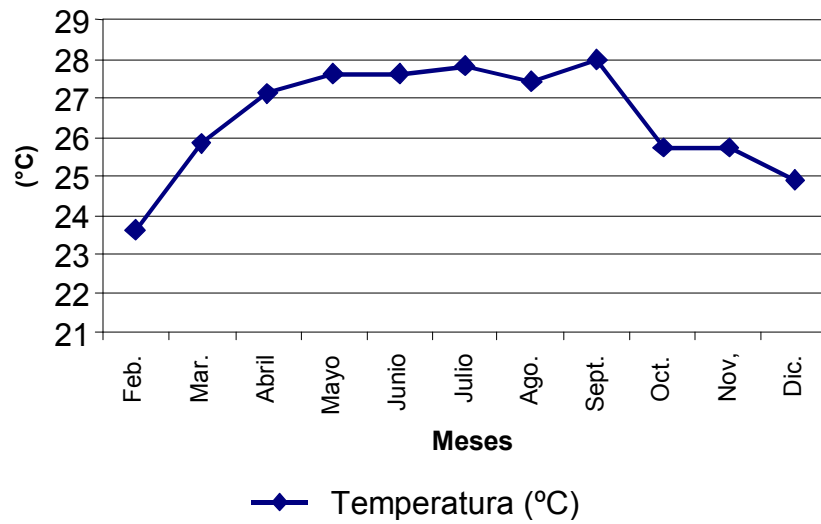
Valores medioambientales en el Atlántico guatemalteco durante el año 2,000.

Datos/Mes	Feb.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Temperatura °C, Máxima del	28	30.5	31.8	31.3	31.2	31.5	31.2	32.2	29.7	29.8	27.3
Temperatura °C, Mínima del	19.5	21.1	22	23.7	23.3	23.4	27.4	23.4	22.9	21.5	18.2
Tempera. °C, Promedio del A	23.6	25.8	27.1	27.6	27.6	27.8	27.4	28	25.7	25.7	24.9
Días de Precipitación	6	11	9	20	20	29	26	16	27	17	16
Precipitación Pluvial (mm)	165.4	123.2	255.3	384	369.5	525.7	430.7	294.6	746.2	452	173.4

**Gráfica 1: Precipitación Pluvial en el Atlántico, durante el 2,000**



**Gráfica 2: Temperatura Promedio del Aire,  
en el Atlántico, durante el año 2,000**



## **COMPONENTE DE FITOPLANCTON**

Por: T.U.A. Luis Ricardo Salvador Pacas Martínez

### **INTRODUCCIÓN**

La costa Atlántica de Guatemala posee un alto potencial pesquero según Bovay Engineers (1,975), y señala Matthes (1,986) que en el Atlántico la productividad primaria es alta, teniendo la pesca un buen rendimiento. La zona de la Bahía de Amatique, además de contar con las características anteriores es un hábitat muy importante, ya que funciona como un área de criadero para muchas especies, beneficiando las pesquerías en la zona, así mismo las del Golfo de Honduras. Debido a la importancia de ésta, es necesario contar con información de sus recursos y cómo se comportan los componentes del ecosistema.

Actualmente, no se cuenta con información del fitoplancton presente en la Bahía de Amatique y en especial sobre microalgas tóxicas, ya que estas tienen efectos negativos en las áreas la salud pública, comercio y turismo. El presente trabajo proporciona información sobre las especies presentes en el área y su distribución. Estos conocimientos contribuirán para la elaboración de planes de monitoreo y control de proliferaciones de microalgas tóxicas, la prevención de intoxicaciones por consumo de mariscos, que puedan afectar a la población y el turismo, viéndose afectada la economía del área.

Este estudio tiene algunas limitaciones, de las cuales cabe mencionar el método de colecta de las muestras ya que se utilizó una red de fitoplancton de 20  $\mu\text{m}$ , la cual tiende a ser selectiva ya que las especies pequeñas pasan a través de la malla, o bien, quedan atrapadas entre la materia orgánica pasando desapercibidas. Además con el arrastre los organismos que son frágiles se dañan o destruyen. Otra de las limitaciones es que sólo se trabajó con material preservado, por lo cual, ciertas especies no pueden ser identificadas debido a la deformación de éstas por el fijador.



Por limitaciones económicas y de tiempo este trabajo incluye sólo ciertos taxones, aunque debemos esperar que éste sea la base para estudios futuros, con los cuales se podrá seguir enriqueciendo el conocimiento de nuestros ecosistemas.

## **OBJETIVOS**

### Objetivo General:

- Generar información sobre el fitoplancton presente en la Bahía de Amatique, principalmente de las especies de microalgas tóxicas.

### Objetivos Específicos:

- Identificación del fitoplancton presente en la Bahía de Amatique.
- Determinar las especies de microalgas tóxicas presentes.
- Elaborar un catálogo de los dinoflagelados identificados.

## **ANTECEDENTES**

En el Atlántico de Guatemala se desconocen las proliferaciones de microalgas o intoxicaciones por consumo de mariscos, ya que no hay ningún reporte oficial de estos sucesos y menos sobre estudios del fitoplancton en el área.

Aunque en publicaciones anteriores como la de Balech's (1,985) menciona la presencia de *Pyrodinium bahamense var. bahamense* en el Mar Caribe, así como en la publicación de Cortes y Hernández (1,996) donde menciona la presencia de algunas especies tóxicas como *Gambierdiscus toxicus*, *P. bahamense var. bahamense* y algunas especies de *Prorocentrum*. Aunque se cree que *P. bahamense* no es tóxico como su similar *P. bahamense var. compressum* en el Océano Pacífico (Cortes 1,993; Rosales 1,989).

Faust (1,996), reporta una población de 22 Taxa de dinoflagelados en detritus, sedimentos y plancton. De las cuales 11 especies son bénticas y 1 Especie nerítica, tóxicas y 5 especies bentónicas potencialmente tóxicas, en el ecosistema de manglar denominado Twin Cays, Belice. También se menciona que los manglares son ecosistemas ideales para el desarrollo de dinoflagelados tóxicos. Un estudio reciente de Faust (1,999), en el Mar Caribe reporta 3 nuevas especies de *Ostreopsis*, que pueden ser tóxicas para el hombre y se encuentran distribuidas en aguas cálidas marino-costeras.

Estudios de Fukuyo (1,981), sobre dinoflagelados bénticos en arrecifes de coral, en el cual encontró 4 especies de *Prorocentrum*, 2 de *Amphidinium*, 3 de *Ostreopsis*, *Coolia monotis* y *G. toxicus* e incluye 4 especies nuevas en este trabajo *P. emarginatum sp. nov.*, *P. concavum sp. nov.*, *Ovata sp. nov.* y *O. Lenticularis sp. nov.*

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **Descripción del área de estudio**

La Bahía de Amatique se encuentra localizada en la costa del Atlántico guatemalteco, la cual tiene una longitud de 148.1 km., y está influenciada por tres ríos principales: El Motagua, El Sarstún y el sistema Polochic-Lago de Izabal-Río Dulce, área que está comprendida dentro del departamento de Izabal, Guatemala. Estos últimos ríos tienen una influencia directa sobre la Bahía de Amatique, la cual posee pequeñas bahías, siendo éstas: Bahía de Santo Tomás de Castilla (al Sur) y Bahía La Graciosa (al Noreste). Este ecosistema tiene profundidades máximas de 35 metros enfrente de Punta de Manabique y mínimas de 1.5 metros dentro de Bahía La Graciosa.

La zona donde se encuentra la Bahía de Amatique es considerado como la única área tropical de Guatemala, con una superficie de 2,636 km<sup>2</sup> representando el 2.42% de la superficie total del país. Teniendo como características un elevado porcentaje de lluvias con un promedio de 3,600 mm/año y una temperatura de 27 °C.

### **Características generales de los dinoflagelados**

Las dinoflagelados representan el grupo más abundante de las algas del fitoplancton después de las diatomeas, con un número estimado en 2,000 especies de acuerdo con Taylor (1,987) y de 1,424-1,772 según Sournia et al. (1,991); de las cuales, la mitad es heterótrofa (Gaines y Elbrächter, 1,987), aunque algunas pueden combinar su carácter autótrofo y heterótrofo (Spector, 1,984; Sournia, 1,986). Por esta razón algunos autores las han clasificado como protozoarios y otros como protofitas.

La mayoría de los dinoflagelados son unicelulares móviles, aunque algunas forman cadenas o estados palmeloides; comunes en el fitoplancton de aguas dulces, salobres y marinas. Las pocas formas cocoides y filamentosas conocidas se reproducen asexualmente liberando un dinoflagelado típico, célula móvil caracterizada por un

flagelo altamente especializado que generalmente rodea a la célula en una ranura transversal superficial, además del segundo flagelo dirigido posteriormente (Marshall, 1,987).

Presentan asimetría característica en la mayoría de los casos, con o sin pigmentos fotosintéticos, presenta dos flagelos. Las células generalmente son uninucleadas o binucleadas, pueden ser móviles e inmóviles, planctónicas, bénticas, simbiontes o parásitas, con un núcleo eucarionte y otro de carácter dicarion. Por su nutrición pueden ser autótrofos, auxótrofos y heterótrofos.

Además, de otras características que hacen a los dinoflagelados únicos y que los separa de los otros grupos de algas, se destaca la capacidad de bioluminiscencia, aunque se desconoce la importancia ecológica de estos destellos, la intensidad de la bioluminiscencia está controlada por un ritmo circadiano.

Los dinoflagelados forman parte de varios tópicos de interés ecológico como lo son las proliferaciones de microalgas, conocidas como marea roja y las asociaciones simbióticas con varios invertebrados marinos. Algunas especies marinas liberan toxinas que pueden acumularse en los mariscos, produciendo intoxicaciones en los seres humanos por el consumo de estos (Marshall, 1,987).

Pueden ser clasificados en dos grupos principales; los dinoflagelados desnudos y los tecados. Los dinoflagelados desnudos o atecados poseen una pared celular o teca, también conocida como Anfiisma puede ser muy fina y relativamente sin ornamentación, pero factible de revelar la presencia de placas, mediante técnicas de microscopía. Entre los dinoflagelados que presentan este tipo de estructura podemos encontrar el Género *Gymnodinium*. Dentro de las especies tecadas podemos encontrar *Dinophysis*, *Protoperidinium*, *Ceratium*, donde la teca puede estar formada por una pared celular de placas celulósicas con espinas y rebordes. La estructura básica es una serie de membranas y la tabulación de las tecas es la base de su clasificación.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materiales:**

#### *Equipo de Laboratorio:*

- Microscopio compuesto, con cámara fotográfica incorporada.
- Cámara de Sedgewick-Rafter
- Porta y cubre objetos marca Superior
- Pinzas, pipetas 1ml y micropipetas
- Guías de identificación:
  - Carmelo R Tomas. 1,997 “Identifying Marine Phytoplankton”
  - Fukuyo Y., Takano H. “Red Tide Organisms in Japan, An Illustrated Taxonomic Guide”
  - Balech E. 1,988 “Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental”
  - Licea S. Moreno J.L. 1,995 “ Dinoflagelados del Golfo de California”
  - Licea S. Moreno J.L. 1,996 “ Diatomeas del Golfo de California”
  - Cupp E. “Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America”.
- Computadora Pentium III de 600 MHZ y una impresora.
- 10 rollos fotográficos asa. 100.
- Un escáner de alta resolución.

#### *Equipo de Campo:*

- Frascos plásticos de 1/5 litro con una boca de 2 cm y tapón plástico.
- Botella de Niskis de 2 lt. y botella de Van Dor de un litro.
- Red de fitoplancton de 25 micras.
- Lancha tiburonera de fibra de vidrio, de 23´ de eslora y un motor marino de 40 HP.
- ½ litro de lugol ácido
- Cámara fotográfica.
- Combustibles y Aceite de 2 tiempos
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

## Metodología

### *Muestreos*

Los muestreos se realizaron durante los siete cruceros de investigación oceanográfica y pesquera que realizó -CEMA-, en el Atlántico de Guatemala. La colecta de las muestras se hizo en cinco diferentes puntos dentro de la Bahía de Amatique (ver figura 32), se realizaron arrastres superficiales con una red de plancton de 25 micras, a una velocidad de 5 km/h con una duración de 1.0 minuto. También se obtuvieron muestras de pastos marinos, las cuales se colectaron con la ayuda de equipo Scuba y bolsas plásticas, en las cuales se introdujo los pastos cortados desde el tallo, agregándole un poco de agua de la misma área, después se sacaron a la superficie y se agitó la bolsa con la finalidad de desprender las microalgas adheridas a estas, después el agua se filtró en la red de fitoplancton. Luego las muestras se colocaron en frascos debidamente etiquetados, siendo fijados con lugol ácido, se almacenaron en una hielera y se trasladaron al laboratorio del CEMA, para su análisis.

### *Identificación*

Se realizó en el laboratorio de microalgas del CEMA, se analizó la muestra colocándola en una cámara de Sedgewick-Rafter, se observó en el microscopio compuesto utilizando objetivos de 4X, 10X, 20X para hacer una identificación de las especies tóxica y no tóxicas. Esta se llevo a cabo; con base a las guías de identificación de microalgas.

Las especies de importancia para el estudio se aislaron con una micropipeta, luego se colocaron en un portaobjetos con su cubreobjetos, donde se aplicaron las diferentes técnicas de rotación de las células, observando así las estructuras celulares, en estas observaciones se utilizaron los objetivos; 20X, 40X y 100X. Las especies observadas fueron fotografiadas; las fotos se mandaron a expertos extranjeros que apoyan la investigación, y confirmar la identificación. Estas fotos también forman un registro visual de todas las especies encontradas en la Bahía de Amatique, las cuales fueron incorporadas al trabajo.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se encontraron 25 especies de dinoflagelados, de los cuales se identificaron 22 hasta Especie y 3 hasta Género. Las especies encontradas se distribuyen en 10 Familias, pertenecientes a los Ordenes Prorocentrales, Dinophysiales, Gonyaulacales y Peridinales.

Se encontraron 5 especies tóxicas, 3 pertenecen a la Familia Prorocentraceae, que son responsables de intoxicación diarreica por moluscos (DSP) y se les asocia con Ciguatera, siendo estas: *Prorocentrum lima*, *P. mexicanum* y *P. concavum*; las otras dos pertenecen a las Familias Dinophysiaceae (*D. caudata*) y GoniDOMataceae (*G. toxicus*), siendo la primera causante de DSP y la segunda de Ciguatera.

Las especies de dinoflagelados más abundantes durante los muestreos realizados pertenecen a las Familias Ceratiaceae y Prorocentraceae, este dato se determinó mediante la observación, ya que no se hizo un análisis cuantitativo de las muestras.

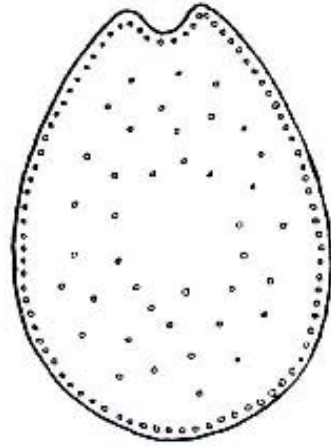
Se observó una o más especies tóxicas durante cada muestreo, aunque la cantidad de estas variaba, esto hace necesario la realización de monitoreos que determinen las épocas de mayor abundancia.

Así mismo, dichas especies se encontraron en todos los puntos de muestreo, esto se debe a que el ecosistema de la Bahía de Amatique está influenciado por las mareas y las corrientes, haciendo que las microalgas sean llevadas a todas las áreas de la misma.

Los organismos encontrados se presentan a continuación en forma de un catálogo, con nombre científico y fotografía de la Especie (fotografías tomadas por el investigador en el Laboratorio de –CEMA–), los dibujos se escanearon de las guías de identificación, así como, su clasificación taxonómica, sinónimos, descripción, distribución y toxicidad.



***Prorocentrum lima***  
**(Ehrenberg) Dodge 1,975**



**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *lima*

**Descripción:** Célula ovalada. La porción anterior es indentada, mientras que la porción posterior es más redondeada, con la teca derecha excavada en forma triangular. Tecas con numerosos poros, especialmente en los márgenes; la región central de la teca carece de ellos. Longitud 32-70  $\mu\text{m}$ , transdiámetro 20-38  $\mu\text{m}$ .

**Distribución:** Especie nerítica y estuarina, puede ser béntica, epifita y ticoplanctónica, con distribución mundial

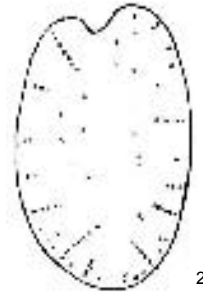
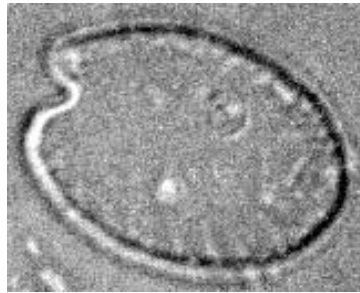
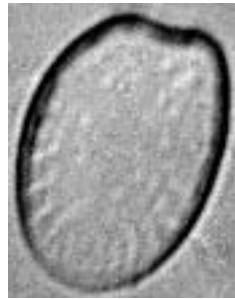
**Toxicidad:** Se asocia con el envenenamiento diarreico por consumo de mariscos (DSP) y principalmente con Ciguatera.

---

<sup>1</sup> Tomada de Fukuyo, 1,981.

## ***Prorocentrum mexicanum***

**Tafall, 1,942**



### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *mexicanum*

**Sinónimos:** *Prorocentrum rhathymum* Loeblich, Sherley y Schmidt.

**Descripción:** Célula ovalada a forma de corazón, con la región posterior redondeada. La región anterior presenta una ligera depresión y una espina con una aleta incipiente. En la región anterior a la izquierda de la valva se encuentra un anillo de poros de tricocistos, arriba de la valva derecha cerca del poro flagelar. La banda intercalar es ancha y rugosa, no formada por espinitas. Los poros de la teca muestran un arreglo de filas diagonales, perpendicular a la sutura, la parte media y el centro de la valva sin poros de tricocistos. Mide 38-40  $\mu\text{m}$  de longitud; 22-25 de transdiámetro y 2-3  $\mu\text{m}$  de longitud de la espina.

**Distribución:** Especie nerítica y estuarina, puede ser ticoplanctónica. Encontrada en aguas tropicales y subtropicales.

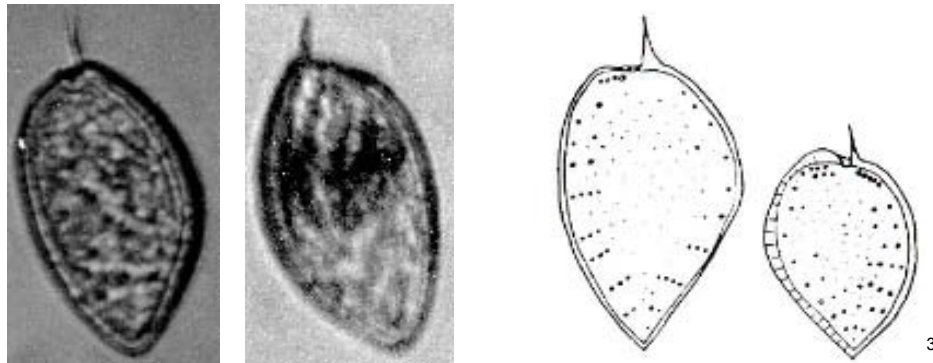
**Toxicidad:** Se asocia con Ciguatera y DSP.

---

<sup>2</sup> Tomada de Fukuyo, 1,981.

## ***Prorocentrum micans***

**Ehrenberg 1,983**



### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *micans*

**Sinónimos:** *Prorocentrum schilleri* **Bohm**; *Prorocentrum levantinoide* **Bursa**.

**Descripción:** Células con el final anterior redondeado y el posterior aguzado, cuerpo ovalado, comprimidas lateralmente, asimétricas y un poco angulosas. La espina es prominente con ala. Las placas tecales están perforadas por numerosos poros de tricocistos, principalmente arregladas en hileras radiales; los cloroplastos contienen un gran pirenoide; el núcleo es grande en forma de V, esta situado en la región posterior final de la célula. Longitud 35-70  $\mu\text{m}$ , transdiámetro 20-50  $\mu\text{m}$ .

**Distribución:** Especie planctónica, nerítica y estuarina, puede ser encontrada en ambientes oceánicos. Cosmopolita de agua frías a tropicales.

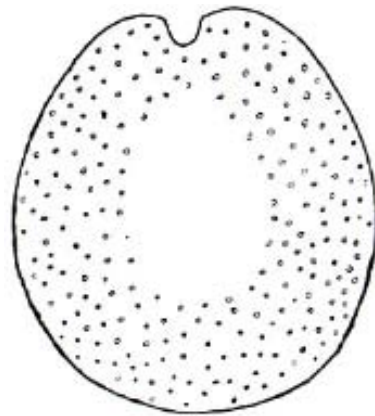
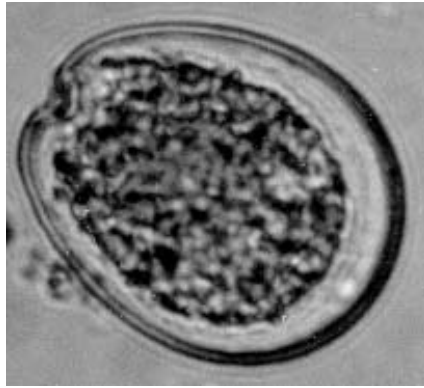
**Toxicidad:** Su toxicidad no se ha comprobado.

---

<sup>3</sup> Tomada de Cortes, 1,998 (Dodge, 1,975).

## ***Prorocentrum concavum***

**Fukuyo 1,981**



### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *concavum*

**Descripción:** Célula ampliamente ovoide en vista valvar, más ancha detrás del medio. El margen anterior es cóncavo y ambos lados de la concavidad se elevan en un extremo redondo. No presenta espina. El cuerpo se cubre por dos válvulas grandes y ocho platos diminutos que lo componen dos poros. En la región apical de la válvula izquierda está ligeramente dentada, considerando que la derecha es profundamente cóncava. Los ocho platos pequeños arreglados en forma triangular encajan a la concavidad.

**Distribución:** Especie béntica, puede ser ticoplanctónica. Encontrada en aguas neríticas tropicales.

**Toxicidad:** Especie tóxica.

---

<sup>4</sup> Tomada de Fukuyo, 1,981.

## *Prorocentrum gracile*

Schütt 1,895



### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *gracile*

**Descripción:** Célula similar a *P. micans*, aunque se distingue por el cuerpo lanceolado y la espina anterior más grande con una aleta. Placas tecales con poroides y poros visibles al microscopio de luz. A veces se observa una espina basal corta.

**Distribución:** Especie principalmente nerítica y estuarina. Cosmopolita, encontrada en aguas frías a tropicales.

**Toxicidad:** Especie no tóxica.

---

<sup>5</sup> Tomada de Paz, 1,997.

***Prorocentrum sp.***  
**Ehrenberg 1,833 (<50)**



**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *sp.*

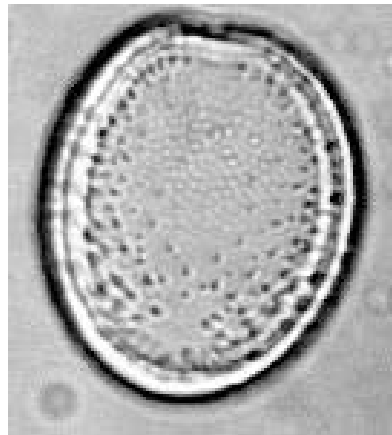
**Sinónimos:** *Exuviaella Cienkowski.*

**Descripción:** Célula pequeña triangular, en posición valvar. El extremo posterior es redondo y el anterior truncado. Es parecida a *P. minimun*.

**Distribución:** Especie planctónica, encontrada en estuarios, en el Mar Caribe guatemalteco.

**Toxicidad:** se desconoce si es una especie tóxica.

***Prorocentrum sp.***  
**Ehrenberg 1,833 (<50)**



**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Prorocentrales  
Familia: Prorocentraceae  
Género: *Prorocentrum*  
Especie: *sp.*

**Sinónimos:** *Exuviaella* Cienkowski.

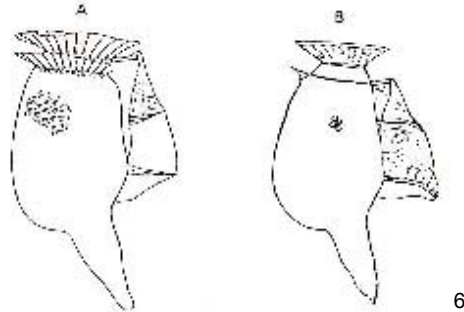
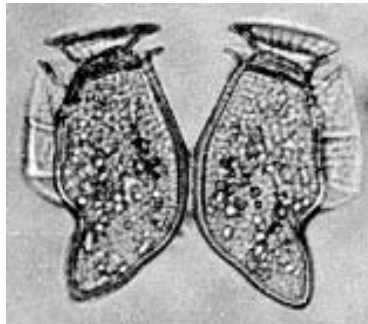
**Descripción:** Célula de forma ovalada, las tecas presentan espinas, célula de tamaño parecido a *P. mexicanum*.

**Distribución:** Especie encontrada en estuarios, en el Mar Caribe guatemalteco.

**Toxicidad:** No se conoce su toxicidad, ya que es una especie no identificada.

## Dinophysis caudata

Seville-Kent 1,881



### Clasificación:

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Dinophysiales  
Familia: Dinophysiaceae  
Género: *Dinophysis*  
Especie: *caudata*

**Sinónimos:** *Dinophysis homunculus* Stein.

**Descripción:** Células ovaladas a elípticas en vista lateral, la parte posterior es más redondeada. La Especie es muy variable. Las aletas cingulares son medianamente desarrolladas. La aleta sulcal izquierda es redonda y bien desarrollada, esta sostenida por tres radios; la aleta sulcal derecha esta reducida. Tecas esculpidas por poroides y perforadas por poros. Mide 39-44  $\mu\text{m}$  de largo y 25-29  $\mu\text{m}$  de transdiámetro.

**Distribución:** Especie nerítica y estuarina. Encontrada en aguas cálidas y tropicales, de todo el mundo. Puede encontrarse en aguas frías, pero se relaciona con la entrada de masas de aguas cálidas.

**Toxicidad:** Asociada con DSP.

---

<sup>6</sup> Tomada de Cortes, 1,998 (Steidinger y Tangen, 1,996)



***Dinophysis* sp.**  
**Ehrenberg 1,839 (<100 spp.)**



**Clasificación:**

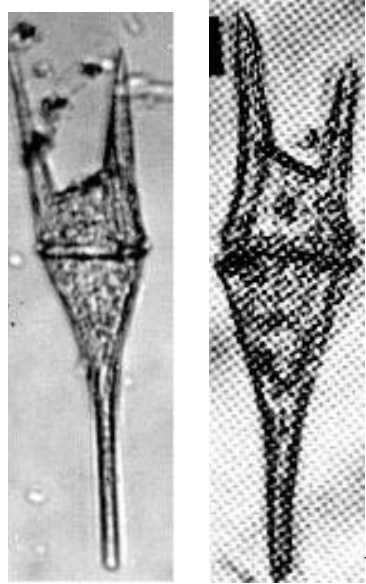
División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Dinophysiales  
Familia: Dinophysiaceae  
Género: *Dinophysis*  
Especie: *sp.*

**Descripción:** Célula redondeada, aleta sulcal es de tamaño medio está sostenida por dos radios.

**Distribución:** Encontrada en aguas tropicales. En el Mar Caribe guatemalteco.

**Toxicidad:** No se conoce.

***Ceratium furca var. hircus***  
**(Schröder) Margalef ex Sournia 1,859**



**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Ceratiaceae  
Género: *Ceratium*  
Especie: *furca var. hircus*

**Descripción:** Cuerno apical recto contínuo con epiteca. Cuernos antapicales largos iguales divergentes. Cuerpo ornamentado, puntuaciones finas. Cuerpo más robusto que *Ceratium furca*. Longitud 120-138  $\mu\text{m}$ , 45-46  $\mu\text{m}$ .

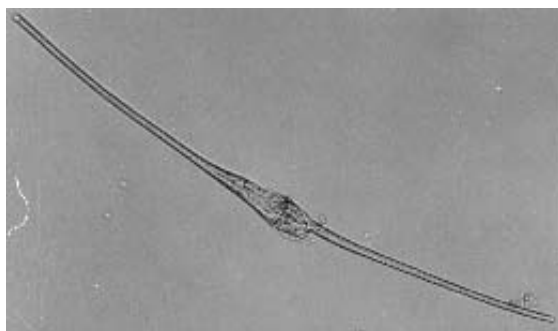
**Distribución:** Encontrada principalmente en aguas costeras, aunque se puede encontrar en ambientes estuarinos y oceánicos. Cosmopolita de aguas frías a tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>7</sup> Tomado de Licea, 1,995.

***Ceratium fusus***  
**(Ehrenberg) Dujardin 1,841**



8

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Ceratiaceae  
Género: *Ceratium*  
Especie: *fuscus*

**Descripción:** Epiteca y hipoteca, con poca diferencia de longitud, a veces con hipoteca más larga, aunque no mucho. Apical y antapical izquierdo rectos o poco curvados. Sin engrosamiento en uno de sus bordes ni curvatura pronunciada en uno de sus extremos. Antapical derecho muy corto y aún ausente. Cuerpo epitecal muy poco diferenciado. Es la más pequeña de las especies de grupo o sección fusiformia, exceptuando *C. falciforme*.

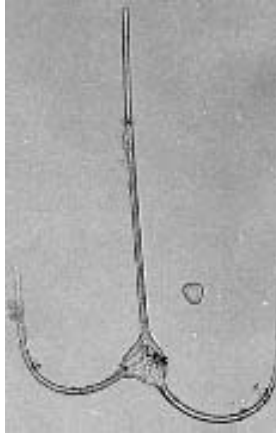
**Distribución:** Encontrada principalmente en aguas costeras, aunque se puede encontrar en ambientes estuarinos y oceánicos. Cosmopolita de aguas frías a tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>8</sup> Tomado de Tomas, 1,997 (escala 10 $\mu$ m).

***Ceratium macroceros***  
**(Ehrenberg) Vanhöffen 1,897**



**Clasificación:**

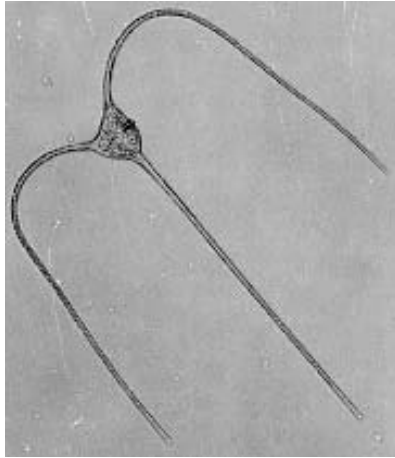
División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Ceratiaceae  
Género: *Ceratium*  
Especie: *macroceros*

**Descripción:** Cuerpo de mediano tamaño, más bien pequeño; ángulo izquierdo formado por la unión de hipoteca y epiteca bastante saliente. Cuernos delgados, más o menos largos; los antapicales se dirigen hacia atrás por un trecho bastante largo.

**Distribución:** Mundial, especie de aguas costeras y oceánicas. Encontrada en aguas frías a tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

***Ceratium trichoceros***  
**(Ehrenberg) Kofoid 1,908**



9

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Ceratiaceae  
Género: *Ceratium*  
Especie: *trichoceros*

**Descripción:** Cuerpo pequeño, algo más alto que ancho, de borde posterior prácticamente recto, poco oblicuo, epiteca redondeada. Cíngulo no excavado. Cuerno apical recto, largo. Cuernos antapicales curvados hasta que son paralelos con el cuerno apical. Longitud 290-489  $\mu\text{m}$  y transdiámetro 38-55  $\mu\text{m}$ .

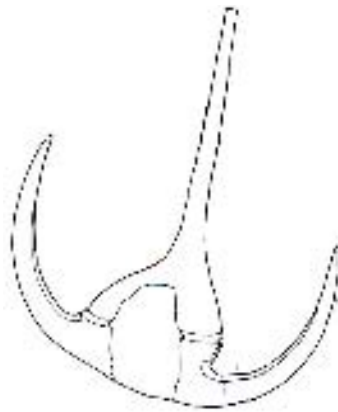
**Distribución:** Mundial, encontrada en aguas costeras y oceánicas. Cosmopolita de aguas cálidas a tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>9</sup> Tomado de Tomas, 1,997 (escala 100 $\mu\text{m}$ ).

***Ceratium tripos***  
**(O.F.) Nitzsch 1,817**



10

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Ceratiaceae  
Género: *Ceratium*  
Especie: *tripos*

**Descripción:** Célula de mediano tamaño, cuernos generalmente bastante desarrollados. Borde antapical algo inclinado, no muy convexo, con frecuencia un poco irregular. Teca generalmente más o menos fuertemente esculpida. Cíngulo bien marcado, Antapicales más o menos ampliamente dirigidos hacia fuera. Sumamente polimórfica. Dimensiones altamente variables.

**Distribución:** Mundial, encontrada en aguas costeras y oceánicas. Cosmopolita de aguas cálidas a tropicales.

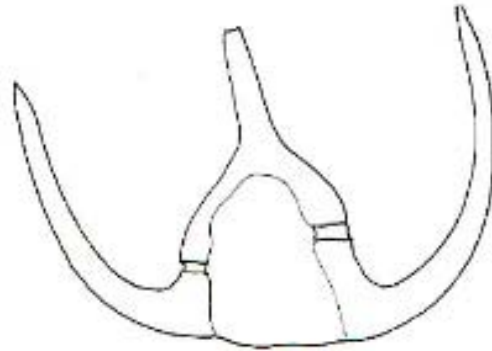
**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>10</sup> Tomada de Tomas, 1,997 (escala 10µm).

## ***Ceratium tripos var. tripos***

**Balech 1,817**



11

### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Ceratiaceae  
Género: *Ceratium*  
Especie: *tripos var. tripos*

**Descripción:** Especie robusta, escultura marcada, en general sin espinas ni membranas. Cuerpo algo torcido o deforme, irregular. Cuernos antapicales de desarrollo medio y similares entre si, generalmente alejados del cuerpo. Hay gran variación en la especie. Longitud 175-300  $\mu\text{m}$ , transdiámetro 62-72  $\mu\text{m}$ .

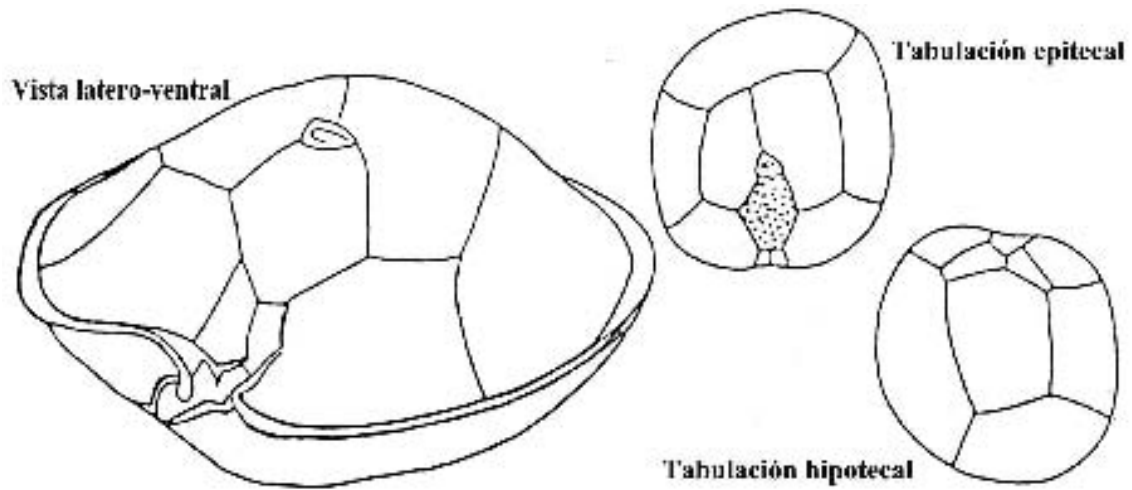
**Distribución:** Especie nerítica y oceánica. Cosmopolita de aguas templadas a tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>11</sup> Tomada de Balech, 1,988.

***Gambierdiscus toxicus***  
**Adachi & Fukuyo 1,979**



12

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Goniendomataceae  
Género: *Gambierdiscus*  
Especie: *toxicus*

**Descripción:** Células comprimidas antero-posteriormente, con perfil lenticular. Cíngulo desplazado. Fotosintético, con cloroplastos. Aletas cingulares amplias. Teca gruesa con areolación. Forma bentónica (epifita) que se encuentra a menudo como ticoplanctónica. Longitud 24-60  $\mu\text{m}$  y transdiámetro 42-140  $\mu\text{m}$ .

**Distribución:** Especie béntica y epifita, puede ser ticoplanctónica. Se encuentra en corales, lagunas someras y bahías de áreas tropicales y subtropicales. Pueden ser abundantes aun cuando están adheridas a algas.

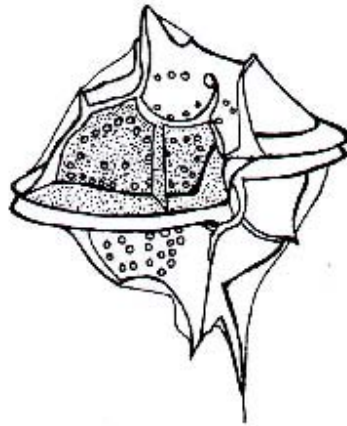
**Toxicidad:** Está asociado con Ciguatera.

<sup>12</sup> Tomada de Cortes, 1,998 (Steidinger y Tangen, 1,996; Fukuyo, 1,981).



***Pyrodinium bahamense var. bahamense***

**Plate 1,906**



13

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: GoniDOMATAceae  
Género: *Pyrodinium*  
Especie: *bahamense var. bahamense*

**Descripción:** Células de talla media con espinas y bandas apical y antapical distintivas incluso cuando las células están en la cadena. Fórmula de placas: PO, el cp, 4-5', 6",6c , 6s, 6," y 2"". Las suturas de las placas con crestas. Cloroplastos presentes. Protuberancia apical prominente o cuerno y una espina apical con banda. Superficie de teca marca la diferencia entre las dos variedades.

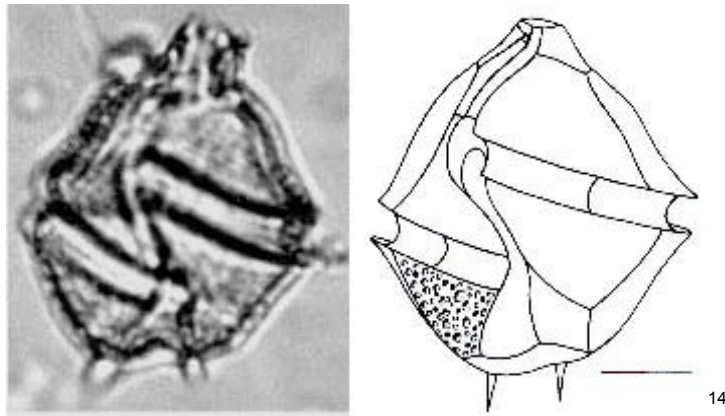
**Distribución:** Encontrada en aguas tropicales y subtropicales del Atlántico.

**Toxicidad:** No es tóxica como su similar en el Pacífico *Pyrodinium bahamense var. compressum*, responsable intoxicación parálitica por moluscos (PSP) en nuestras costas.

---

<sup>13</sup> Tomada de Tomas, 1,997 ( Graham, 1,942), escala 10µm.

***Gonyaulax spinifera***  
**(Claparede & Lachmann) Diesing 1,866**



**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Gonyaulacaceae  
Género: *Gonyaulax*  
Especie: *spinifera*

**Sinónimos:** *Peridinium spiniferum* Claparede & Lachmann.

**Descripción:** Cuerpo ovoide, epiteca subcónica; hipoteca con lados convexos, con varias espinas pequeñas. Cíngulo fuertemente excavado, descendente de entrecruzamiento pronunciado. Sulco ensanchado desde el borde posterior derecho del cíngulo. Placa 6" triangular, de borde izquierdo reforzado y cóncavo. Longitud 39-59  $\mu\text{m}$  y transdiámetro 33-44  $\mu\text{m}$ .

**Distribución:** Especie nerítica, estuarina y oceánica. Cosmopolita, encontrada en el Océano Pacífico y Atlántico, Mar Mediterráneo y Golfo de México.

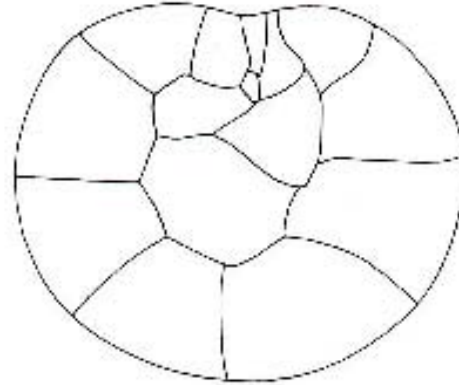
**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>14</sup> Tomada de Tomas, 1,997 (escala 10 $\mu\text{m}$ ).

## *Pyrophacus horologium*

Stein 1,883



15

### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Gonyaulacales  
Familia: Pyrophacaceae  
Género: *Pyrophacus*  
Especie: *horologium*

**Descripción:** Célula discoidal, casi circular en vista anterior, pero biconvexa en vista dorsal. Epiteca e hipoteca iguales. Escaso aplanamiento dorsoventral. De acuerdo con Balech (1,988) su formula tecal es: Po 5', 9", 9C, 9"', 3''', 1P y 8S. Sulco con pocas y pequeñas placas. Longitud 36-42  $\mu\text{m}$ ; transdiámetro 53-125  $\mu\text{m}$ .

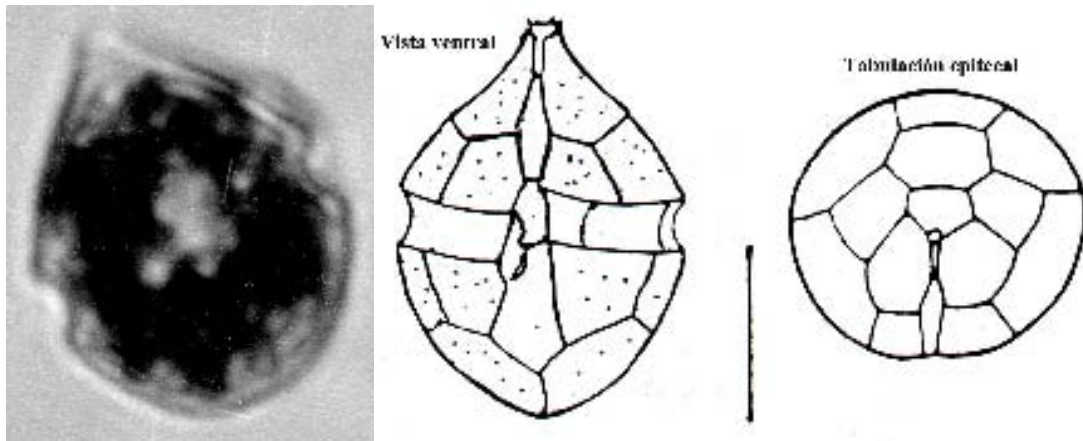
**Distribución:** Especie nerítica, estuarina y oceánica, Cosmopolita de agua frías a tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>15</sup> Tomada de Tomas, 1,997 (Matsuoka, 1,985), escala 10 $\mu\text{m}$ .

***Scrippsiella trochoidea***  
**(Stein) Loeblich III 1,976**



16

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Peridinales  
Familia: Calciodinellaceae  
Género: *Scrippsiella*  
Especie: *trochoidea*

**Sinónimo:** *Peridinium trochoideum* Stein.

**Descripción:** Célula pequeña piriformes, epiteca cónica, cíngulo amplio, excavado, compuesto de seis placas y rodeado de pequeñas orlas. Sin proyecciones antapicales, sulco ancho excavado, sin juntarse con el antapice. Formula tecal: 4 , 3a, 7", 6c, 5""", 2"". Teca con poroides repartidos. Longitud 16-36 µm y transdiámetro 20-23 µm.

**Distribución:** Especie nerítica y estuarina. Cosmopolita.

**Toxicidad:** Ninguna.

<sup>16</sup> Tomada de Cortes, 1,998 (Balech, 1,988).

## ***Podolampas palmipes***

**Stein 1,983**



### **Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Peridinales  
Familia: Podolampaceae  
Género: *Podolampas*  
Especie: palmipes

**Descripción:** Célula piriforme, angosta a polo menor truncado anterior, 2 espinas antapicales, paralelas visibles y desarrolladas, pero de tamaño diferente, la izquierda mas larga, a veces casi el doble. Hipoteca fuertemente reducida. Las membranas internas de las espinas amplias, no así las externas, angostas, sobre todo de la espina izquierda. La membrana de la 2<sup>na</sup> casi cuadrada encubierta por las más ventrales, sobre todo por la de la placa 1<sup>na</sup>. Longitud 70-110  $\mu\text{m}$  y transdiámetro 20-38  $\mu\text{m}$ .

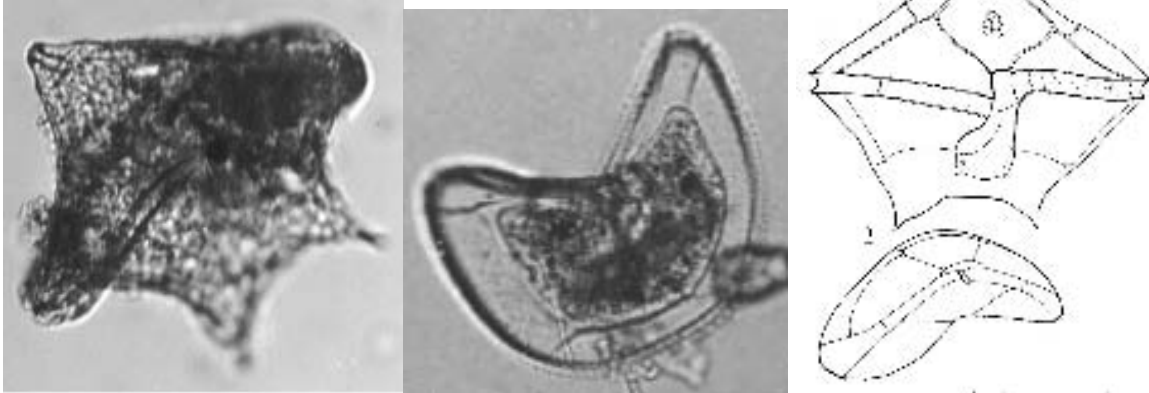
**Distribución:** Especie oceánica de aguas cálidas a tropicales. Distribución mundial.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>17</sup> Tomada de Tomas, 1,997 (Balech, 1,980).

***Protoperidinium pentagonum***  
**(Gran) Balech 1,974**



18

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Peridinales  
Familia: Protoperidiniaceae  
Género: *Protoperidinium*  
Especie: *pentagonum*

**Descripción:** Célula pentagonal, más ancha que larga, sin cuello, cuernos antapicales cortos y anchos, terminados con espinas pequeñas. Tabulación orto-hexa, cavozona descendente. Aplanada dorsoventralmente, región ventral central hundida, extremos laterales se proyectan hacia plano ventral. Cíngulo excavado bordeado de aletas angostas. Placa 1' ancha. Escultura reticulada, nódulos marcados. Longitud 75-125  $\mu\text{m}$ , transdiámetro 82-138  $\mu\text{m}$ .

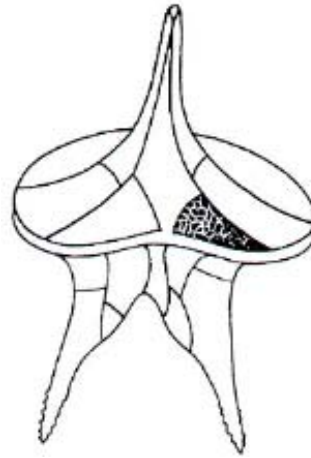
**Distribución:** Especie principalmente costera, pero puede encontrarse en ambientes estuarinos. Cosmopolita de aguas tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>18</sup> Tomada de Balech, 1,988.

***Protoperidinium elegans***  
**(Cleve) Balech 1,974**



19

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Peridinales  
Familia: Protoperidiniaceae  
Género: *Protoperidinium*  
Especie: *elegans*

**Sinónimos:** *Peridinium elegans* Cleve.

**Descripción:** Especie de gran talla, cuernos largos. Epiteca estrecha, prolongada, en largo cuerno apical cónico. Cuernos antapicales largos, delgados, puntiagudos con espinulas fuertes, prominentes, en el tercio posterior. Tabulación tipo meta-quadra, de cingulo plano y nivelado, con crestas longitudinales. Aletas singulares desarrolladas. Longitud 150-220  $\mu\text{m}$ , transdiámetro 127-144  $\mu\text{m}$ .

**Distribución:** Mundial, especie oceánica y costera, de aguas tropicales.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>19</sup> Tomada de Tomas, 1,997 (escala 10 $\mu\text{m}$ ).

***Protooperidinium sp.***  
**Bergh 1,881 (>250 spp.)**



**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Peridinales  
Familia: Protooperidiniaceae  
Género: *Protooperidinium*  
Especie: *sp.*

**Sinónimos:** *Peridinium Ehrenberg*; *Archaeoperidinium Jörgensen*; *Congruentidium Abe*; *Minúscula Lebour*; *Protooperidinium Meunier*.

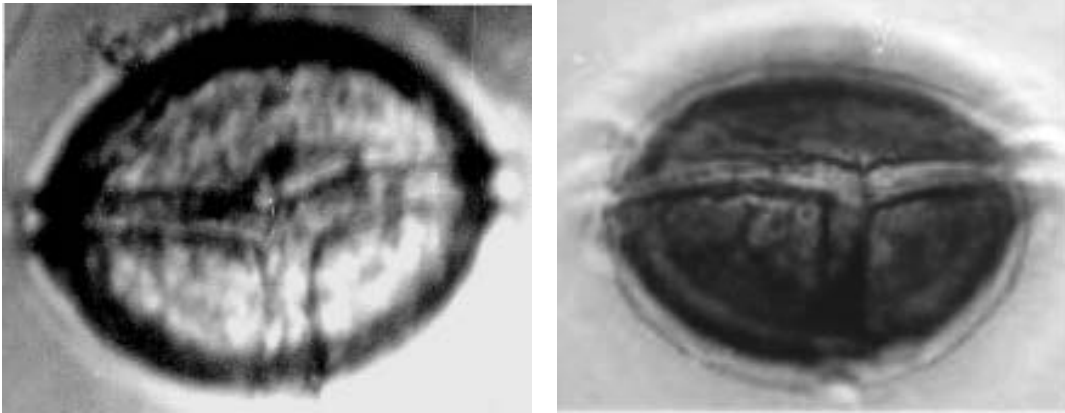
**Descripción:** Especie de mediana talla, con forma de gota, presenta dos espinas antapicales rectas del mismo tamaño, siendo de largo  $\frac{1}{4}$  de la célula.

**Distribución:** Especie encontrada en agua estuarinas, en un área tropical, el Atlántico guatemalteco.

**Toxicidad:** Ninguna.



***Preperidinium meunieri***  
**(Pavillard) Elbrächter 1,993**



20

**Clasificación:**

División: Dinophyta  
Clase: Dinophyceae  
Orden: Peridinales  
Familia: Kolkwitziellaceae  
Género: Preperidinium  
Especie: *meunieri*

**Sinónimo:** *Peridinium paulsenii* Mangin; *Diplopsalis minor* (Paulsen) Lindemann;  
*Zygabikodinium lenticulatum* Loeblich Jr. Et Loeblich III

**Descripción:** Cuerpo lenticular en vista ventral o circular en vista apical. Epiteca mayor que la hipoteca. Poro apical central saliente. Cíngulo con aletas anchas y radios. Longitud 28-64  $\mu\text{m}$ ; transdiámetro 42-78 $\mu\text{m}$ .

**Distribución:** Especie costera y estuarina. Se encuentra en aguas templadas a tropicales. Cosmopolita.

**Toxicidad:** Ninguna.

---

<sup>20</sup> Tomada de Fukuyo, 1,981

## CONCLUSIONES

- Se identificaron 25 especies distribuidas en 10 Familias, dentro de las cuales se encontraron cinco especies tóxicas que son las siguientes: *Prorocentrum lima*, *P. mexicanum*, *P. concavum*, *Dinophysis caudata* y *Gambierdiscus toxicus*.
- Las Familias Prorocentraceae y Ceratiaceae son las que más especies presentaron, con un 52% del total identificado, así mismo, fueron las más abundantes de los dinoflagelados durante los muestreos.
- El 60% de las especies tóxicas encontradas pertenece al Género *Prorocentrum* y producen intoxicación diarreica por moluscos (DSP) y están asociados con ciguatera.
- La Bahía de Amatique es un ecosistema propicio para el desarrollo de dinoflagelados tóxicos, en especial los que están relacionados con los pastos marinos y áreas de manglar.
- En los muestreos realizados siempre se observó especies tóxicas, lo cual manifiesta su permanencia en el área, aunque las cantidades varían.
- La distribución de las especies de dinoflagelados es amplia, ya que se encontraron especies en áreas marinas, así como en aguas dulces, esto se debe al efecto de las mareas y corrientes en el ecosistema Bahía de Amatique.

## **RECOMENDACIONES**

- Realizar monitoreos continuos del fitoplancton, en especial de las especies tóxicas, con el fin de determinar la estacionalidad de las especies, así como su dinámica en el medio y los factores que inciden en la proliferación de las mismas, información que contribuirá para la formulación de planes de contingencia.
- Investigar si se han dado casos de intoxicación en las comunidades, por medio de entrevistas y revisión de archivos médicos, que por falta de conocimiento o confusión no han sido reportados.
- Informar a la población sobre estos fenómenos, por qué suceden, qué efectos tiene en el ser humano y cómo puede detectarse una intoxicación, de acuerdo a la sintomatología.
- Realizar monitoreos de fitotoxinas en los moluscos del área, para determinar la presencia de estas y sus relaciones con el fitoplancton, además conocer las épocas críticas y en base a la información obtenida elaborar planes de prevención.
- Diseñar planes de contingencia conjuntamente con las autoridades del área, para los casos de emergencia.

## **BIBLIOGRAFÍA**

BALECH E. 1,988. Los Dinoflagelados del Atlántico Sudoccidental. Madrid, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. 310 p.

CLINTON, J.D. 1,986. Botánica marina. Limusa. México. p. 296-305

CORTES R. 1,998. Las Mareas Rojas. AGT. México 161 p.

CUEVAS DEL CID, M.K., 1,984. Contribución al estudio de las algas marinas macroscópicas del Atlántico de la República de Guatemala. Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología. Guatemala. 84 p.

CUPP, E. 1,977. Marine Plankton Diatoms of the West Coast of North America. Otto Koeltz Science Publishers. Germany. 237 p.

DE LA CRUZ S., J. R., 1,982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento MAGA, Sector Público Agropecuario y de Alimentación, Instituto Nacional Forestal, Unidad de Evaluación y Promoción, Dirección General de Servicios Agrícolas. Guatemala. 42 p.

FAUST M. A. 1,995. Observation of Sand-Dwelling Toxic Dinoflagellates (*Dinophyceae*) from widely differing sites, including two new species. Journal of Phycology. United States of America. 31 p. 996-1003.

\_\_\_\_\_; Morton S.; Quod J. 1,996. Further SEM Study of Marine Dinoflagellates: The Genus *Ostreopsis* (*Dinophyceae*). Journal of Phycology. United States of America. 32 p. 1053-1065.

\_\_\_\_\_. 1,996. Dinoflagellates in mangrove ecosystem, Twin Cays, Belize,NOVA Hedwegia, Beiheft. United States of America 112 p. 447-460.

\_\_\_\_\_. 1,999. Three new *Ostreopsis* species (*Dinophyceae*): *O. Marinus sp. nov.*, *O. belizeanus sp. nov.*, and *O. caribbeanus sp. nov.* Phycology United States of America. 38 p. 92-99.

FUKUYO Y. 1,981. Taxonomical Study on Benthic Dinoflagellates Colected in Coral Reefs. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries. Japan. 47(8) p. 967-978.

\_\_\_\_\_; TAKANO H.; CHIHARA M.; MATSUOKA K. 1,990. Red Tide Organisms in Japan: An Illustrated Taxonomic Guide. Uchida Rokakuho, Co. Ltd. Tokyo, Japan. 430 p.

GRAHAM, L.E. ; WILCOX L.W., 2,000. Algae. Prentice Hall Estados Unidos. p. 198-231.

HALLEGRAEFF G.M.; MACLEAN J.L. 1,989. Biology, epidemiology and management of *Pyrodinium* red tides. ICLARM Conference proceedings. Filipinas. 286 p.

HOEK, C. VAN DEN ; MANN D. G.; JHANS, H. M. 1,995. Algae: an Introduction to Phycology. Inglaterra. 627 p.

LICEA, S. ; MORENO, J.L. ; SANTOYO, H. ; FIGUEROA, G. ; 1,995. Dinoflageladas del Golfo de California. SEP-FOMES PROMARCO. México. p.

MORENO, J.L. ; LICEA, S.; SANTOYO, H. ; 1,995. Diatomeas del Golfo de California. SEP-FOMES PROMARCO. México. 273 p.

PAZ CORDON, K. E.; 1,996. Identificación y abundancia relativa de los principales géneros de la división *Pyrrophyta* en Puerto Quetzal, San José, Escuintla. Problema Especial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Guatemala. 52 p.

PAZ CORDON, K. E., 1,997. Identificación y abundancia relativa de los Principales géneros de la división *Pyrrophytas* y su relación con las variables ambientales presentes en Puerto Quetzal, San José, Escuintla. Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Guatemala. 126 p.

SALAVERRIA REYES, A., 1,998. Cruceros de investigación para la evaluación del recurso camarón del Atlántico guatemalteco, durante 1999. Fase II. Solicitud de Apoyo Financiero, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro de Estudios del Mar y Acuicultura. Guatemala. sp.

TOMAS C. Identifying Marine Phytoplankton.1,997. Academic Press. United States of America. 858 p.

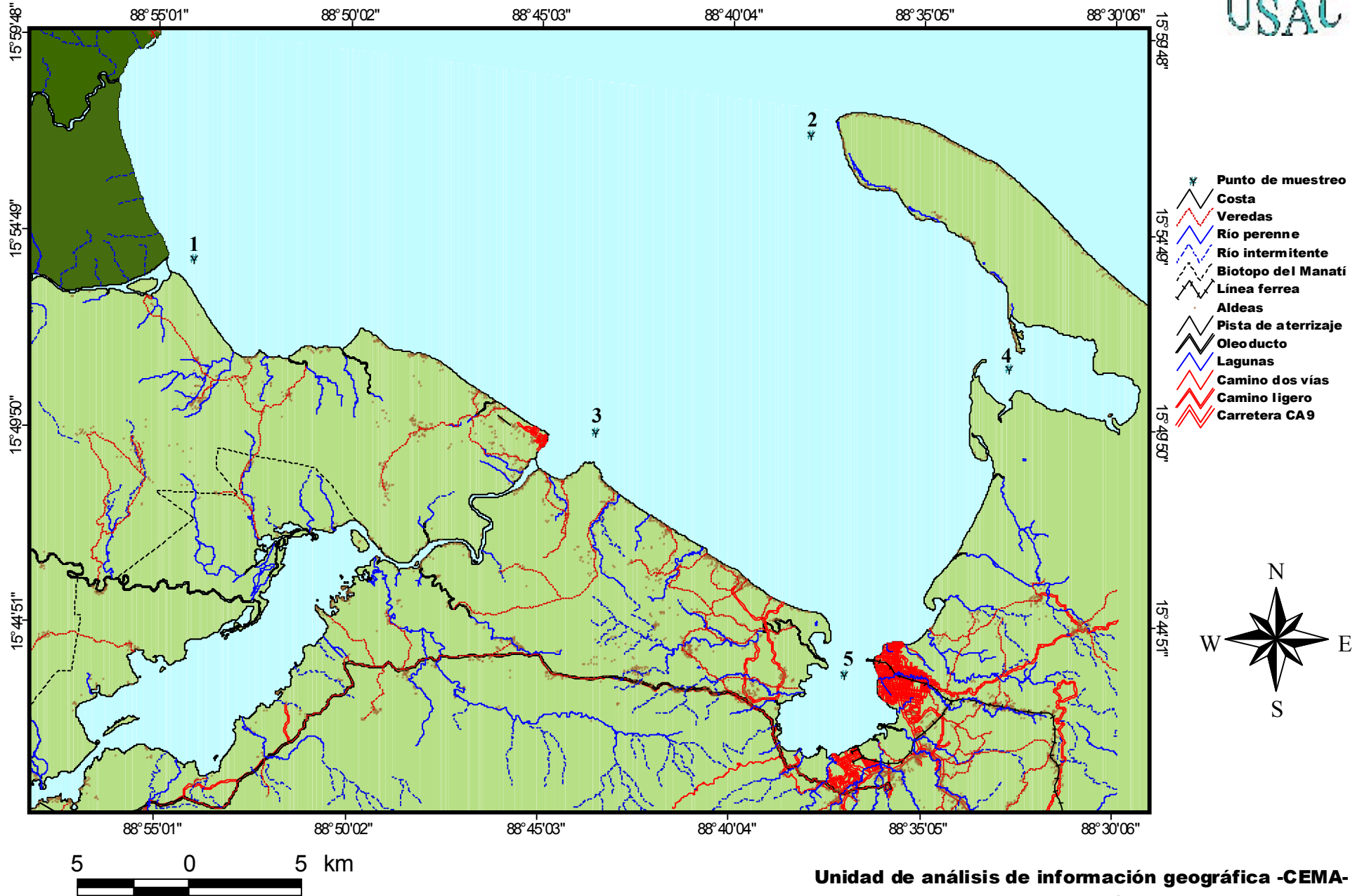
EVALUACION DEL RECURSO PESQUERO Y OCEANOGRAFIA DEL ATLANTICO GUATEMALTECO, DURANTE EL AÑO 2,000, Informe de resultados; tercer y cuarto crucero, CEMA, USAC, DIGI. Guatemala. sp.

HARMFUL ALGAE, (8ª., 1,997, España). 1,998 (Conference) Edited by Beatriz Reguera, Juan Blanco, María Luisa Fernández, Timothy Wyatt. España, Vigo.

HARMFUL AND TOXIC ALGAL BLOOMS, (7ª., 1,995, Sendai, Japan) 1,995, (Conference) Edited by Takeshi Y. ; Yasukatsu O. Dept. of Applied Biological Chemistry, Faculty of Agriculture, Tohoku University, Tsutsumi-dori Amamiyamachi, Aoba-Ku, Yasuwo F. Sendai, Japan, UNESCO.

MANUAL ON HARMFUL MARINE MICROALGAE, (33. 1,995, Paris) 1,995. (Manual and Guides) Edited by Hallegraef, G.M. ; Anderson, D. M. ; Cembella, A. D. Paris, France 551 p.

**Fig. 32: Puntos de muestreo de fitoplancton, 2,000**



## **“COMPORTAMIENTO DE LA MEIOFAUNA EN BAHIA LA GRACIOSA, EN EL PERIODO DE OCTUBRE-DICIEMBRE DEL 2,000”**

Por: T.U.A. Ramón Otaolaurruchi Albert y  
Miembros de la Unidad de Análisis de Información Geográfica-CEMA.

### **INTRODUCCIÓN**

En esta investigación se describen los grupos de la microfauna bentónica contenidos en los fondos del sedimento presentes en la Bahía la Graciosa, costa del Atlántico de Guatemala, dentro de esta bahía se muestrearon 9 puntos, representativos de la zona, en cada uno se hicieron 3 submuestras, con lo que se esperaba homogenizar cada muestra lo más posible y finalmente hacer recuentos de las clases de organismos presentes y conocer su biodistribución. Los puntos de muestreo se identifican en la figura 33.

Se llevaron a cabo 27 muestreos en cada uno de los 3 cruceros realizados (Oct.-Dic./2,000), por medio de una draga Ekman, con un volumen de 625.0 cm<sup>3</sup>, dentro de la investigación de oceanografía se tienen los datos sobre distintos parámetros físico-químicos (pH, Transparencia, Oxígeno Disuelto, Turbidez, Salinidad y Temperatura) y dentro de esta sección tenemos el estudio de granulometría. El rango de profundidad entre los puntos de muestreo fluctuó entre 1.0 a 5.84 m.

Se encontraron 6 Clases de organismos, siendo los siguientes: Nematoda, Sarcostigofora, Copepoda, Oligoqueta, Bivalva y Gasteropoda. Los cuales variaron entre estaciones, así como entre repeticiones. Se adjuntan tablas, gráficas y un mapa de los puntos de muestreo.



## Objetivos

- Generar información sobre la Meiofauna contenida en los intersticios del substrato de Bahía la Graciosa, en la costa Atlántica guatemalteca.
- Identificar las Clases que conforman la Meiofauna del área.
- Generar un catálogo de los organismos presentes, en base a microfotografías.

## **DESCRIPCIÓN DEL AREA DE ESTUDIO**

Este estudio se desarrolló en Bahía la Graciosa, en la costa del Caribe guatemalteco, la que se encuentra al oeste de la línea costera de Bahía de Amatique, siendo una laguna costera de baja profundidad, rodeada de bosques de Mangle Rojo (*Rhizophorae mangle*). Sus fondos están cubiertos de una extensa comunidad de pastos marinos, principalmente de Pasto Tortuga. El Canal Ingles, es un sistema que conecta la Bahía la Graciosa a través del Río San Francisco hacia el Mar Caribe, en el Este de la línea costera de Punta de Manabique (Arrivillaga y Baltz, 1,999). En estudios previos (Bortone et al., 1,988 en Arrivillaga y Baltz 1,999) sugirieron que la Bahía la Graciosa es un posible criadero para peces y macroinvertebrados, que mantiene la mayoría de la pesquería de la costa del Atlántico.

Arrivillaga y Baltz (1,999) opinan, que encontraron una alta abundancia y diversidad de peces y crustáceos en las zonas de pastos marinos, en comparación con las áreas de arenas llanas. Sus resultados, también mostraron el valor de las zonas de pastos marinos poco profundas, en términos de calidad para criaderos de peces comerciales y forrajeros en la costa del Atlántico guatemalteco.

Para una observación detallada del catálogo de fotografías, recomendamos revisar la tesis de Ramón Otaolaurruchi (2,001).

## RESULTADOS

**Tabla 1**

Clases de Meiofauna marina presente en los sedimentos de Bahía La Graciosa, costa del Atlántico de Guatemala, Octubre/2,000 (Número promedio de organismos por cm<sup>3</sup>).

ESTACION	C 1	C2	C3	C4	C5	C6
E1 R1	5	10	5	0	0	0
E1 R2	2	0	2	0	0	0
E1R3	0	0	10	0	0	0
Promedio	2.33	3.33	5.66	0	0	0
E2R1	0	0	0	0	0	0
E2R2	0	0	0	0	0	0
E2R3	0	0	0	0	0	0
Promedio	0	0	0	0	0	0
E3R1	6	14	2	2	0	0
E3R2	18	26	0	0	4	0
E3R3	26	32	0	0	2	0
Promedio	16.66	24	0.66	0.66	2	0
E4R1	7	2	1	0	0	0
E4R2	6	1	0	0	0	0
E4R3	6	0	0	0	0	0
Promedio	6.33	1	0.33	0	0	0
E5R1	0	17	0	0	3	0
E5R2	0	13	0	0	0	0
E5R3	0	12	0	0	0	0
Promedio	0	14	0	0	1	0
E6R1	0	23	0	0	1	0
E6R2	0	14	0	0	0	0
E6R3	0	13	0	0	0	0
Promedio	0	16.66	0	0	0.33	0
E7R1	2	23	0	0	0	0
E7R2	2	18	0	0	0	0
E7R3	0	42	0	0	0	0
Promedio	1.33	27.6	0	0	0	0
E8R1	1	14	0	0	2	0
E8R2	1	20	0	0	1	0
E8R3	0	15	0	0	3	0
Promedio	0.66	16.33	0	0	2	0
E9R1	0	2	0	0	0	0
E9R2	0	0	0	0	0	0
E9R3	0	0	0	0	0	0
Promedio	0	0.66	0	0	0	0

Clave de los organismos que aparecen en la Tabla 1

- C1= CLASE 1 NEMATODA.
- C2= CLASE 2 SARCOMASTIGOFORA.
- C3= CLASE 3 COPEPODA.
- C4= CLASE 4 OLIGOQUETA.
- C5= CLASE 5 BIVALVA.
- C6= CLASE 6 GASTEROPODA.

**Tabla 2**

Clases de Meiofauna marina presente en los sedimentos de Bahía La Graciosa, costa del Atlántico de Guatemala, Noviembre/2,000 (Número promedio de organismos por cm<sup>3</sup>)

ESTACION	C 1	C2	C3	C4	C5	C6
E1 R1	9	2	1	1	0	0
E1 R2	2	3	1	1	0	0
E1R3	3	3	1	1	0	0
Promedio	4.66	2.66	1	1	0	0
E2R1	6	20	0	8	10	0
E2R2	0	38	0	2	22	0
E2R3	0	18	0	0	22	0
Promedio	2	25.33	0	3.33	18	0
E3R1	2	44	0	0	12	0
E3R2	0	64	0	2	10	0
E3R3	0	50	0	0	14	0
Promedio	0.66	52.66	0	0.66	12	0
E4R1	9	25	0	1	2	0
E4R2	22	9	0	0	1	0
E4R3	21	15	0	3	1	0
Promedio	17.33	16.33	0	1.33	1.33	0
E5R1	0	21	0	1	6	0
E5R2	0	28	0	1	0	1
E5R3	0	34	0	0	8	5
Promedio	0	27.6	0	0.66	4.66	2
E6R1	0	26	0	1	6	2
E6R2	0	18	0	1	7	5
E6R3	1	35	0	2	6	1
Promedio	0.33	26.33	0	1.33	6.33	2.66
E7R1	0	31	0	0	6	1
E7R2	1	8	0	0	1	5
E7R3	1	18	0	0	9	5
Promedio	0.66	19	0	0	5.33	3.66
E8R1	2	28	0	1	6	10
E8R2	0	17	0	1	7	1
E8R3	0	15	0	0	9	16
Promedio	0.66	20	0	0.66	7.33	9
E9R1	1	0	0	1	0	0
E9R2	0	0	0	0	0	0
E9R3	0	0	0	0	0	0
Promedio	0.33	0	0	0.33	0	0

Clave de los organismos que aparecen en la Tabla 2

- C1= CLASE 1 NEMATODA.
- C2= CLASE 2 SARCOMASTIGOFORA.
- C3= CLASE 3 COPEPODA.
- C4= CLASE 4 OLIGOQUETA.
- C5= CLASE 5 BIVALVA.
- C6= CLASE 6 GASTEROPODA.

**Tabla 3**

Clases de Meiofauna marina presente en los sedimentos de la Bahía La Graciosa, costa del Atlántico de Guatemala, **Diciembre/2,000** (Número promedio de organismos por cm<sup>3</sup>).

ESTACION	C 1	C2	C3	C4	C5	C6
E1 R1	5	1	0	1	0	4
E1 R2	0	1	0	0	0	0
E1R3	5	0	0	0	0	0
Promedio	3.33	0.66	0	0.33	0	1.33
E2R1	0	10	0	0	12	0
E2R2	0	20	0	0	8	3
E2R3	0	22	0	0	10	6
Promedio	0	17.33	0	0	10	3
E3R1	0	2	0	0	6	0
E3R2	0	32	0	0	0	2
E3R3	0	6	0	0	2	0
Promedio	0	13.33	0	0	2.66	0.66
E4R1	0	2	0	0	0	0
E4R2	2	3	0	0	4	2
E4R3	0	7	0	0	2	0
Promedio	0.66	4	0	0	2	0.66
E5R1	0	22	0	0	1	1
E5R2	1	19	0	1	1	3
E5R3	2	20	0	0	2	1
Promedio	1	20.33	0	0.33	1.33	1.66
E6R1	0	19	0	0	2	3
E6R2	0	15	0	0	4	6
E6R3	1	13	0	0	4	8
Promedio	0.33	15.66	0	0	3.33	5.66
E7R1	1	19	0	0	2	10
E7R2	1	28	0	0	1	6
E7R3	0	20	0	0	0	8
Promedio	0.66	22.33	0	0	1	8
E8R1	0	11	0	0	5	4
E8R2	0	12	0	0	0	4
E8R3	0	9	0	0	4	4
Promedio	0	10.66	0	0	3	4
E9R1	0	2	0	0	0	0
E9R2	0	0	0	0	2	0
E9R3	0	0	0	0	0	0
Promedio	0	0.66	0	0	0.66	0

Clave de los organismos que aparecen en la Tabla 3

- C1= CLASE 1 NEMATODA.
- C2= CLASE 2 SARCOMASTIGOFORA.
- C3= CLASE 3 COPEPODA.
- C4= CLASE 4 OLIGOQUETA.
- C5= CLASE 5 BIVALVA.
- C6= CLASE 6 GASTEROPODA.

## **DISCUSION DE RESULTADOS**

### Análisis de Resultados Octubre/2,000

#### *Estación 1*

En la estación número uno predominó la Clase Copepoda con 50.00% de aparición del total de organismos, seguida de la Sarcomastigofora con un 29.42% y por último la Nematoda con 20.58%. Teniéndose predominantemente arenas muy finas (37.0%) y arenas medias (32.0%); dentro de los parámetros evaluados tenemos un pH de 7.9 una temperatura de 31.9°C, Oxígeno Disuelto al 92.1% y una salinidad de 20.9 ppt.

#### *Estación 2*

Durante el mes de octubre en esta estación no se presentó ningún organismo perteneciente a la meiofauna marina, conteniendo sedimentos con la siguiente granulometría: arenas gruesas (19.65%) y arenas muy gruesas (18.49%). Parámetros presentes: pH 8.2, una temperatura de 30.0°C, Oxígeno Disuelto 76.8% y salinidad de 31.1 ppt.

#### *Estación 3*

En la estación 3 predomino la Clase Sarcomastigofora con 51.43% seguida de la Nematoda con 35.70% y 12.87% de las Clases Copepoda, Bivalva y Oligoqueta. La granulometría fue de arenas muy gruesas (23.88%) y arenas gruesas (14.84%). Los parámetros físico-químicos: pH 8.2, temperatura 30.0°C, Oxígeno Disuelto 113.2% y una salinidad de 32.2 ppt.

#### *Estación 4*

Aquí predomino la Clase Nematoda con 82.60%, seguida de Sarcomastigofora con 13.06% y por último la Copepoda con 4.34%. La granulometría fue de arenas medias (63.75%) y arenas muy finas (19.49%). Los parámetros en está estación fueron pH 8.29 y una temperatura de 30.7°C, Oxígeno Disuelto de 86.4% y una salinidad de 24.3 ppt.

### *Estación 5*

En esta estación se observó la Clase Sarcomastigofora con un 91.30% seguida de la Bivalva con 6.52% y por último Copepoda con 2.18%. La granulometría presentó arenas medias (46.18%) y arenas gruesas (22.66%). Los parámetros evaluados: pH 8.1, temperatura 31.0°C, Oxígeno Disuelto 80.1% y salinidad 30.3 ppt.

### *Estación 6*

La Clase Sarcomastigofora fue la dominante con un 96.15%, seguida de la Bivalva con un 3.85%. La granulometría tenía arenas gruesas (30.81%) y arenas medias (29.95%). En los parámetros evaluados se obtuvo un pH de 8.2, una temperatura de 30.2°C, Oxígeno Disuelto de 93.2% y una salinidad de 31.5 ppt.

### *Estación 7*

En la estación 7 predominó la Clase Sarcomastigofora con 95.40%, seguida de la Nematoda con 4.60%, siendo la granulometría de arenas muy gruesas (13.85%) y arenas gruesas (13.77%). Se midieron los siguientes parámetros: pH 8.2, una temperatura de 29.6°C, Oxígeno Disuelto de 111.5% y una salinidad de 33.4 ppt.

### *Estación 8*

La Clase Sarcomastigofora se observó un 85.96%, seguido de la Bivalva con 10.52% y la Nematoda con un 3.52%. La granulometría fue de arenas medias (62.25%) y arenas muy finas (17.16%). Los parámetros que se presentaron fueron, pH 8.2, temperatura de 30.7°C, el Oxígeno Disuelto de 97.8% y una salinidad de 29.0 ppt.

### *Estación 9*

La única Clase presente fue la Sarcomastigofora con el 100.0%. La granulometría fue de arenas muy finas (38.86%) y arenas medias (37.85%). Siendo los parámetros evaluados los siguientes: pH 8.2, una temperatura de 31.8°C, Oxígeno Disuelto de 120.3% y una salinidad de 25.8 ppt.

## Análisis de Resultados Noviembre/2,000

### *Estación 1*

En la estación predominó la presencia de la Clase Nematoda con un 50.00%, seguida de la Sarcomastigofora con 28.54%, Copepoda con 10.73 y Oligoqueta con 10.73%. La granulometría se presentó en arenas muy finas (37.0%) y arenas medias (32.0%). Los parámetros fueron: pH 8.5, temperatura de 30.5°C, Oxígeno Disuelto de 119.8% y salinidad de 19.8 ppt.

### *Estación 2*

La Clase dominante fue la Sarcomastigofora con 52.02%, seguida de la Bivalva con 36.98%, Oligoqueta con 7.00% y Nematoda con 4.00%. La granulometría se determinó así: arenas gruesas (19.65%) y arenas muy gruesas (18.49%). Los parámetros analizados fueron: pH 7.8, temperatura 30.9°C, Oxígeno Disuelto de 36.4% y salinidad de 27.1 ppt.

### *Estación 3*

Esta estación presentó mayormente la Clase Sarcomastigofora con 79.80%, seguida de la Bivalva con 18.18%, Oligoqueta con 1.01% y Nematoda con 1.01%. La granulometría fue: arenas muy gruesas (23.88%) y arenas gruesas (14.84%). Se obtuvieron los siguientes valores pH 7.7, temperatura de 29.9°C, Oxígeno Disuelto 84.0% y salinidad de 29.9 ppt.

### *Estación 4*

La Clase dominante fue Nematoda con 47.71%, seguida de Sarcomastigofora con 44.95%, Bivalva con 3.67% y Oligoqueta con 3.67%. La granulometría se comportó así: arenas medias (63.75%) y arenas gruesas (19.49%). Los parámetros medidos fueron: pH 8.5, temperatura de 30.5°C, Oxígeno Disuelto 114.3% y salinidad de 22.3 ppt.



### *Estación 5*

La Clase dominante fue la Sarcomastigofora con un 83.81%, seguida de la Bivalva con 14.14% y la Oligoqueta con 2.05%. La granulometría presentada fue arenas medias (46.18%) y arenas gruesas (22.66%). Los parámetros evaluados fueron: pH 8.3, temperatura de 30.9°C, Oxígeno Disuelto 91.6% y salinidad de 26.2 ppt.

### *Estación 6*

La Clase dominante fue Sarcomastigofora con un 71.17%, seguida de Bivalva con 17.12%, Gasteropoda con 7.20%, Oligoqueta con 3.61% y por ultimo Nematoda con 0.90%. En el análisis del sustrato se obtuvo el siguiente resultado: arenas gruesas (30.81%) y arenas medias (29.95%). Los resultados de los parámetros evaluados fueron: pH 8.3, temperatura de 29.8°C, Oxígeno Disuelto 82.9 % y salinidad de 25.7 ppt.

### *Estación 7*

La Clase dominante fue Sarcomastigofora con 66.28%, seguida de Bivalva con 18.60%, Gasteropoda con 12.79% y Nematoda con 2.33%. La granulometría fue de arenas muy gruesas (13.85%) y arenas gruesas (13.55%). Los parámetros observados fueron: pH 7.9, temperatura de 29.9°C, Oxígeno Disuelto 34.1% y salinidad de 27.7 ppt.

### *Estación 8*

La Clase abundante fue la Sarcomastigofora con un 53.12%, seguida de Gasteropoda con 23.91%, la Bivalva con 19.47%, Oligoqueta con 1.75% y Nematoda con 1.75%. La granulometría poseía arenas medias (62.26%) y arenas muy finas (17.16%). Los parámetros evaluados fueron: pH 8.0, temperatura de 29.9°C, Oxígeno Disuelto 48.4% y salinidad de 25.9 ppt.

### *Estación 9*

La Clase Oligoqueta se presento con 50.0%, al igual que la Nematoda con 50.0%. La granulometría presento arenas muy finas (38.86%) y arenas medias (37.85%). Los

parámetros analizados presentaron un pH 8.5, temperatura de 30.1°C, Oxígeno Disuelto 117.7% y salinidad de 19.3 ppt.

#### Análisis de Resultados, Diciembre/2,000.

##### *Estación 1*

La Clase Nematoda tiene el mayor porcentaje de aparición con 58.82%, seguida de la Gasteropoda con 23.53%, la Sarcomastigofora 11.76% y por último la Oligoqueta con 5.89%. La granulometría fue de arenas muy finas (37.0%) y arenas medias (32.0%). Los parámetros evaluados fueron pH 8.3, temperatura de 27.6°C, Oxígeno Disuelto 94.9% y salinidad de 29.0 ppt.

##### *Estación 2*

La Clase Sarcomastigofora alcanzó un 57.14%, seguida la Bivalva 32.97% y por último la Gasteropoda 9.89%. La granulometría fue de arenas gruesas (19.65%) y arenas muy gruesas (18.49%). Los parámetros determinados fue pH 8.2, temperatura de 28.0°C, Oxígeno Disuelto de 88.8% y salinidad de 31.8 ppt.

##### *Estación 3*

La Clase Sarcomastigofora se presentó con 80.06% seguido de la Bivalva con un 15.98% y por último la Gasteropoda con un 3.96%. La granulometría fue arenas muy gruesas (23.88%), arenas gruesas (14.84%). Los parámetros que se obtuvieron fueron pH 8.2, temperatura de 27.9°C, Oxígeno Disuelto 102.9% y salinidad de 31.0 ppt.

##### *Estación 4*

La Clase Sarcomastigofora se presentó con un 54.55%, seguida de la Bivalva con 27.27%, Nematoda 9.09% y Gasteropoda 9.09%. La granulometría presentada fue de arenas medias (46.18%) y arenas gruesas (22.66%). Los parámetros evaluados fueron: pH 8.5, temperatura de 27.8°C. Oxígeno Disuelto 100.9% y salinidad de 31.2 ppt.

### *Estación 5*

La Clase Sarcomastigofora registro un 82.43%, Gasteropoda 6.76%, Bivalva 5.41%, Nematoda con 4.05% y Oligoqueta con 1.35%. La granulometría presentó las siguientes características: arenas medias (46.18%) y arenas gruesas (22.66%). Los parámetros evaluados fueron: pH 8.3, temperatura de 28.3°C, Oxígeno Disuelto 89.9% y salinidad de 30.8 ppt.

### *Estación 6*

La Clase Sarcomastigofora domino con 62.66%, luego la Gasteropoda con 22.66%, seguida de la Bivalva con 13.3% y la Nematoda con 1.35%. En la granulometría se observo arenas gruesas 30.81% y arenas medias 29.95%. Los parámetros presentes fueron: pH 8.2, temperatura de 28.1°C, Oxígeno Disuelto 87.1% y salinidad de 26.9 ppt.

### *Estación 7*

La Clase dominante es la Sarcomastigofora con 69.79%, seguida de la Gasteropoda con 25.00%, Bivalva con 3.13% y Nematoda con 2.08%. La granulometría se presento así: arenas muy gruesas (13.85%) y arenas gruesas (13.55%). Los parámetros presentes fueron: pH 8.1, temperatura de 28.5°C, Oxígeno Disuelto 56.3% y salinidad de 28.2 ppt.

### *Estación 8*

La Clase Sarcomastigofora alcanzo un 60.38%, seguida de la Gasteropoda con 22.64% y la Bivalva con 16.98%. La granulometría fue de arenas medias (62.26%) y arenas muy finas (17.16%). Los parámetros evaluados fueron: pH 8.4, temperatura de 28.5°C, Oxígeno Disuelto 62.7% y salinidad de 32.3 ppt.

### *Estación 9*

La Clase Bivalva tuvo 50.00% y Sarcomastigofora 50.00%. El sustrato presento arenas muy finas (38.86%) y arenas medias (37.85%). Los parámetros evaluados fueron: pH 8.3, temperatura de 27.8°C, Oxígeno Disuelto 115.4% y salinidad de 26.6 ppt.

## DISCUSIÓN FINAL DE MEÍOFAUNA

En la tabla 5 observamos que La Clase dominante en la Meiofauna de Bahía la Graciosa fue Sarcomastigofora, con una presencia del 66.1%, en segundo termino se encuentra la Bivalva con 13.9%, Nematoda con 9.9% y Gasteropoda con 7.0% y 3.1% para las otras dos Clases.

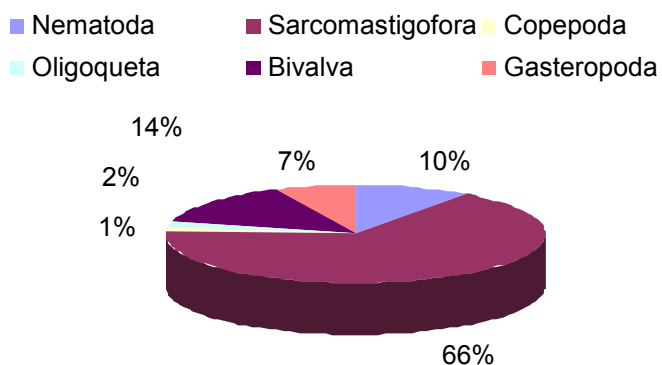
El sistema posee una adecuada biodiversidad y se observa que es un lugar importante para la reproducción de Moluscos bivalvos y gasterópodos, ya que entre ambos representan 23.8% de los organismos muestreados (Ver Grafica 1).

### Tabla 4

Promedio de Clases en porcentaje, de acuerdo a su aparición en total de los 3 cruceros del 2,000.

Promedio/Clase	Nematoda	Sarcomastigofora	Copepoda	Oligoqueta	Bivalva	Gasteropoda	Total
Promedio Cru. 1	27.0	104.0	7.0	1.0	5.0	0.0	144.0
Promedio Cru. 2	27.0	190.0	1.0	9.0	55.0	17.0	299.0
Promedio Cru. 3	6.0	105.0	0.0	1.0	24.0	25.0	161.0
<b>Total</b>	<b>60.0</b>	<b>399.0</b>	<b>8.0</b>	<b>11.0</b>	<b>84.0</b>	<b>42.0</b>	<b>604.0</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>9.9</b>	<b>66.1</b>	<b>1.3</b>	<b>1.8</b>	<b>13.9</b>	<b>7.0</b>	<b>100.0</b>

**Grafica 1:** Porcentaje total por Clase



Cuando se analiza el sustrato de las nueve estaciones (Ver tabla 5), observamos que la presencia de arenas finas en el punto 9 de muestreo, es de aproximadamente 38.0% y esto provoco que se encontrara en promedio solamente 1.0 organismo/cm<sup>3</sup>. El efecto de arenas muy finas en tan altos porcentajes, aumenta la compactación de los fondos, provocando que las especies de Meiofauna no puedan ocupar estas áreas.

En figura 33 observamos el análisis espacial de la abundancia de la Meiofauna en Bahía la Graciosa, donde el punto 3 posee el mayor numero de organismos y por lo tanto tiene una coloración rojo (42 org./cm<sup>3</sup>), seguido del punto 7 con una coloración naranja-oscuro (30 org./cm<sup>3</sup>) y los puntos 2,5,6 y 8 con un color naranja (aproximadamente 25 org./cm<sup>3</sup>). Si relacionamos estos resultados con el estudio de granulometría, que se observa el resumen en la tabla 5, podemos decir que el tamaño de la partícula del fondo, tiene una relación directa con la presencia o ausencia de organismos de la Meiofauna.

### **Tabla 5**

Promedio de organismos por cm<sup>3</sup>, en relación al sustrato de cada estación muestreada, durante los 3 cruceros (Oct.,Nov.,Dic., 2,000)

<b>Numero de estación</b>	<b>Promedio de organismos/cm<sup>3</sup></b>	<b>Tipo de Fondo (%)</b>
<b>1</b>	08.67	Arenas finas (37.0) y Arenas medias (32.0).
<b>2</b>	26.33	Arenas gruesas (19.7) y Arenas muy gruesas (18.5).
<b>3</b>	42.33	Arenas gruesas (14.8) y Arenas muy gruesas (23.9).
<b>4</b>	17.00	Arenas finas (19.5) y Arenas medias (63.8).
<b>5</b>	25.00	Arenas medias (46.2) y Arenas gruesas (22.7).
<b>6</b>	26.33	Arenas medias (30.0) y Arenas gruesas (30.8).
<b>7</b>	30.00	Arenas gruesas (13.6) y Arenas muy gruesas (13.9).
<b>8</b>	25.00	Arenas muy finas (17.2) y Arenas medias (62.3).
<b>9</b>	01.00	Arenas muy finas (37.9) y Arenas medias (38.9).

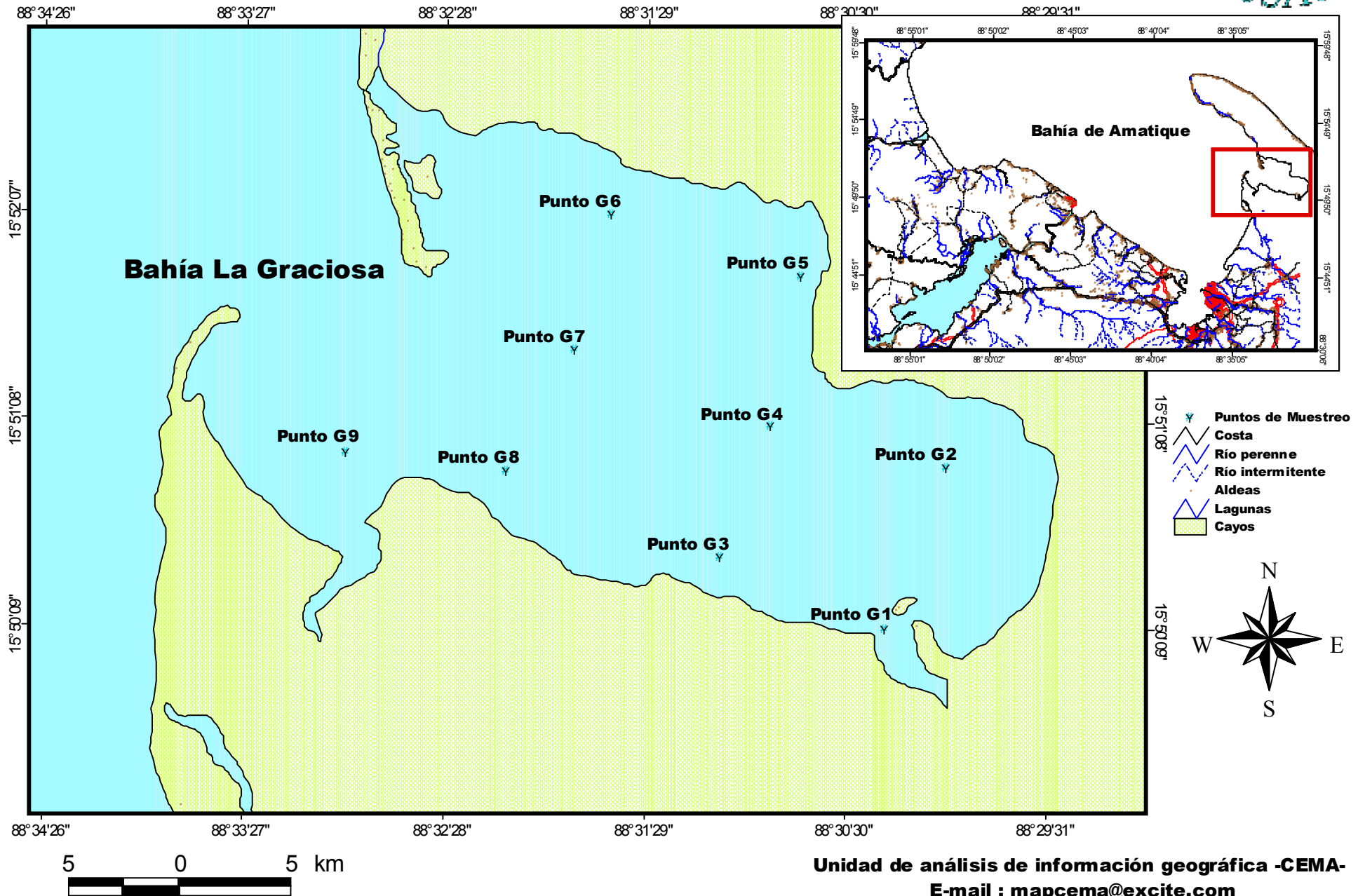
## **BIBLIOGRAFÍA**

Arrivillaga, Alejandro y Donald Baltz. 1,999. **COMPARISON OF FISHES AND MACROINVERTEBRATES ON SEGRASS AND BARE-SAND SITES ON GUATEMALA'S ATLANTIC COSAT.** Bulletin of Marine Science, 65 (2): 301-319 U.S.A.

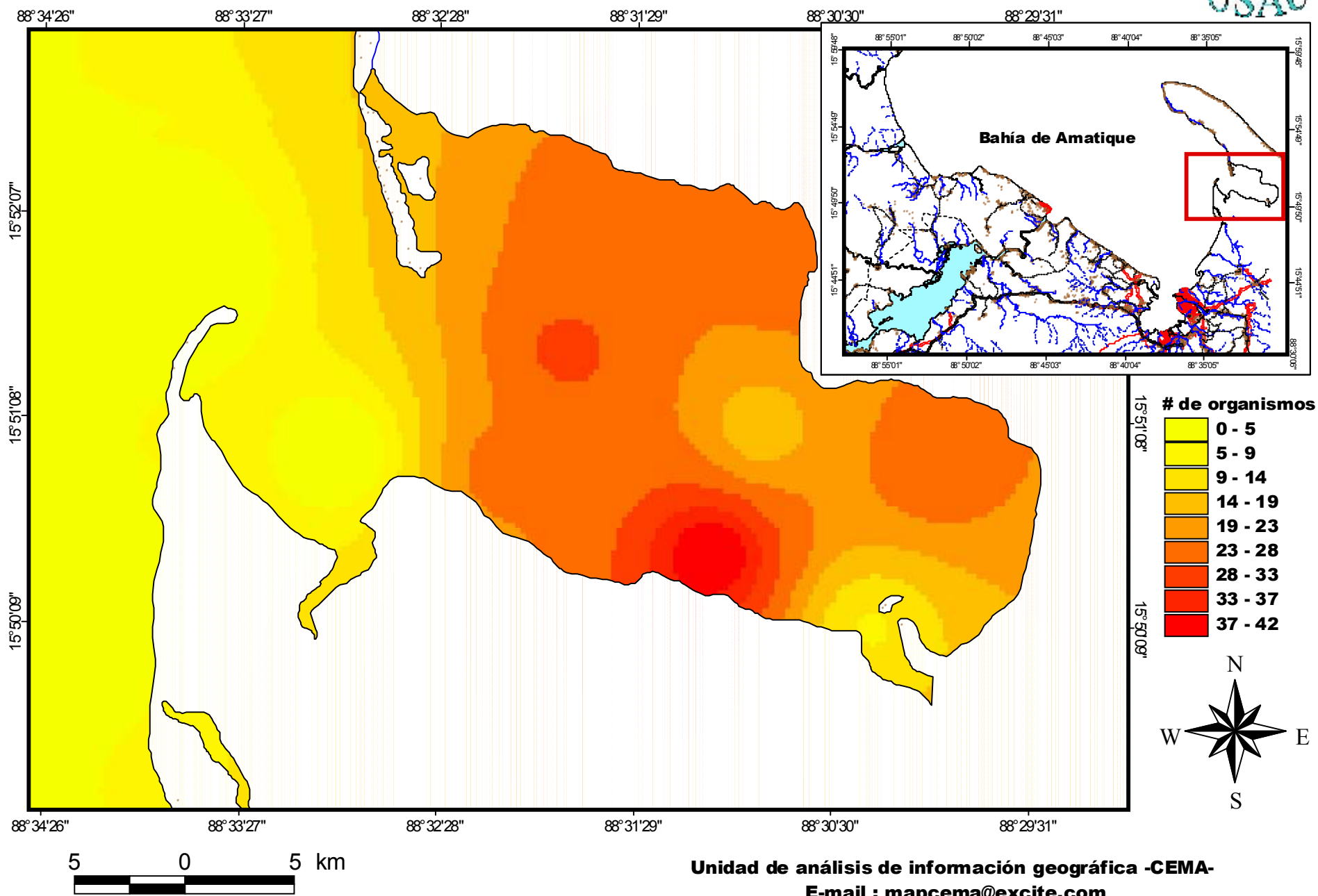
Meglitsch, Paul. 1,972. **ZOOLOGIA DE INVERTEBRADOS.** H. BLUME EDICIONES. España. 906 p.

Ruppert, E. y R. Barnes. 1,995. **ZOOLOGÍA DE LOS INVERTEBRADOS.** Sexta Edición. McGraw-Hill Interamericana. México. 1,114 p.

**Fig. 33: Puntos de muestreo de meiofauna, 2,000**



**Fig. 34: Abundancia de meiofauna/cc, 2,000**





# **ANEXO**

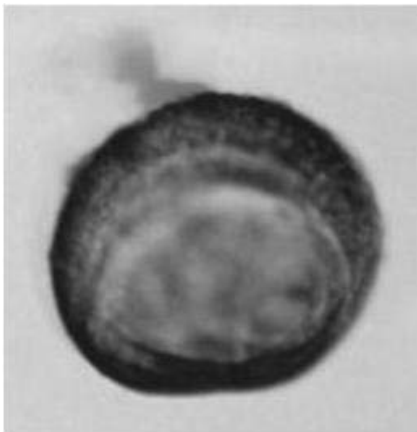
**CLASE COPEPODA**



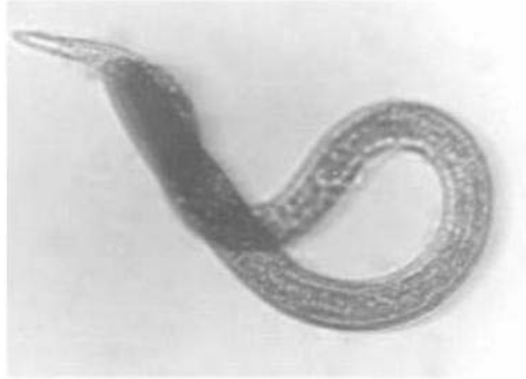
**CLASE GASTEROPODA**



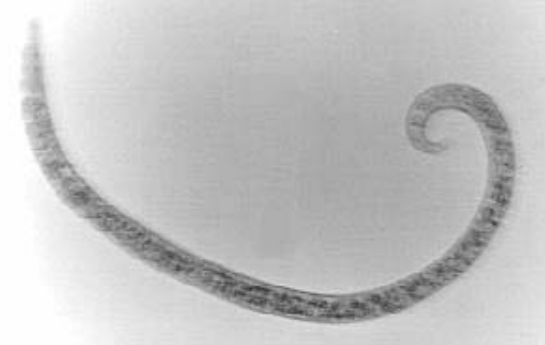
**CLASE BIVALVA**



**CLASE NEMATODA**



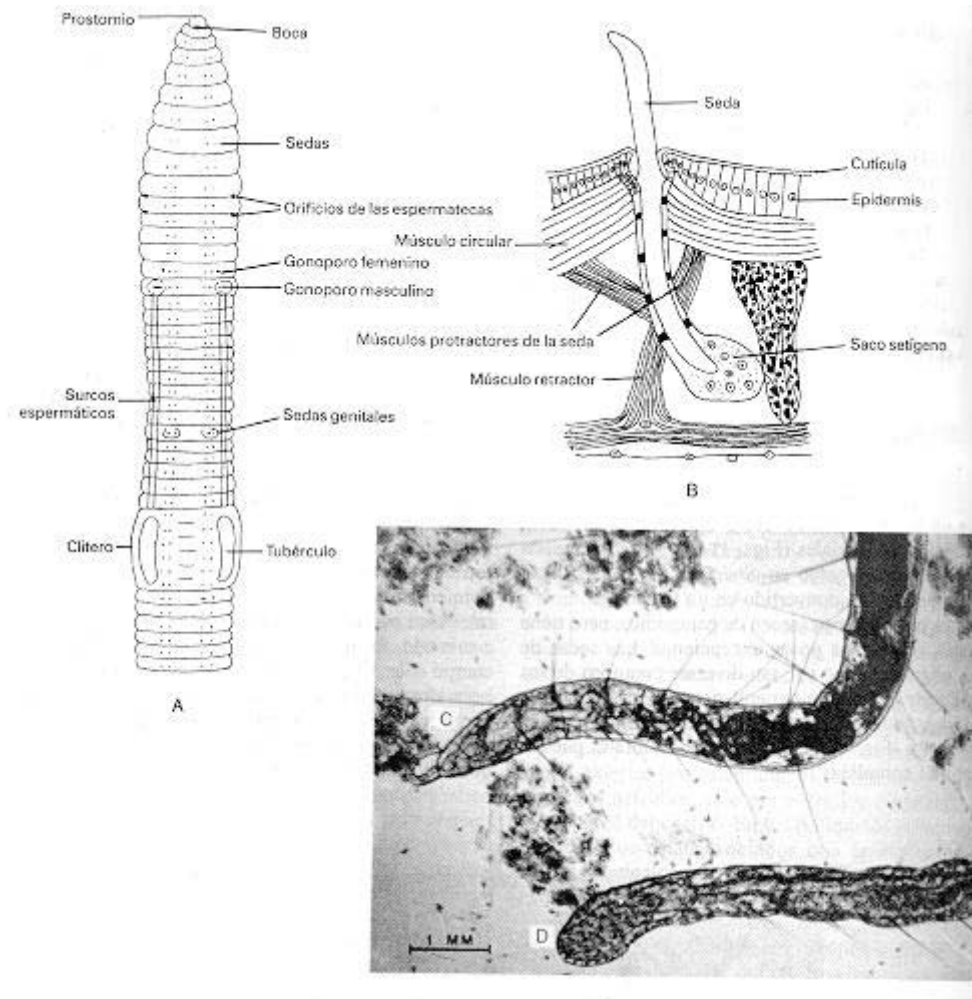
**CLASE NEMATODA**



**CLASE NEMATODA**

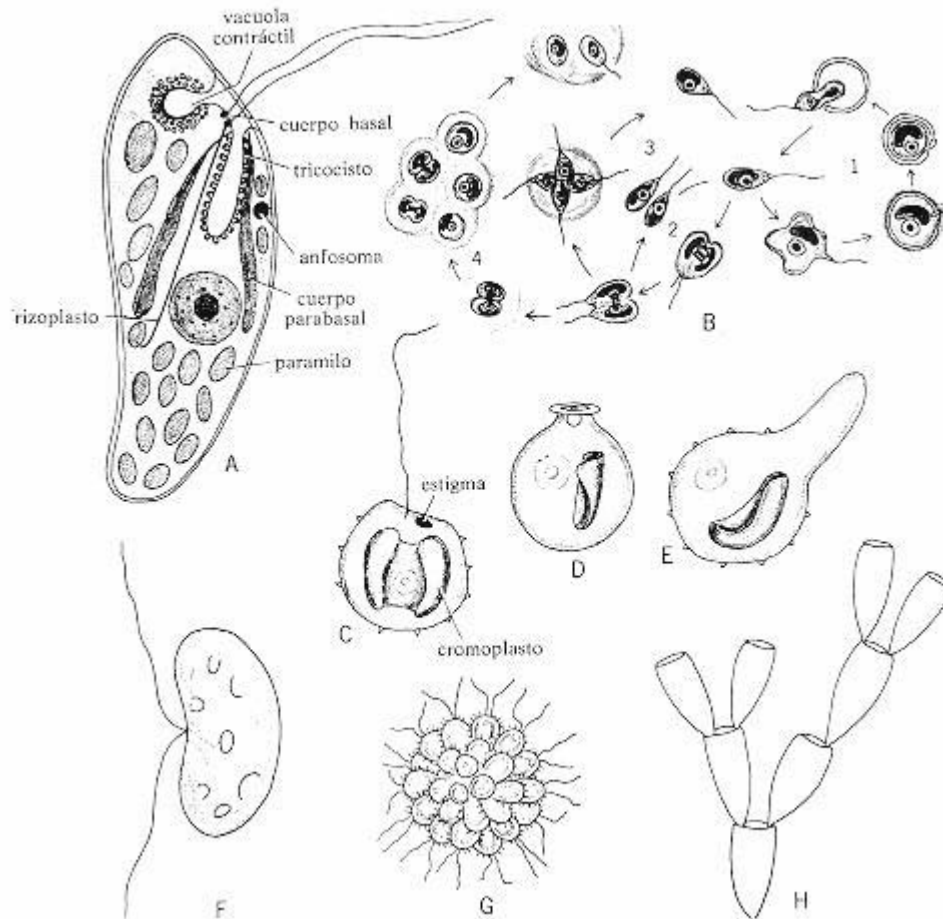


## CLASE OLIGOQUETA



Fuente: Meglitsch, Paul (1,972)

## CLASE SARCOMASTIGOFORA



Fuente: Ruppert, E. y R. Barnes, (1,995).

## **DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS** **EN BAHIA DE AMATIQUE, DURANTE EL CRUCERO 7 (DICIEMBRE, 2,000)**

Elaborado por: T.U.A. Carlos Tay

### **INTRODUCCIÓN**

La Bahía de Amatique es una zona estuarina, con influencia de dos grandes sistemas de agua dulce: el Río Dulce y el Río Sastún y en menor grado pequeños ríos en toda la línea costera. Además, debemos considerar que se encuentran zonas ribereñas importantes en la zona; Puerto Barrios y Livingston con alta población y centros de pesquerías y el Puerto de Santo Tomas de Castilla, con alto movimiento de barcos mercantes.

Lo anterior plantea que el sistema de la Bahía de Amatique recibe aportes químicos y biológicos de distintas fuentes, los que pueden variar de acuerdo a las estaciones, pero que finalmente tendrán un efecto sobre el equilibrio del mencionado sistema.

Es esta sección de la investigación se realizaron 8 muestreos sobre la calidad química del agua, tomando los siguientes parámetros: Alcalinidad, Dióxido de Carbono, dureza total, nitratos, fosfatos y Amonia ( $\text{NH}_3$  y  $\text{NH}_4$ ).

A los resultados obtenidos, aunque no son representativos de una investigación de todo un año, nos dan una referencia de la condiciones químicas del agua durante el mes de diciembre del 2,000, después de un periodo de lluvias y se incluye un análisis de los mismos.

## **OBJETIVOS**

- Determinar los parámetros de la calidad del agua, dentro de la Bahía de Amatique.
- Evaluar el comportamiento de los parámetros a través de un análisis de resultados.

## **METODOS**

Cada muestra de agua se tomó a 50.0 cm de profundidad, por medio de una Botella Van Dorf de un litro de volumen, el cual se colocó en un recipiente hermético. Luego del muestreo se depositó cada alícuota dentro de una hielera a 5.0°C, las cuales se analizaron al desembarcar en el hotel.

Se anotó la hora y el punto de muestreo en la bitácora de investigación y se identificó claramente cada recipiente.

En el transecto de Río Sarstún a Punta de Manabique se ubicaron cuatro muestreos, de Punta Manabique a Río Dulce tres muestreos y dentro de Bahía Santo Tomás de Castilla, solo se hizo uno, de los tres programados por problemas técnicos.

Los parámetros evaluados en cada punto de muestreo fueron: Alcalinidad, Dióxido de Carbono, Dureza Total, Nitrato, Amonio y Fosfato, unas mediciones se corrieron en un Espectrofotómetro Hatch DR-2010, mientras Dureza Total y Alcalinidad se realizaron por titulación.

## **DISCUSION DE RESULTADOS**

Los parámetros evaluados en este proyecto se basan, en su mayoría, en rangos propicios para cultivos acuícolas en regiones tropicales.

En la tabla 1, encontramos un resumen de los valores encontrados para cada punto y parámetro muestreado, asimismo, se situaron los valores aceptables para sistemas estuarinos. Se observa que los valores se encuentran dentro o por debajo de los rangos permisibles, a excepción de la Dureza Total, la tiene datos sumamente altos, también el caso del CO<sub>2</sub>.

En el grafica 1 se observa que los rangos de Alcalinidad se encuentran en la parte baja de lo recomendable, con un mínimo de 92.0 y un máximo de 111.0 mg/l.

La alcalinidad de un cuerpo de agua se define como la capacidad de neutralizar los ácidos del mismo sin afectar el pH. La importancia de la alcalinidad radica en la capacidad de guardar o crear reservas de dióxido de carbono en el medio para así poder incrementar la actividad fotosintética y al mismo tiempo, funciona como un sistema buffer que evita cambios bruscos del pH durante el transcurso del día.

En Grafica 2, se plotearon los datos del Dióxido de Carbono y los datos obtenidos son bastante más altos, que los rangos adecuados, el valor mínimo fue de 29.0 y el máximo de 185.0 mg/l, pero esto significa que sea un problema ambiental, ya que el cuerpo de agua evaluado es bastante extenso y profundo. Por lo que la producción primaria es mucho mayor. Esto significa, que si se llevar esta agua a un sistema de cultivo, existirían buenos niveles de productividad primaria los cuales benefician a la mayor parte de especies en estado larval y juvenil así como la promoción de zooplancton en el medio, por la disponibilidad de alimento, esto también los podemos menciona para la Bahía de Amatique.



En la Grafica 3 observamos que los niveles de dureza total son extremadamente altos en relación a los valores recomendados para condiciones estuarinas, pero esto se debe a que el agua es salobre y durante las mareas altas encontramos salinidades marinas.

Básicamente, en la alcalinidad se determina las concentraciones de iones de Calcio y Magnesio, los cuales se encuentran disponibles en pH moderadamente básicos. El agua de mar por lo general contiene mayor cantidad de iones negativos disponibles. En este caso, el Calcio disponible ayuda a la formación de estructuras calcáreas de moluscos e invertebrados que lo absorben directamente para formación de estructuras. El Magnesio forma parte del anillo de Porphirina en la estructura de la Clorofila, el cual es vital para poder llevar a cabo el proceso fotosintético. Por lo que, en esta agua se encuentra una alta disponibilidad de Magnesio para los procesos fotosintéticos de microalgas y macroalgas.

Uno de los factores limitantes de la producción primaria en los sistemas acuáticos es el Nitrógeno, este se encuentra en forma de Nitrato o Amonio en el medio y luego es separado para ser utilizado como Nitrógeno, ya que las algas necesitan de este para poder llevar a cabo sus reacciones metabólicas.

En las Graficas 4 y 6 se observa el comportamiento de formas que contienen Nitrógeno y en la tabla 1 los rangos en los cuales estos parámetros se presentaron y su comportamiento. Los valores de  $\text{NO}_3$  se encuentran entre 0.30 y 0.90 mg/l, siendo aceptable en un sistema productivo valores entre 0.0 y 3.0 mg/l, por lo que decimos que los datos son aceptables.

Los valores de  $\text{NH}_3$  están entre 0.03 y 0.04 mg/l y los rangos permisibles son de 0.01 a 0.10 mg/l, con un comportamiento similar al anterior.

Los valores encontrados en los puntos muestreados son bastante más bajos a los rangos óptimos para los cultivos. Lo que es normal porque los sistemas marino costeros, tienen limitante en nutrientes, excepto en las zonas de afloramiento, donde se

conoce que la alta disponibilidad de nutrientes, permite un aumento en la biomasa de producción primaria y por consiguiente una alta producción en biomasa de peces filtradores.

Se conoce razonablemente, que la disponibilidad de nutrientes en el Mar Caribe no son tan altas, como en otras regiones. En este caso se esperaba encontrar una disponibilidad de nutrientes, los cuales provendrían de los ríos de la zona, pero se necesita hacer estudios durante un año completo, para emitir una primera opinión sobre el comportamiento del sistema, ya que en este caso, solo contamos con un muestreo, este sirve como información general y no se puede emitir una opinión definitiva.

En la grafica 5 observamos los niveles de fósforo como PO<sub>4</sub> (fosfato), los cuales son bajos en relación con los rangos óptimos. El fósforo es un factor limitante en la producción primaria. Esto concuerda con el resultado obtenido con el nitrógeno. Y como anteriormente se expone, puede causar un atraso en el levantamiento del bloom algal en un sistema de cultivo o en el medio ambiente natural.

El amonio como NH<sub>4</sub>, el cual se presenta como gas, no es de mayor relevancia ya que se volatiliza inmediatamente. En cambio el NH<sub>3</sub> es el resultado de los desechos metabólicos tanto de las algas como los organismos del medio en forma de excretas o mudas, así como el resultado de la descomposición de materia orgánica, lo que acidifica el medio. Los niveles encontrados están en el rango de lo permisible, y difícilmente cambien debido a la alcalinidad que maneja el medio, ya que esta funciona como buffer del mismo. Además para que este parámetro llegará a ser nocivo en esta región deberían de existir un sobrecarga de organismos así como de materia orgánica (excretas, aguas de escorrentías) en el sistema.

De todos los puntos muestreados, los que resaltan en cuanto a sus parámetros es el 9 que presenta los datos más altos. Indicando que es el punto de mayor productividad del medio, por las razones antes expuestas. El punto 28 que se tomó en Puerto Barrios es el área con mayor influencia de materia orgánica, debido a las poblaciones

cercanas al mismo, así como los desechos de los barcos mercantes que llegan a esa área, en próximas investigaciones hay que enfocarse a tener mayores puntos de muestreo dentro de esta zona, ya que es la que mayor presión ambiental soporta.

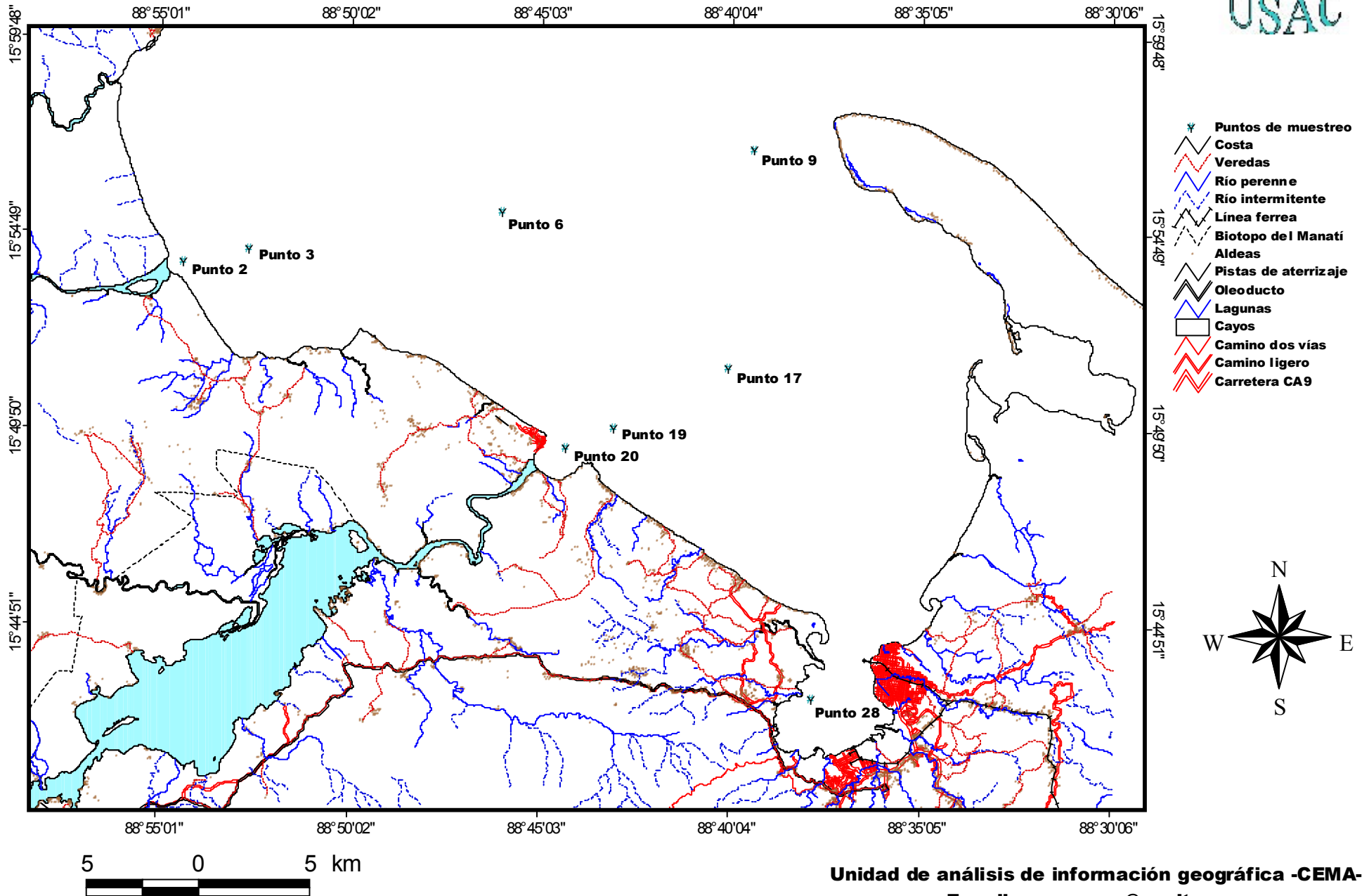
En general, observamos que el medio está poco contaminado, pero esta es una observación a priori. Los días en que se efectuaron los muestreos fueron nublados y con lluvia, lo que pudo afectar algunos parámetros como el CO<sub>2</sub>, el cual es un claro indicador de la actividad fotosintética, esto a pesar de que las horas de muestreo fueron durante el día e inicio de la tarde, que son las horas de mayor producción de Oxígeno.

Debido a la poca información obtenida en este estudio de parámetros del agua, no se puede concluir acerca del comportamiento del mismo.

## **RECOMENDACIONES**

- Pero para poder comprender la dinámica del mismo, lo adecuado sería correr un estudio más extenso tomando en cuenta las diferentes épocas del año, para contar con una mayor información sobre el agua del área.
- Se hace necesario, que algunos puntos de muestreo queden dentro de Río Dulce y Río Sarstún, pero conocer su comportamiento previo a formar parte de la Bahía de Amatique. Los muestreos dentro del sistema estuarina, sería recomendable trabajar a 2 ó 3 profundidades para aumentar la confiabilidad del comportamiento vertical y horizontal del sistema.
- La información obtenida, nos ofrece información que el sistema no está contaminado, pero para el futuro inmediato es recomendable proponer estudios pertinentes, que generen bases de datos, sobre los cuales diagnosticar si hay cambio extremos o problemas de eutricación y recomendar soluciones.

**Fig. 35: Puntos de muestreo, calidad del agua, diciembre del 2,000**



# **ANEXO**



**Tabla 1**

Parámetros de calidad de agua, Atlántico noviembre 2,000.

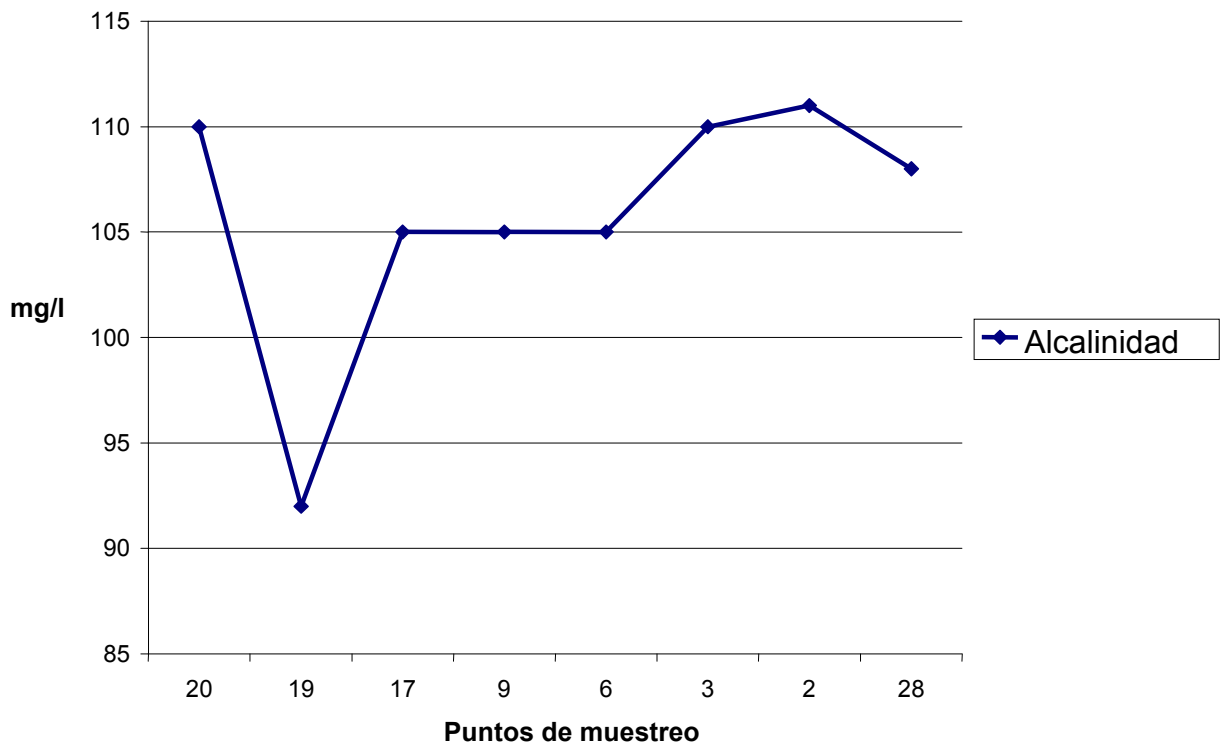
Fecha/ Hora	Punto	Alcalinidad (mg/l) Rango óptimo	CO <sub>2</sub> (mg/l) Rango óptimo	Dureza Total (mg/l) Rango óptimo	NO <sub>3</sub> -N (mg/l) Rango óptimo	NO <sub>3</sub> (mg/l) Rango óptimo	PO <sub>4</sub> (mg/l) Rango óptimo	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l) Rango óptimo	NH <sub>4</sub> (mg/l) Rango óptimo	NH <sub>3</sub> (mg/l) Rango óptimo
<b>12/14/00</b>		<b>(50.0-400.0)</b>	<b>(0.0-10.0)</b>	<b>(50.0-400.0)</b>	<b>(5.0-8.0)</b>	<b>(0.0-3.0)</b>	<b>(0.2-0.6)</b>	<b>(0.2-0.6)</b>	<b>****</b>	<b>(0.01-0.10)</b>
16:00	20	110.00	36.20	3612.50	0.10	0.50	0.01	0.01	0.04	0.03
15:39	19	92.00	37.50	5162.50	0.10	0.60	0.01	0.01		
15:08	17	105.00	32.00	5140.00	0.10	0.50	0.00	0.00		
11:50	9	105.00	185.00	5620.00	0.20	0.90	0.04	0.03		
10:25	6	105.00	34.00	5140.00	0.10	0.30	0.01	0.01		
9:23	3	110.00	29.00	4680.00	0.10	0.60	0.01	0.01		
9:00	2	111.00	35.40	4040.00	0.10	0.50	0.07	0.05	0.05	0.04
12/15/00										
9:55	28	108.00	41.00	5189.00	0.10	0.70	0.03	0.02	0.05	0.04

\*\*\* Por ser en forma de gas, este se volatiliza y su valor es de poca importancia

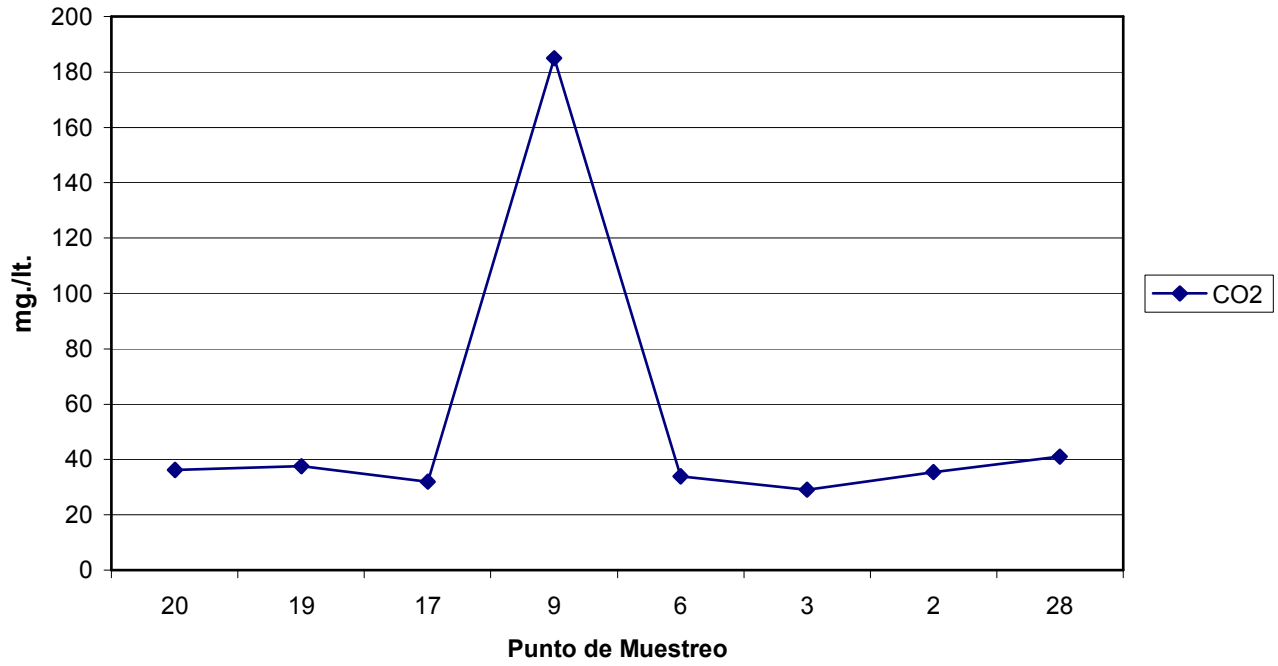




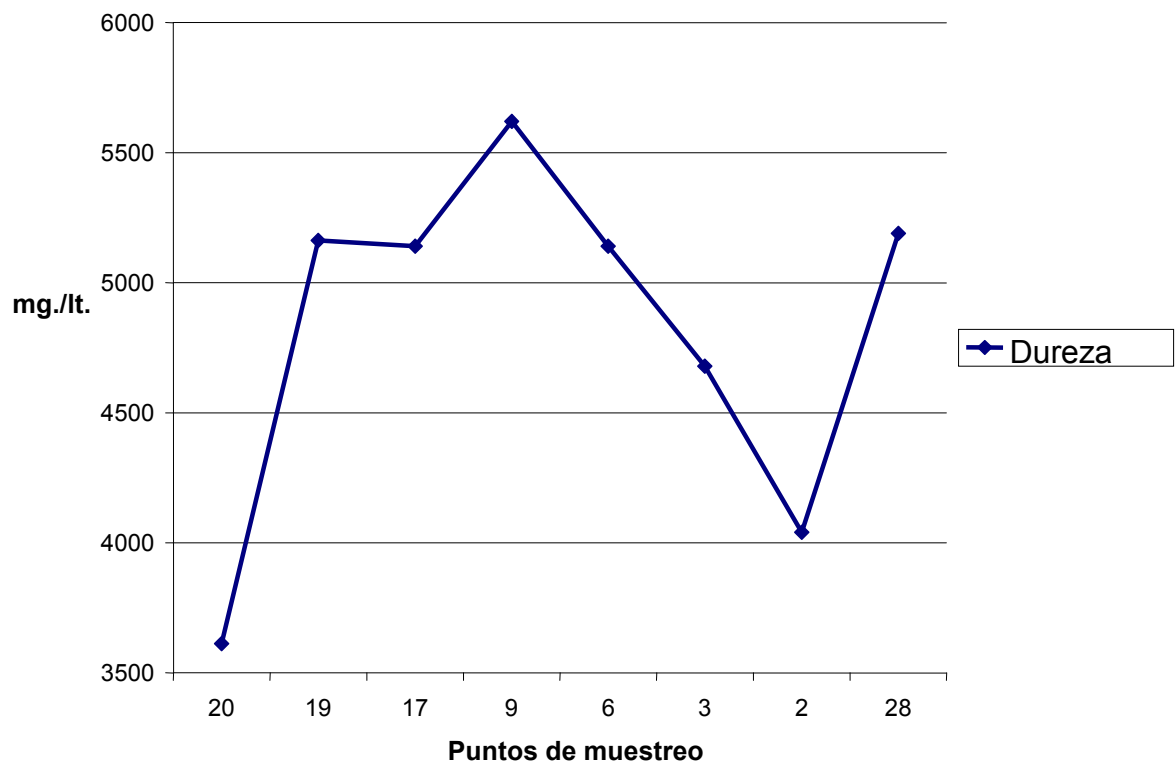
**GRAFICA 1:** Comportamiento de la Alcalinidad, Nov. 2,000



**GRAFICA 2.** CO2 Costa Atlántico Proyecto CEMA 14-15 Nov. 2000



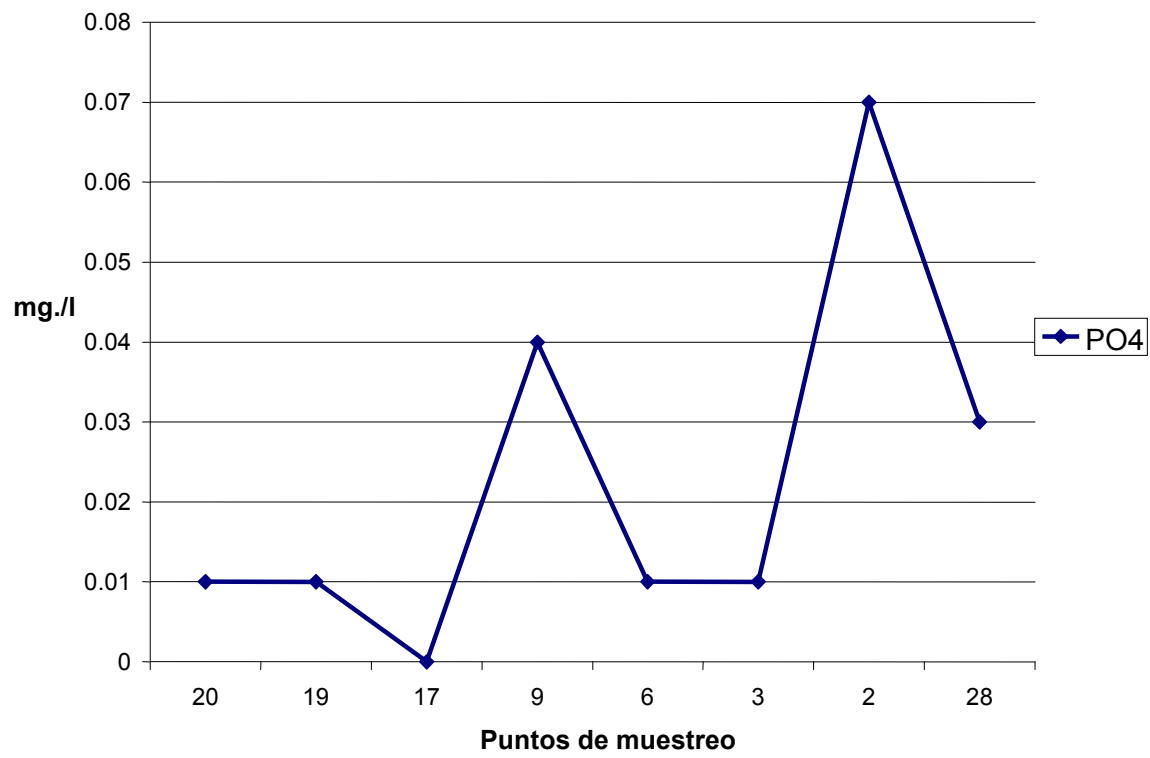
**GRAFICA 3:** Comportamiento de Dureza Total, Nov. 2,000



**GRAFICA 4:** Comportamiento de Nitratos (NO<sub>3</sub>), Nov. 2,000



**GRAFICA 5:** Comportamiento del Fosfato (PO), Nov.



**Grafica 6:** Comportamiento del Amonio (NH<sub>3</sub>), Nov. 2,000.

