

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

**" MANEJO AMBIENTAL INTEGRADO DE LA ACUICULTURA
DEL CAMARÓN EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL APOYADO EN
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA "**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

OCEANÓGRAFA

Presentada por:

Teresa Vera San Martín

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO 2003

AGRADECIMIENTO

A mis maestros, aquellos que encontraron en el oficio más noble: la enseñanza, un instrumento de realización personal a la vez que de beneficio para la sociedad en la que viven,

a mis amigos, parte indispensable de mi formación humana, con los que en la vida he materializado y comprendido el significado de ese lazo indisoluble,

a los investigadores, esos curiosos insatisfechos que persiguen con tesón sus dudas hasta alcanzarlas y confrontarlas, y en especial a

Zobeida Cisneros, mi directora a quien debo en gran medida el alcance de esta meta; Francisco Torres e Iván Apolo, motores impulsores de mi trabajo, a María del Pilar Cornejo, guía y ejemplo en mi carrera, a todos mis profesores de la FIMCM, a todas aquellas personas que desinteresadamente colaboraron conmigo en la realización de esta tesis y finalmente a la ESPOL, institución generadora de conocimiento y siempre a la vanguardia de la ciencia y la tecnología.

DEDICATORIA

Con el inmenso amor que les profeso
A mis padres, ellos con su esfuerzo tenaz
labraron un porvenir para nosotras, sus hijas.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Bolívar Vaca Romo
Subdecano FIMCM
Presidente del Tribunal

Ing. Eduardo Cervantes Bernabé
Director de Tesis

Ing. José Chang Gómez
Miembro del Tribunal

M. Sc. Francisco Medina Peñafiel
Miembro del Tribunal

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad, por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).

Teresa Jacqueline Vera San Martín

RESUMEN

Como parte del Proyecto VLIR-IUC-ESPOL, el componente denominado “Sistemas de Manejo Ambiental en Agricultura y Acuicultura - EMSAA” ha sido estructurado con el propósito de apoyar el desarrollo sostenible de estas actividades, y ha desarrollado, entre otros, la implementación de un SIG Acuícola y de Alerta Camaronero.

Durante el desarrollo del SIG acuícola surgió la necesidad de evaluar, como complemento de las bases de datos epidemiológicas y de manejo de los sistemas acuícolas incluidas en el sistema de información acuícola, la información de variables ambientales del medio en que ellos se desarrollan, esto es, el Golfo de Guayaquil. Esta necesidad, latente en otros ámbitos, y dispersamente satisfecha a través de varios estudios y proyectos de corta y mediana duración en el pasado, es la motivación de este trabajo de tesis.

Como parte de la estrategia de EMSAA de proveer a los usuarios del Golfo de Guayaquil con una herramienta de análisis objetiva y útil en la toma de decisiones, se planteó la elaboración de mapas temáticos, siendo el resultado del trabajo desarrollado en esta tesis mapas temáticos de variables ambientales estuarinas del Golfo de Guayaquil, los cuales han sido elaborados a partir de información contenida en estudios previos.

La elaboración de mapas se realizó utilizando un programa de mapeo digital y análisis geográfico, MapInfo, el cual es ampliamente utilizado en el campo de los Sistemas de Información Geográfica.

Primero se hizo la recopilación e inventario de las fuentes, luego se extrajo la documentación contenida en ellas, posteriormente se las clasificó en función de su naturaleza y utilidad, así de algunos se tomaron las tablas de datos para ser integrados en una base de datos alfanumérica y de otros se incorpora información, resultados o conclusiones obtenidas empleando herramientas gráficas del programa.

Los datos de variables o parámetros reportados en estudios anteriores se procesaron y recopilaron en bases de datos individuales por estudio, posteriormente normalizadas, las que fueron enlazadas con los objetos gráficos generados también a partir de la información encontrada en las fuentes, estas últimas pasaron a constituir parte de la base de datos geográfica de la tesis.

La base de datos geográfica la constituyen archivos de imágenes satelitales y mapas vectoriales del Golfo generados en proyectos previos, además de la información geográfica generada durante el procesamiento y análisis de los datos.

La representación gráfica de las variables en mapas temáticos se realizó utilizando agrupamientos de los datos contenidos en las bases de datos de

cada estudio, el nivel de síntesis en el que se representan es función del propósito del mapa y de la desagregación de los datos originales. Un subconjunto de 10 estudios forma la base de datos alfanumérica integrada por las bases de datos individuales.

Del conjunto de parámetros reportados en los estudios se seleccionaron las variables oceanográficas físico-químicas y en especial los parámetros oxígeno disuelto y sólidos suspendidos al considerárselos críticos en la calidad del agua, no limitándose empero las representaciones temáticas a ellos.

Se generaron dos categorías de mapas, una los mapas temáticos de variables elaborados a partir de datos "crudos"; el otro tipo son mapas dinámicos que son una forma de representación gráfica de contenidos, información o resultados ya procesados como textos, gráficos, o cualquier otra referencia; en estos mapas se utilizan objetos activos para establecer las asociaciones con los archivos.

El análisis aplicado a los datos muestra la variabilidad temporal del entorno en que se desarrolla la acuicultura del camarón en el Golfo (interno) de Guayaquil, y demanda una actitud crítica frente a enunciados categóricos sobre el comportamiento de este ecosistema. Sin embargo, un análisis global que no discrimina condiciones ambientales de muestreo –mas si los documenta-, ni pretende ser estricto en la sistematización temporal o

espacial de la colección de los datos, permite observar ciertas tendencias en el Golfo interno. Finalmente, mas no por ello menos relevante, este trabajo de tesis provee al lector con elementos documentales de los datos/estudios considerados, mismos que aparte de documentar a los mapas temáticos actuales, apoyarán a iniciativas futuras y a definir una estrategia de muestreo para solventar los vacíos de cobertura espacial y/o temporal.

Como complemento del trabajo de los escenarios creados se analiza el comportamiento de algunas de las variables en el sistema del Golfo de Guayaquil en un intento de describir el comportamiento del macro-hábitat estuarino en el que la actividad acuicultora del camarón se desarrolla.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	VI
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XIV
ÍNDICE DE MAPAS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
SISTEMAS ACUICOLAS.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. Factores ambientales relacionados con sistemas acuícolas.....	13
1.3. Reseña de la situación actual de los sistemas acuícolas.....	16
CAPÍTULO 2	
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	22
2.1. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica.....	22
2.2. Representación de los datos en el SIG	31
2.2.1. Datos no cartográficos.....	32
2.2.2. Datos cartográficos.....	33

2.3. Bases de datos geográficos.....	38
2.4. Aplicaciones.....	38

CAPÍTULO 3

ZONA DE ESTUDIO.....	41
3.1. Delimitación de la zona de estudio.....	41
3.2. Descripción de la zona de estudio.....	45
3.2.1. Aspectos antropogénicos.....	55
3.3. Recopilación de la información histórica de la zona.....	61

CAPÍTULO 4

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS.....	74
4.1. Variables físicas.....	76
4.1.1. Circulación del agua y clasificación del Estuario.....	76
4.1.2. Corrientes.....	80
4.1.3. Mareas.....	85
4.1.4. Olas.....	87
4.1.5. Mezcla, prisma de mareas y tasa de renovación del agua... 88	
4.1.6. Temperatura.....	94
4.1.7. Profundidad, disco Secchi y turbiedad.....	96
4.2. Variables químicas.....	100
4.2.1. Salinidad.....	100
4.2.2. Densidad.....	102
4.2.3. pH.....	103

4.2.4. Sedimentos suspendidos.....	104
4.2.5. Oxígeno disuelto.....	108
4.2.6. Nutrientes.....	110
4.2.7. Clorofila.....	114
4.3. Variables biológicas.....	116
4.4 Calidad de agua y sedimentos en estuarios y piscinas	
camaroneras.....	119
4.4.1. Calidad del agua en piscinas camaroneras.....	119
4.4.2. Calidad del sedimento en piscinas.....	121
4.4.3. La calidad del agua del estuario.....	122
4.4.4 Calidad del sedimento en el estuario.....	124
4.5. Determinación de la calidad de los efluentes de las	
camaroneras.....	126
4.6. Selección de variables de interés.....	128
4.7. Comparación de Indicadores de Calidad de Agua y	
Sedimentos con Normas Nacionales e Internacionales.....	129

CAPÍTULO 5

BASE DE DATOS GEOGRÁFICA ACUÍCOLA.....	133
5.1. Aplicaciones para el SIG Acuícola.....	133
5.2. Definición del modelo cartográfico	137
5.3. Parámetros cartográficos.....	139
5.4. Metodología de trabajo.....	140

5.4.1	Recopilación de la información.....	140
5.4.2	Revisión y selección de referencias cartografiables.....	140
5.4.3	Creación de bases de datos alfanuméricas homogéneas.....	141
5.4.4	Organización de la información gráfica.....	142
5.4.5	Generación de información gráfica.....	143
5.5.	Procesamiento de los datos.....	144
5.5.1	Documentación de los archivos de la base de datos geográfica– base de la librería digital.....	146
5.5.2.	Implementación de la base de datos geográfica.....	149
5.5.3.	Enlace en mapas dinámicos.....	150
5.6.	Mapas temáticos.....	151
5.7.	Algunos resultados obtenidos del análisis espacial.....	153
5.7.1	Nutrientes y Oxígeno Disuelto.....	154
5.7.2	Sedimentos en suspensión y oxígeno disuelto.....	162
5.7.3	Comparación de resultados de OD y SS en estudios del GG.....	172
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	176

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Efectos de enfermedades y de eventos climáticos “El Niño” En las exportaciones de camarón en el Ecuador, período 1979-2000.....	9
Figura 2. Áreas costeras ocupadas por camaroneras y manglares en El Cantón Guayaquil	12
Figura 3. Representación gráfica de tipo CAD.....	25
Figura 4. Representación gráfica en el ambiente ARCVIEW.....	29
Figura 5. Representación gráfica de tipo vector y ráster.....	34
Figura 6. Ubicación geográfica del área de estudio.....	43
Figura 7. Área del Golfo de Guayaquil.....	44
Figura 8. a) Tipos de estuario según su estructura salina (Cameron y Pritchard; b) Clasificación según parámetros de circulación y estratificación de Hansen-Rattray aplicada al estuario del Río Guayas.....	78
Figura 9 Concentración de oxígeno disuelto en afluentes y efluentes de camaroneras ubicadas en el estuario interior – Golfo de Guayaquil.....	166

Figura 10 Concentración de sólidos suspendidos en afluentes y efluentes de camarónicas ubicadas en el estuario interior – Golfo de Guayaquil.....	167
Figura 11 Concentración de nitratos en afluentes y efluentes de camarónicas ubicadas en el estuario interior	168
Figura 12a Relación de las concentraciones de nutrientes en afluentes de 5 camarónicas en septiembre 1998. Estuario interior – Golfo de Guayaquil.....	169
Figura 12b Relación de las concentraciones de nutrientes en efluentes de 5 camarónicas en septiembre 1998. Estuario interior – Golfo de Guayaquil.....	170
Figura 13 Concentración de nitratos en el estuario interior del Golfo de Guayaquil. Superficie y fondo.....	171

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Evolución de superficie (ha) ocupada por manglares, camaroneiras y salinas en el período 1969-2000.....	10
Tabla 2. Áreas de cultivo en las Provincias del Guayas, El Oro y Los Ríos.....	59
Tabla 3. Valores máximos de corrientes medias en la columna de agua.....	84
Tabla 4. Cálculos de coeficientes de dispersión y difusión en el Golfo de Guayaquil.....	91
Tabla 5. Flujo de agua y tiempo de renovación en el Estuario del Río Guayas, estaciones seca y lluviosa.....	93
Tabla 6. Rangos óptimos de características del agua para acuicultura del camarón.....	119
Tabla 7. Criterios de calidad admisibles para preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.....	130
Tabla 8. Modelo Cartográfico.....	138
Tabla 9. Descripción de los archivos gráficos de posición generados para los estudios de la base de datos alfanumérica.....	146

INDICE DE MAPAS

(ANEXO B)

- Ubicación de estaciones de muestreo en algunos estudios realizados en el Golfo de Guayaquil
- Zonificación geográfica del Golfo de Guayaquil.
- Golfo de Guayaquil: Estuario interior, corrientes medias en Z – Delft, sept. – oct. 1884.
- Concentración de oxígeno disuelto en el estuario interior del Golfo de Guayaquil, periodo 1989 -1990.
- Concentración de oxígeno disuelto en superficie y fondo en noviembre de 1992 – estuario interior del Golfo de Guayaquil.
- Concentración de oxígeno disuelto en superficie y fondo para 5 campañas comprendidas entre 1992 – 1995.
- Concentración de oxígeno disuelto en superficie y fondo medias mensuales en el periodo 1994 – 1996 para el Estero Salado, Canal de Cascajal y Río Guayas.
- Concentración de sólidos suspendidos en superficie y fondo en épocas seca y lluviosa en el estuario interior del Golfo de Guayaquil.
- Concentración de sólidos suspendidos en el estuario interior del Golfo de Guayaquil. Periodo 1989 – 1990.

- Batimetría del Golfo de Guayaquil. Mapa de contornos.
- Distribución de oxígeno disuelto en el estuario interior del Golfo de Guayaquil -época seca
- Distribución de nitratos en el estuario interior del Golfo de Guayaquil-época seca
- Distribución de nitritos en superficie en el estuario interior del Golfo de Guayaquil-época seca
- Distribución de amonio en superficie en el estuario interior del Golfo de Guayaquil-época seca
- Distribución de fosfato en superficie en el estuario interior del Golfo de Guayaquil-época seca
- Distribución de sólidos suspendidos en superficie en el estuario interior del Golfo de Guayaquil-época seca
- Distribución de sólidos suspendidos en superficie en el estuario interior del Golfo de guayaquil-época lluviosa
- Variación de la concentración de sólidos suspendidos en función de la fase y tipo de marea en el estuario interior del Golfo de Guayaquil
- Sólidos suspendidos en superficie y fondo en función de la fase y tipo de marea en el estuario interior del Golfo de Guayaquil

ABREVIATURAS

ANOVA	Análisis de Varianza
CAD	Computer Aided Drafting
ENOS	El Niño-Oscilación Sur
GG	Golfo de Guayaquil
OD	Oxígeno disuelto
ppm	partes por millón
ppt	partes por mil (del inglés parts per thousands)
SIG (GIS)	Sistema de Información Geográfica
SS	Sólidos suspendidos
TIN	Triangulated Irregular Network (método de interpolación)
TM	Toneladas métricas
TSM	Temperatura Superficial del Mar
ZCIT	Zona de Convergencia Intertropical

ACRÓNIMOS

APG	Autoridad Portuaria de Guayaquil
CAAM	Comisión Asesora Ambiental de la Vicepresidencia de la República
CE	Comunidad Europea
CEDEGÉ	Comisión de Desarrollo para la Cuenca del Guayas
CEMA	Centro de Estudios del Medio Ambiente
CENAIM	Centro Nacional de Acuicultura e Investigaciones Marinas
CIAT	Comisión Interamericana del Atún Tropical
CNA	Cámara Nacional de Acuicultura
CPPS	Comisión Permanente para el Pacífico Sur
DHL	Delft Hydraulic Institute
DIGMER	Dirección General de la Marina Mercante
EDC	Energy Development Company
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Food and Agriculture Organization, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INOCAR	Instituto Oceanográfico de la Armada Nacional
INP	Instituto Nacional de Pesca

PMRC	Programa de Manejo de Recursos Costeros
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
UNESCO	Unión de naciones para la educación, la ciencia y la cultura
VLIR	Consejo Inter. Universitario de Flandes
VUB	Vrije Universiteit Brussel

GLOSARIO

Base de datos alfanumérica: Una colección de datos consistente de caracteres alfabéticos e información numérica. Distinta de una base de datos orientada espacial o gráficamente.

Coroplético, mapa: Un mapa que muestra estadísticas relacionadas a áreas geográficas mediante sombreado de éstas basado en valores estadísticos, es una clase de mapa temático.

Datos nominales: son datos no numéricos o datos numéricos que no representan números, por ejemplo números de identificación.

Datum: Concepto geográfico desarrollado para expresar las diferentes representaciones o modelos matemáticos de la tierra. Cada Datum está compuesto por un elipsoide y un punto llamado "Fundamental" en el que el elipsoide y la tierra (el geoide) son tangentes. Los datums en uso cambian de un sitio a otro, ya que cada región utiliza el modelo de cuerpo definible matemáticamente (generalmente un elipsoide) que más se ajusta a la forma de la tierra en su territorio.

Hay que ser muy cuidadoso al trabajar con un datum determinado y al hacer la conversión entre coordenadas en datum diferentes.

Georeferenciación: la manera en la cual las “posiciones” de las imágenes ráster y los archivos vectores se relacionan con las “posiciones” de la superficie de la tierra.

Meta-información (metadatos): información sobre la información.

Proyección: es la representación de la tierra sobre una superficie plana, lo que implica algún grado de distorsión ya que se transfiere información de una fuente tridimensional a un medio bidimensional. Las proyecciones se usan de acuerdo a la conveniencia o no en la distorsión de las características de interés. Una proyección es sólo uno de los elementos de un sistema de coordenadas.

Sistema de coordenadas: conjunto de parámetros que especifican la forma de interpretar coordenadas de localización de los objetos.

Temático, mapa: un mapa hecho con el propósito único de comunicar un tema o mostrar información estadística. Hay varios tipos de mapas temáticos, como mapas de puntos (símbolos), mapas de círculos graduados, mapas de barras, mapas coropléticos (sombreados).

Topología: Define la relación posicional de los elementos estableciendo sus propiedades. Esto incluye información sobre qué etiquetas están conectadas a cuáles “elementos”, cuántos puntos están conectados entre sí y cuáles puntos y líneas componen cuales polígonos. Esta información es almacenada en el SIG, lo que le permite realizar funciones con relaciones espaciales como superponer polígonos, hacer buffer a polígonos, determinar si una línea está dentro de un polígono y determinar la proximidad de un elemento a otro.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura del Golfo de Guayaquil está representada principalmente por las granjas camaroneras distribuidas cerca de la línea de costa, en el complejo de islas ubicado entre el Río Guayas y el Estero Salado y en los sectores aledaños.

Desde los inicios de esta actividad en el país hasta los días presentes grandes cambios han ocurrido, por un lado el cultivo de camarón se ha tecnificado, se han formado profesionales y especialistas en acuicultura y se desarrollan investigaciones y estudios de soporte a la actividad, por el otro las áreas ocupadas para la actividad se expandieron y la industria productora y exportadora creció notablemente llegando a ser la segunda en generación de divisas, en tanto que el ecosistema en el que se desenvuelven, como ente dinámico que es, también ha ido cambiando paulatinamente.

El fin del siglo pasado fue testigo de la caída de la industria camaronera ecuatoriana, provocada por la aparición de la enfermedad denominada “Mancha Blanca” cuyos alcances devastadores fueron atribuidos especialmente al deterioro de las condiciones ambientales del entorno y para el caso específico del Golfo de Guayaquil, debido tanto a la actividad

acuícola como a otras que en él tienen lugar, conjugadas con el factor climático, cada vez más variable.

Las camaroneras del Golfo de Guayaquil son una parte representativa de la industria camaronera y de la economía nacional, ello ha movido al esfuerzo institucional de entes como la ESPOL y en especial el CENAIM, para a través de la educación y la investigación científica apoyar el desarrollo sostenible de la industria. Parte de este esfuerzo es el desarrollo de herramientas de manejo ambiental utilizando tecnología de Sistemas de Información Geográfica.

La presente tesis hace una revisión del estado actual de los sistemas acuícolas, los estudios realizados en el área del Golfo de Guayaquil e incorpora información disponible para la elaboración de mapas temáticos.

La dedicación de la tesis se concentra sensiblemente en generalidades pertinentes al comportamiento integral del Golfo de Guayaquil, con énfasis al golfo interno, función de los datos, meta-datos e información en general encontrada, que sugirió que aportaría para el conocimiento del sistema integrado en que se desarrolla la actividad acuícola del camarón, por no disponer de datos que apoyaran sistemáticamente una evaluación más específica sobre la interacción acuicultura del camarón-Golfo, mas incluyendo al menos un estudio de afluentes y efluentes de granjas camaroneras efectuado en el mismo.

CAPÍTULO 1

SISTEMAS ACUÍCOLAS.

1.1 Introducción.

La maricultura, entendiéndose por tal al cultivo de especies de plantas o animales marinos bajo condiciones controladas en algún grado, es una práctica que data de antiguas civilizaciones y que perdura, con sus necesarias adaptaciones y matices, hasta nuestros días, en que se ha convertido además en una actividad económica productiva en alrededor de 50 países del orbe.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) define la acuicultura, por razones estadísticas, como la explotación de organismos acuáticos, incluyendo peces, moluscos, crustáceos y plantas acuáticas, donde el término explotación se refiere a la intervención en algún grado en el proceso de cría a fin de mejorar la producción y asegurar la propiedad de las

existencias que están siendo cultivadas. Esta definición establece claramente los organismos que son considerados cultivos acuícolas, lo que facilita el control estadístico, los cálculos y estimaciones relacionados con la acuicultura a cualquier nivel.

Un sistema acuícola, por extensión a los conceptos de acuicultura y maricultura, puede definirse como el conjunto de todos los elementos que intervienen o forman parte, directa o indirectamente en el medio en que se desarrolla un organismo acuático en condiciones controladas o semi controladas, interactuando con las prácticas de manejo para cría y cultivo. La visión de la actividad acuícola como un sistema surge de la necesidad de incorporar al conocimiento de la fisiología, conducta y requerimientos del organismo cultivado, el de las propiedades locales y regionales del ámbito en que este se desarrolla y la compatibilidad que se necesita entre ambos para lograr un sistema acuícola exitoso y sostenible.

Definido un sistema, no es fácil delimitar sus límites espaciales, ya que los elementos que lo componen, de acuerdo a su naturaleza, podrían estar relacionados de maneras muy complejas entre sí y con los elementos del espacio que los rodean, y las trayectorias o flujos de materia y energía podrían ser muy variables y de complicado seguimiento. En virtud de esta consideración es necesario indicar

que aunque el presente trabajo tiene establecido como área de estudio el Golfo de Guayaquil, este es un espacio físico cuyas fronteras son dinámicas y por lo tanto mejor que definir una frontera se persigue mas bien llegar a crear escenarios comprensivos de toda la zona de interés y mostrar una visión de conjunto o a gran escala de la región, utilizando estudios previos.

Los elementos que constituyen un sistema acuícola son *el medio natural*, compuesto por el cuerpo de agua y las interfases agua – atmósfera, y agua – sedimento, es decir los estratos físicos que sirven de residencia a las especies vivas, sean estas de flora o fauna, *las especies mismas*, y *los factores o atributos ambientales del medio*, algunos de ellos inherentes a la naturaleza física de sus estratos, otros referidos a sus propiedades físicas y químicas. Las acciones emprendidas para manejo y producción interactúan con estas propiedades físicas y químicas estableciéndose el estado actual de los sistemas acuícolas.

Los propósitos del establecimiento y desarrollo de sistemas acuícolas en cada sitio son variados, entre ellos se encuentran uno o varios de los siguientes, utilizarlo como fuente de alimento de valor nutritivo, medio de control de malezas acuáticas, modo de fomento del ingreso y del empleo rural, mejoramiento de la pesca y captura deportiva,

desalinización y recuperación de suelos agrícolas, entre los principales. Por otro lado en la coyuntura actual de la pesca de captura a escala mundial se está dando una sobreexplotación de los recursos marinos y continentales por lo que la acuicultura resulta una alternativa viable como suministro de productos marinos, por supuesto teniendo en cuenta las implicaciones ambientales que la actividad acarrea.

En el ámbito mundial la producción acuícola es mayoritaria en países en desarrollo y en especial en las naciones asiáticas como China, la de mayor volumen acuícola cultivado.

Los sistemas acuícolas pueden establecerse en ambientes costeros, estuarinos o de agua dulce continentales, en función principalmente, de la especie a cultivarse y su tolerancia a la salinidad y la temperatura; los camarones por ejemplo para el caso de interés, se cultivan especialmente en piscinas construidas en los bordes costeros en donde tradicionalmente se han desarrollado las salinas y los manglares. Los ambientes artificiales diseñados para la cría de la especie son estanques de variadas dimensiones ubicados generalmente en zonas estuarinas y costas, en las que están sujetos a cambiantes regímenes de salinidad, que en ocasiones tienen un gradiente de hasta 15 ppm.

En Ecuador, pragmáticamente, hablando el objetivo que motivó la aparición y rápido crecimiento de granjas acuícolas ha sido el emplear la actividad como un medio de generación de riqueza para los grupos inversionistas, a través de la exportación a mercados del 1^{er} mundo. La orientación económica del sector fue y es hacia el mercado exterior.

En el país la acuicultura en la costa se concentró en el cultivo del camarón; las primeras camaroneras aparecieron en la Provincia de El Oro, en los últimos años de la década del 60, y a partir de esa época, la actividad tuvo un crecimiento sostenido en el tiempo y se expandió hacia las otras 3 provincias costeras (Esmeraldas, Manabí y Guayas).

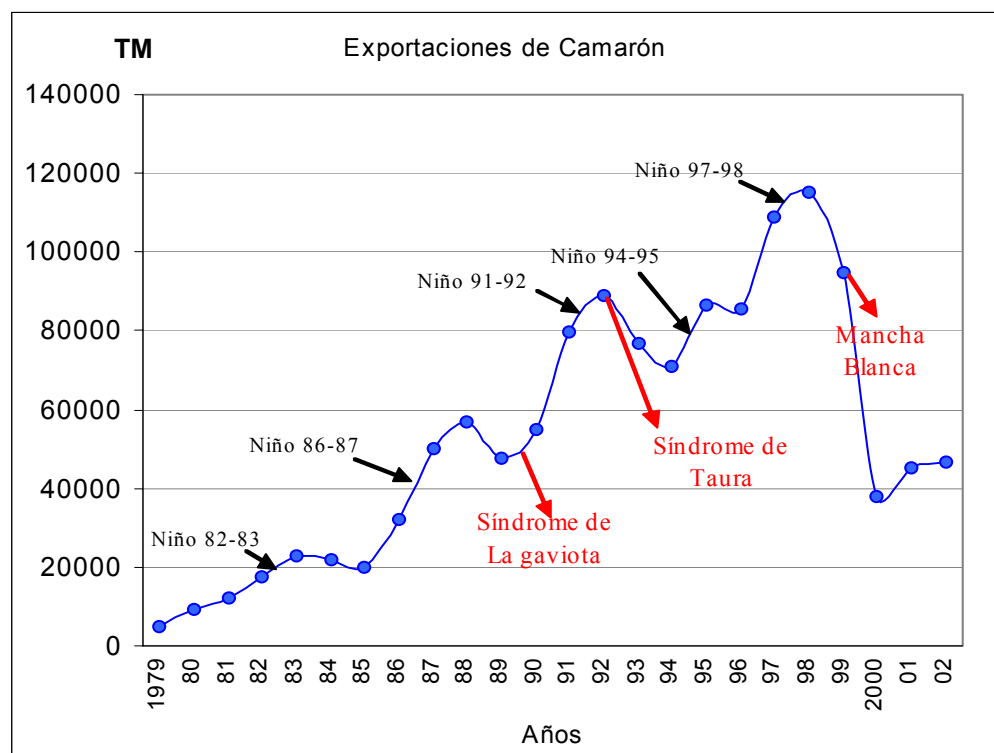
El negocio del camarón resultó muy lucrativo, despertando el interés de pequeños y grandes inversionistas y así, paralela al crecimiento de las granjas camaroneras, creció la industria exportadora de este producto, la que tuvo su periodo más próspero entre los años 1997-1998 en los que los volúmenes de exportación totalizaron 493 millones de libras (2.2×10^8 kg) según datos de la Cámara Nacional de Acuicultura.

A lo largo de su evolución, la curva de desarrollo del sector camaronero exportador, presenta inflexiones marcadas, tanto positivas como negativas. Las crecientes de la curva están asociadas con la ocurrencia del fenómeno anómalo de carácter climático El Niño, el cual tuvo dos de sus más fuertes manifestaciones en las décadas pasadas (80 y 90), provocando un notable aumento en la tasa de producción de camarón, a tal punto de colocar las exportaciones del crustáceo como el segundo rubro en exportación en 1998. Las caídas de la producción en cambio están relacionadas directamente con la aparición de enfermedades como el Síndrome de la Gaviota (1989), el Síndrome de Taura (1992) y en los años posteriores otras patologías como el virus de la cabeza amarilla, la infección hematopoyética de la necrosis viral, la enfermedad de la mancha blanca o White Spot:, esta última de efectos devastadores y que aparece causando mortalidades en las camaroneras del país por primera vez en el año 1999, para desde entonces diseminarse hacia todas las zonas de cultivo y establecerse en el ambiente hasta la presente fecha. En la Figura 1., en la que aparecen las exportaciones de camarón para el periodo 1979-2002, se visualiza el efecto de los eventos climáticos anómalos mencionados y el de algunas de las patologías que afectaron a la industria camaronera nacional. Un factor gravitante que contribuyó al

derrumbamiento del sector en los años 1999-2001, fue la crisis económica sin parangón que sufrió el País en esos años.

Figura 1.

Efectos de enfermedades y de eventos climáticos “El Niño” en las exportaciones de camarón en el Ecuador, periodo 1979-2000



Fuente: Datos de la CNA, 2002

Las granjas de maricultura ocupan generalmente áreas costeras debido a las facilidades que esta ubicación les proporciona; entre estas están el acceso a fuentes de agua y un ambiente controlado muy similar al natural en que se desarrolla la especie cultivada. La preferencia en ocupación de la superficie en el Ecuador no es

diferente de la generalidad. Así la mayor cantidad de granjas acuícolas o camaroneras se ubicaron inicialmente en la línea de costa, o sea sobre zonas de playa y zonas bajas, desplazando a las formaciones naturales que bordean a las áreas costeras: los manglares y áreas salinas. La evolución de la superficie ocupada por camaroneras, manglares y salinas desde el año 1969 hasta el 2000, se presenta en la Tabla 1. La recopilación se realizó consultando varias fuentes, sin embargo, una representación temática escapó a las posibilidades de este trabajo, para ello se puede consultar [53], donde se muestra un mapa con la situación en 1999.

Tabla 1.

Evolución de superficie (ha) ocupada por manglares, camaroneras y salinas en el periodo 1969-2000

Año	Manglares	Camaroneras	Salinas	Fuente
1969	203 695	----	51 491	Clirsen
1971	----	26 360	----	Zapata y Fierro, 1988; Sutinen et al 1989
1974	----	600*	----	Mac Padden
1980	----	14 707	----	Cornejo y Bonilla
1983	----	60 441.86	----	Dep. de Estudios Pesqueros y Estadísticas
1984	182 157	89 368	20 022	Clirsen

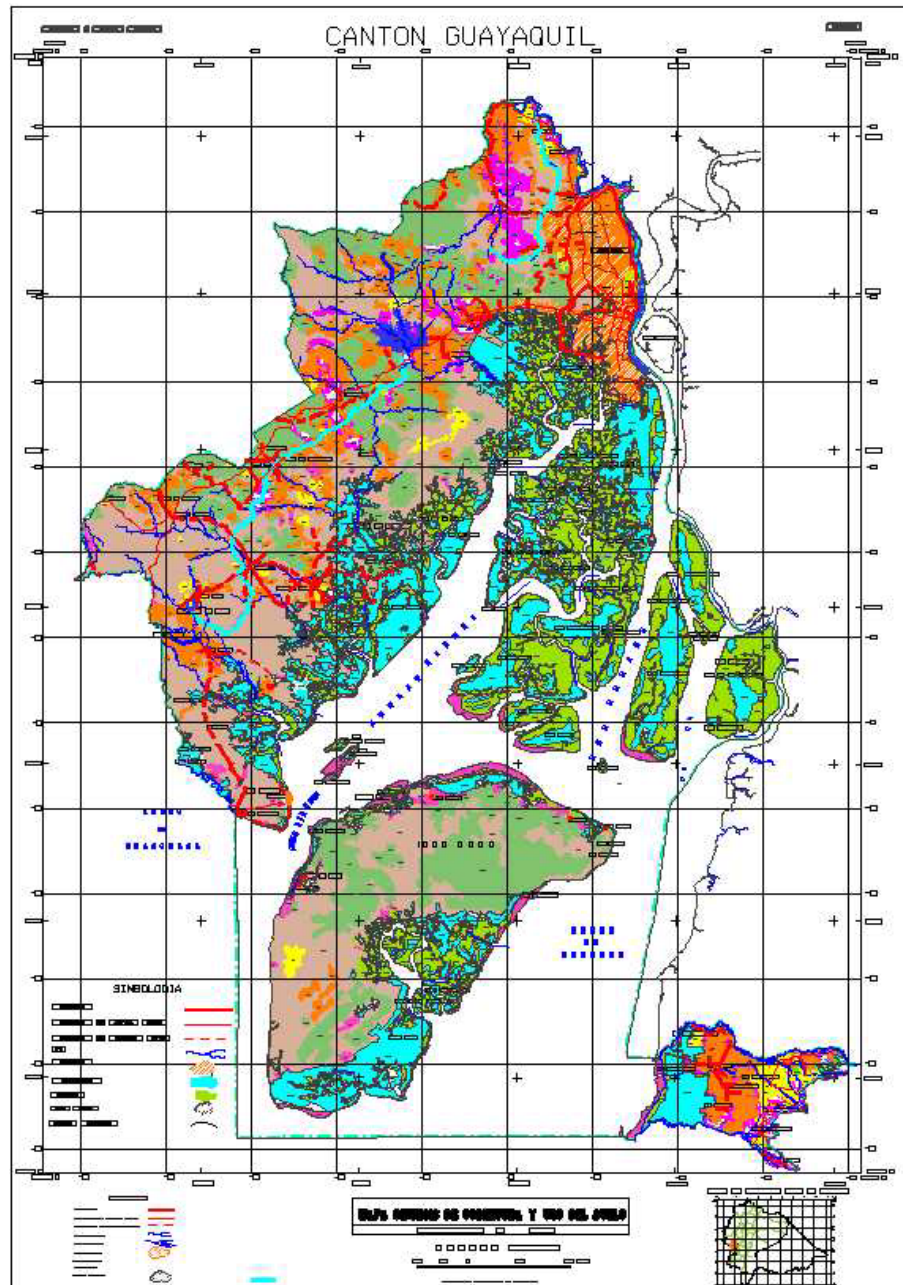
Año	Manglares	Camaroneras	Salinas	Fuente
1985	----	86 787**	----	Subsecretaría de Pesca
1985	----	93 222	----	Cornejo y Bonilla
1987	----	114 205	----	Cornejo y Bonilla
1987	175 157	117 728	12 273	Clirsen
1991	162 186	145 998	6 320	Clirsen
1992	----	133 336	----	Cornejo y Bonilla
1995	146 938	178 071	5 109	Clirsen
1997	----	178 000	----	Crespo
1999	149 556	175 253	4 531	Clirsen
2000	----	234 359	----	Censo Nacional Agropecuario
Enero/2000	----	207 000	----	Inefan
Enero/2000	----	170 000	----	Cámara de Acuicultura

*Estimado

**Hectáreas autorizadas

El mayor porcentaje de estos manglares se encuentra concentrado en la provincia del Guayas y es precisamente en esta Provincia en donde se encuentran ubicadas la mayor cantidad de áreas dedicadas a maricultura del camarón. Las áreas ocupadas por camaroneras, manglares y áreas salinas en el año 1997 en el cantón Guayaquil se muestran en la Figura 2.

Figura 2.
Áreas costeras ocupadas por camaroneras y manglares en el Cantón
Guayaquil



Fuente: Clirsen-1997

El diseño típico de una camaronera es el de varias piscinas conexas construidas mediante excavación del suelo, separadas por muros de tierra conformados con el material original excavado. Se construyen canales de agua conectados a las piscinas, los que sirven para circular el agua desde la fuente, sea este un río, estuario, estero o la costa abierta, hasta los estanques. Las piscinas cuentan con entradas y desfuegos para el agua, son de tamaños variados desde 1 hasta más de 30 ha, generalmente tienen una profundidad de entre 0.6 y 1.5 m y los suelos sobre los que se asientan son de preferencia arcillosos. En Ecuador en 1998 el mayor porcentaje de camaroneras (63.3%) estaba en el rango de extensión de 0 a 50 ha (Regueira E., 2001).

Los sistemas de producción se clasifican de acuerdo a su manejo en dos grandes grupos: extensivos e intensivos, los primeros se caracterizan por utilizar tecnologías básicas, alimentos naturales y baja proporción de insumos por unidad de producto. La productividad por unidad de superficie de estos sistemas es menor a la de los sistemas intensivos en los que se utiliza un alto nivel tecnológico, fertilizantes, suplementos alimenticios, control sanitario y profiláctico de los cultivos y de la calidad del agua. De estos, son los tipos extensivo y semi intensivo, una modalidad intermedia entre los dos, los de uso más extendido en el orbe. Según Guerrero C., 2002

[31], en Ecuador para 1996 las tecnologías de cultivo usadas fueron la semi extensiva y la semi intensiva.

El ciclo de cultivo del camarón se cumple en un periodo aproximado de 120-140 días, desde el momento de la siembra de las larvas, hasta su cosecha. Las cosechas de camarón en las granjas acuícolas en países tropicales se producen dos o más veces al año. En el Ecuador en promedio se producen 2.2 cosechas por año, excepto en épocas como las recientes (1999-2002) de aguda crisis del sector.

De las múltiples actividades que tienen lugar en el Golfo de Guayaquil, la acuicultura ocupa un lugar importante, las camaroneras del Golfo de Guayaquil constituyen el 81% del total nacional y hasta antes de la crisis en 1999, su producción en conjunto colocó al país como el segundo exportador del crustáceo a nivel mundial. A partir de 1989 se presentaron en Ecuador las primeras enfermedades asociadas a factores ambientales, y desde entonces han sido el factor limitante en el cultivo y producción de la especie.

La aspiración de todos los sectores protagonistas e interesados en los sistemas acuícolas que se desarrollan en el Golfo de Guayaquil es lograr una relación armoniosa entre la actividad y su entorno, pasos concretos hacia este objetivo se están dando, uno de ellos es

el Proyecto VLIR-IUC_ESPOL, ejecutado entre un grupo multidisciplinario de ESPOL, del CENAIM, y de la Universidad Libre de Bruselas (VUB) a través del componente 4.3, con la colaboración de un sector de camaroneros. De esta iniciativa se desprende la realización del trabajo actual, el cual en parte tratará de sintetizar el estado actual del medio y de sus actores.

1.2 Factores ambientales relacionados con sistemas acuícolas.

Una definición de ambiente establece que es el conjunto de todo lo que nos rodea, es decir, el entorno conformado por los elementos naturales y artificiales, junto con las relaciones del hombre con ese derredor. Derivado de este concepto está el de los factores ambientales, que son las variables o atributos que sirven para caracterizar el ambiente.

En sistemas acuícolas, los factores ambientales son todos los atributos que caracterizan al ámbito en que ellos se insertan, y que varían de acuerdo a la naturaleza del sistema mismo, esto es, según se trate de un sistema acuícola continental o marino.

Una primera aproximación al ambiente y sus factores es segregar el medio en dos grandes estratos: la parte abiótica y la biótica. Forman la primera el agua, aire, suelo, clima y demás características físicas y

químicas de esos estratos; la segunda la constituyen los seres vivos que habitan en ellos.

El Golfo de Guayaquil es el escenario de fondo, que sustenta el cultivo de camarón, es decir los sistemas acuícolas unitarios considerados como un todo. Este ambiente del cual forman parte los sistemas acuícolas es de naturaleza compleja y para caracterizarlo existe una gran cantidad de variables ambientales biofísicas y socioeconómicas que se pueden considerar.

En sistemas acuícolas costeros, tanto estuarinos como de costas abiertas, algunas características importantes del medio son la dinámica del cuerpo de agua, la morfología de la línea de costa, la química del agua y los sedimentos y la relación entre el medio marino, el medio continental y la atmósfera. Algunas de estas características y otras, especialmente las que conciernen al medio acuático serán abordadas con más extensión en el Capítulo 4, sobre variables oceanográficas del estuario.

Otro aspecto importante en la comprensión del medio y sus factores es identificar las actividades antropogénicas que tienen lugar en él, así en el Golfo de Guayaquil, asociadas con los desarrollos urbanos que se asientan en sus márgenes y área de influencia, tienen lugar la agricultura, la minería, la industria, la pesquería, las operaciones

portuarias, la explotación de gas, el dragado de canales, la construcción de embalses y trasvases artificiales y por supuesto la acuicultura, entre las principales. Estas actividades ocurren a lo largo y ancho en forma dispersa en el área del Golfo y su zona continental adyacente, por lo que la influencia resultante sobre éste es la superposición de todas ellas.

En resumen hay una variedad de factores ambientales que pueden ser considerados de interés en el Golfo de Guayaquil. Este trabajo se enfoca en el medio acuático, por considerarlo como el núcleo articulador de su entorno, y el comportamiento de algunas de las variables que lo caracterizan, revisando las relaciones con los estratos adyacentes y sus características. En cuanto a las fronteras del cuerpo de agua, la interfase agua – atmósfera es importante en términos del intercambio de compuestos gaseosos y como medio de paso de la luz y calor, sin embargo, no se dispone de información relativa al tema, sino por vías indirectas. Para la elaboración del trabajo que prosigue se han seleccionado las variables disponibles en un formato asequible y practicable para su inclusión en el marco de análisis aplicado.

1.3 Reseña de la situación actual de los sistemas acuícolas

Los sistemas acuícolas, desde sus inicios en épocas precristianas hasta hoy, se han diversificado y extendido. En una encuesta hecha a nivel mundial en 1997 [87, 89, 90] se encontró un total de 262 especies utilizadas para el cultivo acuícola. Entre las especies de mayor uso para esta actividad están los peces, crustáceos y moluscos, y de ellos la producción de pescado es la que ocupa el 1^{er} lugar, siendo Asia el continente en que se registra la mayor producción y dentro de este China el mayor productor.

La mayor parte de la producción acuícola se origina de acuicultura de agua dulce (59%), un menor porcentaje en aguas salobres (35%) y del mar solo proviene un (6%) (FAO, El estado mundial de la pesca y la acuicultura)[90], generalmente en sistemas extensivos o semi-intensivos de países en desarrollo.

La producción acuícola tuvo un crecimiento sostenido a partir de los años 70. Globalmente creció a una tasa de 12% anual entre los años 1984-1996. Para el período 1996-2000, de acuerdo a cifras de la FAO la tasa de crecimiento fue de 7% anual.

En cifras netas la producción acuícola mundial se situó en 24.6 millones de toneladas en 1995, 33 millones en 1999, 35.6 millones en

el año 2000 y fue de 48.2 millones de toneladas en el 2001; con estas cifras ha ido aportando cada vez más en la producción pesquera total (FAO, estadísticas pesqueras) [87]. Sin embargo, la última década añade a la lista, en cantidades crecientes, productos de países desarrollados como el salmón, salmón-trucha, entre otros.

Dentro de estas cifras globales la producción de crustáceos no es significativa en volumen, pues de acuerdo a datos de la FAO, esta representa menos del 4% del total producido, mas en contraste, su valor unitario de comercialización es alto por lo que representa un ingreso de recursos monetarios importante a las economías productoras, considerándose en términos económicos como el producto pesquero más importante. Para el año 1999 por ejemplo las importaciones combinadas de camarón de Japón, la CE y Estados Unidos fueron de 950 000 toneladas (9.50×10^8 kg), en tanto que en el 2000, Estados Unidos importó 760.8 millones de libras (3.46×10^8 kg).

De las especies de camarón utilizadas en acuicultura las más comunes son el *Peneaus monodon* y el *Penaeus vannamei*. En todo caso el género peneido es sin duda el más rentable para el cultivo, ya que combina características ventajosas en su selección, tiene un sólido mercado en Japón y Estados Unidos especialmente; esto

unido a una alta resistencia a enfermedades, excelente tasa de crecimiento en cautiverio y la mayor tolerancia a las condiciones ambientales y al stress, hacen de él la selección más frecuente.

En cuanto al cultivo del camarón de acuerdo a la FAO, en estudio realizado en el año 1996, el volumen cultivado se aproximaba a la mitad del volumen desembarcado por pesca de captura. Se halló una disminución en el incremento del volumen de producción en Asia y América Latina y lo contrario en Africa, aunque pequeña en términos absolutos. Se estableció en el mismo estudio que en general no existe una gestión del cultivo de camarón a un nivel uniformemente alto, lo que hace que los altibajos en la producción de este cultivo estén en función de la ocurrencia de enfermedades en las zonas de producción. De acuerdo a las previsiones de la FAO este cultivo debería entrar en una fase de expansión en los primeros años del siglo XXI.

A nivel mundial los sistemas acuícolas han pasado a través de su evolución por un crecimiento sostenido de mayor o menor intensidad. El cultivo del camarón en el Ecuador también experimentó un crecimiento constante por un lapso de casi 20 años (1979-1998) principalmente mediante el aumento de las áreas de producción, pero luego declinó marcadamente debido a la aparición de

enfermedades como “White Spot”. Para el año 2000 la reducción de la producción de camarón alcanzó el 90% de la producción normal antes de la crisis. La reducida producción de América Latina y especialmente de Ecuador en los años 1999 y 2000 repercutió en las cifras mundiales, decreciendo la producción con respecto a los años anteriores; sin embargo la misma fue suplida por otros productores como Tailandia, Vietnam y China. En el año 2001 la producción mundial de camarón cultivado fue de 1.2 millones de toneladas (1.2×10^9 kg).

Aunque la mayor parte de las camaroneras en el país se ubican en sistemas estuarinos, actualmente, por la situación coyuntural del azote de múltiples enfermedades asociadas con la calidad del agua y del ambiente en general, se ha observado la migración incipiente de los establecimientos acuícolas costeros hacia tierras altas, entendiéndose por esto, tierras distantes de la costa. Además la epidemia de la Mancha Blanca propició un cambio en las prácticas de manejo de las camaroneras (disminución de las tasas de recambio de agua, uso de invernaderos, etc.). Estos eventos unidos a la caída de los precios en el mercado internacional y la crisis económica que afecta al Ecuador mantienen aún deprimida a la industria acuicultora de camarón.

CAPÍTULO 2

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

2.1 Introducción a los Sistemas de Información Geográfica.

Los sistemas de información geográfica (SIGs) tienen actualmente un uso extendido en el mundo, en nuestro medio el concepto es poco conocido y el uso todavía limitado, y como consecuencia su potencial de análisis y utilidad para la administración y gestión de recursos también son limitadamente conocidos y aprovechados. Sin embargo esta situación está cambiando, y es precisamente mediante el empleo de esta herramienta en los más diversos ámbitos de la ciencia aplicada, que se busca promover su conocimiento y utilización.

Definido como sistema representa un conjunto de elementos actuando de manera coordinada para la consecución de un fin, los elementos son los datos, las computadoras, el software, e inclusive

se incorpora en esta perspectiva al elemento humano. Todos estos elementos interactúan mediante operaciones y procedimientos para alcanzar un objetivo o resultado, constituyendo así el sistema como un todo, el que toma el nombre de “geográfico” por la naturaleza de los datos involucrada.

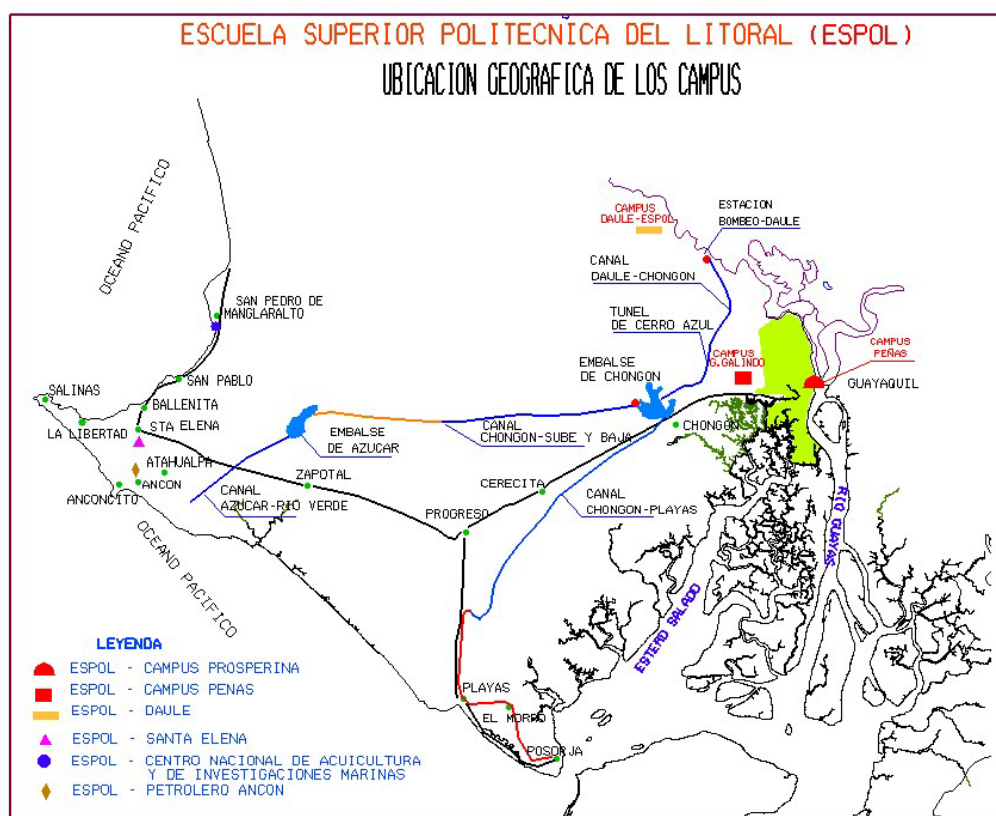
Un Sistema de Información Geográfica (SIG) puede definirse como una herramienta computarizada de análisis que sirve para extraer de datos georeferenciados, información en forma de escenarios espaciales. Entre las tareas de un SIG están la adquisición, el almacenamiento y edición de datos y la generación de información a partir del análisis de atributos numéricos, alfanuméricos y gráficos de esos datos. El análisis incluye la ejecución de tareas como manipulación, integración, chequeo, modelaje, superposición, consulta, generación de resultados gráficos, entre otras.

Uno de los atractivos de los SIGs es su capacidad para manipular y representar información en forma gráfica (mapas, gráficos) lo que ayuda al usuario en la percepción de una situación y facilita su trabajo; sin embargo detrás de esta capacidad de despliegue hay una tecnología de avanzada que es la que los vuelve poderosos. Ese potencial se logra mediante el uso de modernos equipos de cómputo (hardware) y programas informáticos muy especializados (software).

A partir del desarrollo de las computadoras y los medios electrónicos, la representación gráfica de la realidad en los medios informáticos se ha hecho por medio del uso de programas de tipo CAD o graficadores, los cuales a pesar de su gran utilidad tienen sus limitaciones; ellos pueden representar los objetos del mundo real mediante elementos gráficos y la posición respecto a algún sistema de coordenadas escogido, y dependiendo de las habilidades del usuario y las capacidades del programa mismo, llegar a ser un medio eficiente y satisfactorio para consulta y análisis en cierto nivel, mediante la representación gráfica en pantalla o papel. En la Figura 3 se presenta un ejemplo de representación de tipo CAD.

Los SIGs están varios pasos delante de estos métodos, en cierta forma son un resultado del desarrollo de la tecnología en el campo informático de estas primeras herramientas, evolución que ha resultado de la combinación de dos herramientas poderosas, la visualización y análisis gráfico de mapas con las operaciones con bases de datos. En este contexto los archivos de tipo CAD pasan a formar parte de las bases de datos gráficas de los SIGs.

Figura 3.
Representación gráfica de tipo CAD



Fuente: CEMA-ESPOL,2001.

El concepto de SIG involucra a una serie de otros conceptos entre los cuales están los de bases de datos, relaciones topológicas o topología, el modelo cartográfico, datos matriciales, datos vectoriales, sistema de coordenadas, etc. Algunos conceptos de interés que han sido revisados en la elaboración del presente trabajo se presentan en el glosario.

Los conceptos de SIG aluden directamente a la base de datos, esto es así ya que ésta es el núcleo de todo el sistema. De su diseño, en gran medida, dependerá la funcionalidad del SIG, ya que éste dará las pautas para el manejo y administración de los datos e información dentro de la base. La base de datos suele estar formada por dos elementos, una base de datos espacial en que se incluyen los atributos espaciales, se describe su forma y se les asigna una posición en el espacio, y una base de datos “alfanumérica” que contiene los parámetros de interés (atributos alfanuméricos) de esos atributos espaciales.

Durante la fase de diseño de la base de datos se identifican los requerimientos del usuario para incorporarlos en el diseño conceptual. La estructuración física y la implementación de la base proceden luego de esta primera fase. La preparación o implementación de la base de datos de los SIGs suele ser la parte más extensa de todo el proceso de su creación, debido a que la conversión de los datos desde sus formatos de origen al requerido por el diseño conceptual puede consumir gran cantidad de tiempo y recursos.

Los datos e información en uno u otro nivel de abstracción que utiliza el SIG como plataforma de partida para producir información en

función del objetivo del proyecto pueden provenir de fuentes diversas, residir originalmente en una variedad de medios y formatos y corresponder a uno de varios tipos específicos. Las fuentes de los datos pueden ser instituciones públicas o privadas, universidades, bibliotecas, etc.; el tipo de medio en el que se almacenan suele ser principalmente papel o tener formato digital; y los datos que alimentan potencialmente un SIG pueden agruparse en los siguientes tipos: mapas, gráficos, fotografías aéreas, imágenes satelitales, registros y cartillas y bases de datos existentes.

La calidad de los datos se evalúa con una serie de parámetros entre los que están la exactitud, cobertura, integridad, oportunidad, corrección, credibilidad, validez, confiabilidad, conveniencia, claridad, precedencia y conservación.

La conversión de datos es la transformación de los datos “crudos” o fuente al formato digital establecido en el diseño de la base de datos. Los datos originalmente en papel o similares se digitalizan usando equipos de hardware como escáners, mesas de digitalización y teclado, principalmente; los datos que ya estén en formato digital deben ser revisados, ajustados, si es necesario, para cumplir los formatos de la base de datos y migrados a ella. Existen procedimientos automatizados para la conversión de datos, pero

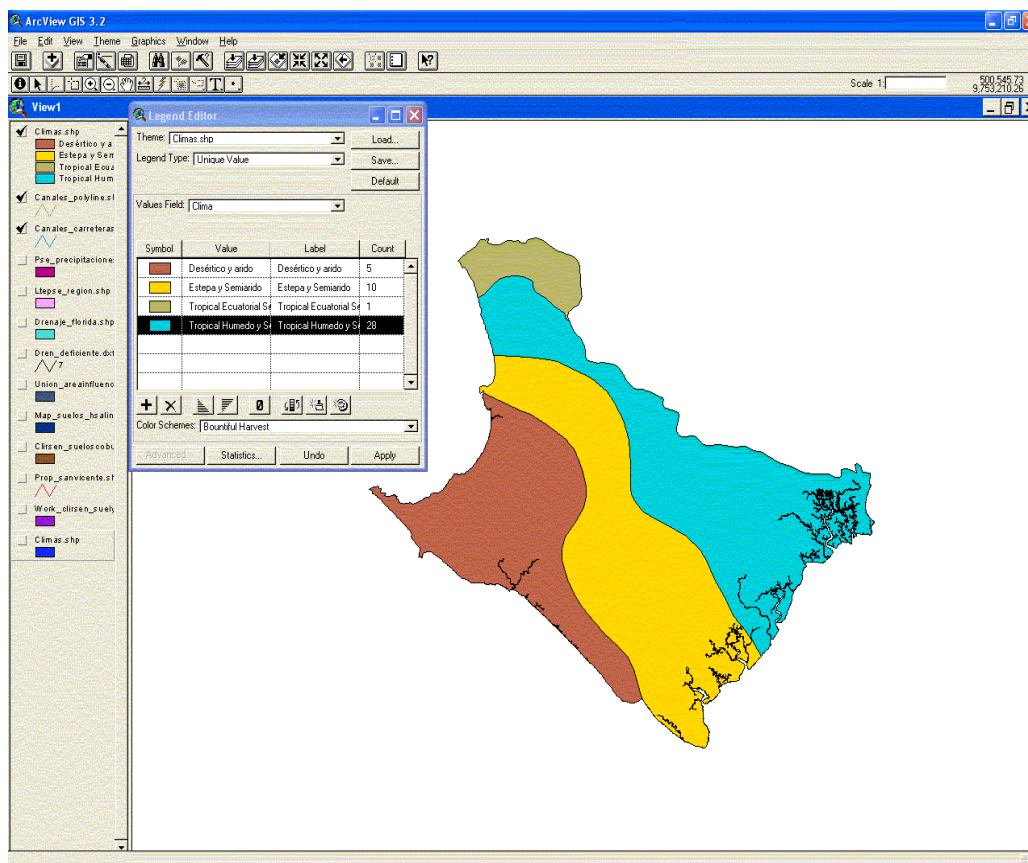
generalmente la singularidad de cada proyecto vuelve poco prácticos estos procedimientos de conversión estándares.

Sintetizando lo expresado en párrafos precedentes las bases de datos o información base resultante de un SIG pueden incluir representaciones gráficas e información tabular asociada, mismas que en las fuentes bibliográficas sobre el tema se refieren, indistintamente, como datos cartográficos y no cartográficos ó datos gráficos y alfanuméricos ó mapas e información asociada.

Una de las características que vuelve tan poderosos a los SIGs es su capacidad para establecer las relaciones de adyacencia, inclusión o proximidad entre los elementos gráficos representados, es decir la topología, en ella se fundamentan muchas de las operaciones posibles de los SIGs.

Los resultados que se obtienen de estos sistemas son principalmente de tipo gráfico y cartográfico un ejemplo de estos productos se puede observar en la Figura 4.

Figura 4.
Representación gráfica en el ambiente de ARCVIEW



Fuente: CEMA-ESPOL, 2001.

En general la tecnología SIG está en continuo cambio y mejoramiento y la tendencia es hacia la simplificación de la interfase con el usuario. Sin embargo es importante tener en cuenta que los resultados que se obtengan de los SIGs dependerán fundamentalmente del análisis efectuado, el cual es un valor añadido por el o los investigadores; y de la calidad de los atributos espaciales y alfanuméricos que en él se alimenten.

Un aspecto importante es la documentación de los datos que alimentarán a los SIGs. Esto consiste en el registro de las características que describan a los datos cartográficos y no cartográficos para evaluar, previamente a su integración en el análisis, su calidad, y consecuentemente su potencial de producir resultados confiables: información sobre la información para registrar las limitaciones y bondades de cada fuente. Al establecer la calidad de los resultados obtenidos de un SIG se debe considerar esto y el hecho de que en el proceso de implementación de un SIG se pueden incorporar errores, implícitos en las fuentes y/o derivados de los procedimientos de digitalización.

Aplicado el “filtro” de la documentación como paso previo al análisis con un SIG, mismo que deja aún a criterio del analista cómo explotarlo (factor subjetivo) y que aplicado consecuentemente debiera producir a su vez información declarativa (factor objetivo), restan por considerarse posibles errores no verificables de las fuentes y/o derivados de la digitalización.

Algunos de los programas de software para SIG en uso son ArcInfo, ArcView, Ilwis, Idrisi, MapInfo, SPAN, MGE, Microstation. Las ventajas del uso de uno u otro están dadas por las capacidades de análisis que ellos ofrecen y por las necesidades del usuario; muchas

veces es conveniente usar una combinación de ellos en función de las herramientas que cada uno ofrece. Y finalmente, es frecuente hablar de módulos o programas que trabajan sobre la plataforma básica de los programas SIG, mismos que elevan su capacidad de análisis, e.g. módulos de análisis de curvas de nivel, estadísticos, etc.

2.2 Representación de los datos en el SIG

Un Sistema de Información Geográfica se construye en base a los dos tipos de elementos ya mencionados, datos cartográficos y no cartográficos, lo que equivale a mapas con información “base” y datos tabulares generalmente contenidos en una base de datos. Estos elementos al manipularse en un SIG abstraen información más elaborada a nivel de mapas y con capacidad incluso de interactuar con los datos para producir consultas y nueva información en función de los requerimientos del operador. Cada uno de estos elementos tiene características y requisitos específicos para su almacenamiento, proceso y representación.

La representación de los datos se establece en la fase de diseño de la base de datos, y en su estructuración se utilizan tres tipos de elementos: lógicos, gráficos y atributos, complementados con la relación establecida entre ellos.

Los elementos lógicos se usan para definir los tipos de objetos de la base de datos, no tienen representación gráfica, pueden ser de cuatro clases: nodos, lazos, cadenas y áreas y son los que proporcionan la referencia posicional a los elementos gráficos. Para la representación de datos gráficos se utilizan tres tipos básicos de identidades: puntos (nodos), líneas y polígonos.

El elemento punto es un objeto sin dimensiones que representa una unión topológica o un punto terminal y que especifica una localización geométrica.

El elemento línea es un objeto de una dimensión definido por un nodo de inicio y un nodo fin.

El elemento polígono es un objeto limitado y continuo de dos dimensiones.

2.2.1 Datos no cartográficos

Los atributos alfanuméricos se almacenan generalmente en bases de datos separadas, aunque algunos sistemas si integran gráficos y textos (numéricos y alfanuméricos). Durante el diseño de la base de datos se definen las características de los campos de almacenamiento de los

datos, se identifican en este proceso el tipo de datos que se asignará a cada campo e.g. fecha, número real de n dígitos, texto de n caracteres, etc. y las propiedades de los tipos declarados.

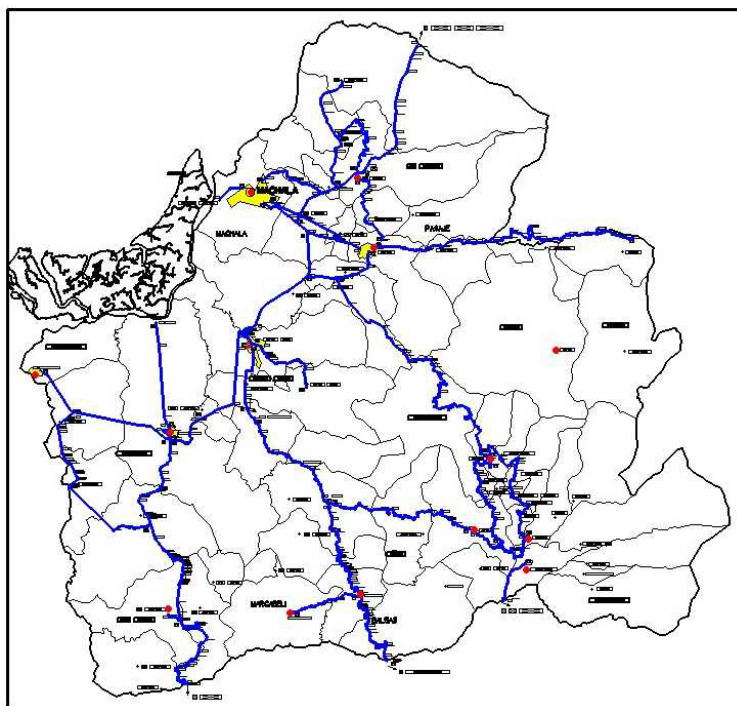
2.2.2 Datos cartográficos

Los datos geográficos en formato digital que se integran a un SIG pueden ser representados de dos formas: vectoriales o matriciales (ráster).

Los formatos vectoriales proceden de la digitalización o vectorización de los datos, mediante digitalización en mesa o en pantalla o de la vectorización de datos ráster. Los datos en formato matricial o ráster son los que se obtienen del “barrido” (escaneo) de la superficie de interés mediante cámaras digitales o escáneres, en este formato se presentan por ejemplo las imágenes satelitales y las fotografías aéreas. Ambos formatos son intercambiables vía el software apropiado. En la Figura 5 se presenta un ejemplo de cada formato de representación gráfica de los datos espaciales.

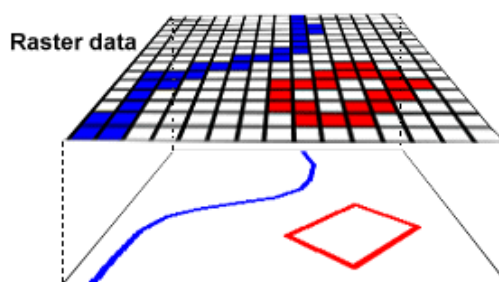
Figura 5.

Representaciones gráficas de tipo vector y ráster



Tipo vector: los elementos gráficos son puntos, líneas y áreas

Fuente: CEMA-ESPOL, 1999



Tipo ráster: los elementos gráficos se representan mediante atributos de las celdas de una matriz.

Fuente: http://www.macavsat.org/GIS/whatis_gis.htm

Un formato vectorial consta de líneas o arcos, definidos por los puntos de inicio y fin, los cuales se conectan por nodos. Las ubicaciones de estos nodos y su estructura topológica usualmente se graban explícitamente. Las líneas curvas se representan como una serie de arcos conectados.

El almacenamiento de vectores involucra el almacenamiento explícito de la topología, lo cual aumenta los costos, sin embargo en este formato solo se almacena aquella información que define un atributo espacial y todo el espacio fuera de este es considerado inexistente, el atributo espacial es definido únicamente por sus límites.

En el formato matricial el área a estudiarse es dividida en filas y columnas, las cuales forman una estructura de grilla regular o matriz. Cada celda debe ser de forma rectangular, aunque no necesariamente cuadrada y cada una contiene un valor de atributo y unas coordenadas de localización. La localización espacial de cada celda está contenida implícitamente dentro del ordenamiento de la matriz, contrariamente a una estructura vectorial, la cual almacena explícitamente la topología. Las celdas conteniendo el mismo valor de atributo son reconocidas como tales, sin embargo, las estructuras

ráster no pueden identificar los límites de áreas tales como polígonos. Las estructuras ráster pueden significar un aumento en el tamaño de almacenamiento en ciertas situaciones, dado que ellas almacenan cada celda en la matriz sin importar si contiene atributos o es simplemente un espacio vacío.

Ambos formatos se distinguen en características como el tamaño de los archivos, el cual puede ser muy grande para los archivos ráster, lo cual a su vez incide en la velocidad de los análisis; otra distinción es el realismo que ofrecen los formatos ráster en contraste con los vectoriales que son mas bien bastante simples y similares al prototipo de mapa usado generalmente; los ráster tienen más poder analítico en el análisis del espacio continuo debido a la uniformidad con que éste se define en estos formatos; así mismo su estructura se asemeja a la de las computadoras, y como resultado tienden a ser más veloces al analizar problemas con operaciones matemáticas de datos en capas múltiples. Los archivos tipo vector en contraste, dada su naturaleza, son excelentes para el análisis del espacio interconectado.

En términos de interpretación, las estructuras tipo ráster están más orientadas a la posición, mientras que las estructuras vectoriales están orientadas a temas. Las primeras registran las características que se asocian a las ubicaciones, mientras las otras registran las ubicaciones que están asociadas a características; por esta razón las estructuras ráster son más apropiadas para la interpretación de dónde y las estructuras vector son más apropiadas para interpretar qué.

Los datos graficables en un SIG se organizan en forma de mapas o capas de información, las mismas que pueden, cruzarse, superponerse, sumarse, etc., es decir interactuar mediante operaciones matemáticas, lo cual se conoce como álgebra de mapas.

Las posibilidades de los SIGs en cuanto a representaciones gráficas no se limitan a representaciones cartográficas y similares, si no que permiten el despliegue de la información mediante otras formas, tales como modelos tridimensionales (módulos de análisis de terreno), histogramas y otros gráficos estadísticos –desplegados sobre la cartografía- (módulos estadísticos), a manera de un “tour” en el que se observa, e.g, la evolución de un gradiente (módulos de navegación).

Además la simbología y características de formato de todos los elementos gráficos pueden ser manipulados fácilmente, formateando las salidas a gusto de los usuarios.

2.3 Bases de datos geográficas

Las bases de datos geográficas (BDGs) son bases de datos cuyos elementos están geográficamente referenciados, esto quiere decir mapas digitales, que para un SIG están asociados a datos.

Los elementos de la base de datos geográfica de un SIG, o sea los mapas digitalizados, deben estar topológicamente corregidos antes de ser integrados a la base de datos del SIG. La revisión topológica es un paso imprescindible en la integración de las BDGs.

En la revisión topológica se chequean aspectos como la conectividad, la unicidad, y en general las inconsistencias de los datos como líneas excedentes, líneas incompletas, ausencia de uniones entre líneas, ubicación de nodos en intersecciones, elementos duplicados, elementos lineales abiertos.

2.4 Aplicaciones

Las aplicaciones de los SIGs se relacionan con el objetivo de su desarrollo: interrelacionar y analizar información espacialmente

referenciada. Así pueden ser empleados en muchos campos de la vida moderna, de hecho actualmente los niveles más representativos de la sociedad como gobiernos, municipios, empresas, industrias, científicos, etc., los emplean para análisis de problemas y toma de decisiones.

Dado que las posibilidades de aplicación de la tecnología SIG a los problemas y situaciones del mundo real es muy amplia y diversa, el uso en éste y otros ámbitos se considera, actualmente como indispensable y dependerá de las necesidades, ingenio y habilidades de los investigadores el grado de desarrollo y explotación que alcance

Mientras un dato sea susceptible de ser asociado a una posición o sistema de coordenadas geográfico, este podrá ser integrado en un SIG, con el cual se pueden generar y analizar modelos, representar entornos, localizar eventos, medir la distancia espacial entre eventos, definir rutas óptimas, planificar estratégicamente, etc.

Los primeros usuarios de los SIGs fueron los funcionarios encargados de la administración y mantenimiento de los servicios públicos en centros poblados; servicios como redes de electricidad, telefonía, agua potable y alcantarillado, etc., son relativamente bien representados en un SIG, lo que significa un medio eficaz de control y administración de sus sistemas. En este mismo ámbito son usados por los responsables de la planificación de los usos de la tierra, para la reducción del

congestionamiento urbano, para la selección y obtención de recursos en determinadas áreas, para el combate del crimen, entre otros.

En el aspecto ambiental han posibilitado la administración y el mejor manejo y preservación de los recursos naturales, los investigadores los emplean como herramientas de cajón en sus estudios del mundo natural, sirven para modelar los ecosistemas y los procesos contaminantes en un marco espacial y temporal actualizado. De formas similares pueden ser usados en las más variadas disciplinas como la geología, hidrología, etc.

Entre las bondades de los SIGs, están, el representar datos en forma de mapas temáticos, generar mapas de isocurvas (contornos) a partir de datos puntuales (esto hasta el nivel de sistema de mapeo y visualización "ECDIS" de un SIG), generar mapas a partir de imágenes, o permitir relacionar información de fuentes diversas.

El punto clave de todo esto es que permiten visualizar varios niveles de abstracción del mundo real lo que los hace una puerta abierta a un mundo de posibilidades.

CAPÍTULO 3

ZONA DE ESTUDIO.

3.1 Delimitación de la zona de estudio.

El área de estudio se ubica en la región costera del Ecuador, en la Provincia del Guayas. Toda el área forma parte de las costas occidentales del continente, bañadas por el Océano Pacífico.

El Golfo de Guayaquil, aquella región definida por la CAAM que incluye la masa de agua e islas con una extensión de 13 701 km² (11 711 km² de superficie de agua y 1 990 km² de islas e islotes), constituye el rasgo geomorfológico más singular de todo el perfil litoral ecuatoriano, se localiza entre las latitudes 2° 0' y 3°23' S, la longitud 81°00'30" y el límite continental y es la prominencia más occidental de la costa pacífica sudamericana.

Se divide en dos zonas: estuario interior, que comprende el área al este de la línea entre Boca de Capones y Punta del Morro, y estuario

exterior que comprende el área entre esta línea, el meridiano $81^{\circ} 00'30''$ W, el paralelo $03^{\circ} 23'33.96''$ S y la línea costera entre la Puntilla de Santa Elena y Punta del Morro. A su vez el estuario interior está formado por dos canales, el canal del Estero Salado y el del Río Guayas, cada uno con sus rasgos singulares. En la Figura 6 se presenta la ubicación geográfica del área de estudio y en la Figura 7 la zona de estudio propiamente dicha.

Las actividades humanas y fenómenos naturales que tienen lugar en la región continental aledaña al Golfo de Guayaquil afectan de manera directa o indirecta la calidad del agua y el régimen hidrodinámico de los dos cuerpos de agua del estuario interior y por lo tanto el ecosistema de todo el Golfo. La zona terrestre de influencia del Golfo de Guayaquil según la CAAM tiene una superficie de 54.489 km^2 , extendiéndose a 11 provincias del centro y sur del país que están comunicadas por los cursos fluviales principalmente.

Figura 6.
Ubicación geográfica del área de estudio



Figura 7.
Área del Golfo de Guayaquil



———	Más principales
— · — ·	Límite político
-----	Límite estuario exterior
- - - - -	Límite estuario interior
●	Localidad

3.2 Descripción de la zona de estudio.

El Golfo de Guayaquil es una región costera y oceánica dividida en dos grandes sectores al este y oeste de la isla Puná, dos sistemas estuarinos de rasgos fisiográficos, geológicos y oceanográficos característicos.

Los términos golfo, estuario y estero usados para referirse al área de estudio o a sectores particulares del mismo en las descripciones y estudios previos, aluden a su naturaleza geográfica. Así un golfo es llanamente una entrante de mar entre dos cabos, un estuario según la UNESCO es un cuerpo de agua costero semi encerrado que tiene libre conexión con el océano abierto y dentro del cual el agua de mar es considerablemente diluida con agua dulce proveniente del drenaje terrestre y un estero es una entrada de mar hacia el continente con escasa influencia de agua dulce.

De acuerdo a estas definiciones el Río Guayas se clasifica como estuario y aunque el Estero Salado no cabe en la definición de estuario (es mas bien un canal de mareas), para efectos de referirlo a la literatura ampliamente utilizada se lo denominará conjuntamente con el Río Guayas como “estuario interior”, en tanto que el concepto de Golfo como fue establecido en el ítem 3.1 es más amplio en este contexto ya que se refiere a una región y a todos los rasgos

geográficos comprendidos en ella. En los párrafos siguientes los términos utilizados están acordes con la terminología usada en los estudios e investigaciones consultados.

El estuario exterior es la región oceánica que se encuentra al oeste de la Isla Puná, está abierta al Océano Pacífico y por la tanto influenciada por las masas de agua oceánicas del Pacífico Tropical Ecuatorial, en esta zona la pendiente del fondo aumenta desde 10 m hasta los 110 m aproximadamente en una distancia horizontal de 80 km medida desde la boca del estuario interior junto a la Isla Puná hasta el límite del estuario exterior, la inclinación del fondo se produce de manera gradual.

Las corrientes que bañan las costas occidentales de Sur América, la de Humboldt dirigida al norte y la del Niño (Corriente de Panamá) dirigida al sur son los dos componentes principales del sistema de corrientes costero de incidencia directa en el Golfo. El patrón de corrientes superficiales en la Región Ecuatorial del Pacífico, formado por las Corrientes Ecuatorial del Norte y del Sur dirigidas hacia el oeste a lo largo del ecuador, la Contracorriente Ecuatorial del Norte localizada al norte del ecuador entre las dos corrientes anteriores y que se desplaza hacia el este, y la Subcorriente Ecuatorial (Corriente

de Cronwell) dirigida al este, ejerce una influencia indirecta sobre el área de estudio.

El estuario interior del Golfo comprende la zona que se extiende en dirección noreste desde el extremo occidental de la Isla Puná y que incluye los dos sistemas, el del Estero Salado y el del Río Guayas. El estuario principal es el del Río Guayas cuya desembocadura la constituye el Canal de Jambelí de 25 km de ancho y 30 m de profundidad (80° 15' W), el otro sistema estaría formado por el Estero Salado y el Canal del Morro; ambos separados por la Isla Puná.

Observando la morfología de la zona y la posición geográfica que ocupa el estuario interior se deduce que éste de alguna manera estaría protegido de las fuerzas naturales que afectan a las costas abiertas del estuario exterior.

El Estero Salado es un cauce natural de agua salada influenciado por la marea y cuya aparición junto con la del sistema estuarino completo se debe a la acción continua de fuerzas morfogenéticas (DHL, 1985). De acuerdo a De Miró *et al.*, refiriéndose al origen del Estero Salado se señala que (CAAM, 1995):

es posible que el brazo principal del Estero Salado fuera un antiguo cauce del Río Guayas, posteriormente abandonado, separado por la barra y mantenido abierto por la acción de las corrientes de marea

El Río Guayas habría dado origen al Estero Salado, de acuerdo a esta teoría, y mediante el continuo aporte sedimentario, habría acumulado sedimentos en las llanuras de marea formando un extenso complejo de islas separadas por canales de marea que aislaron los dos cauces principales.

El Río Guayas toma este nombre frente a la Ciudad de Guayaquil, donde se forma de la unión de los Ríos Daule y Babahoyo, mismos que transportan aguas de muchos otros afluentes que tienen su génesis en las aguas de las vertientes de la Cordillera Occidental de Los Andes. La cuenca del Guayas tiene un área de alrededor de 30 000 km². Desde “La Puntilla” en Guayaquil, el Río Guayas recorre una distancia de 68 km hasta Punta Mandinga frente al Canal de Jambelí, por un canal ancho y poco profundo en el cual se pueden encontrar profundidades de hasta 12 m en los meandros del cauce. El Río Guayas transporta una gran cantidad de sedimentos, y la acumulación de éstos ha causado la aparición de islas elongadas a lo largo de su recorrido (p.e. Matorrillo y Mondragón) y que el fondo de su canal sea más alto que el del Estero Salado.

El Estero Salado se extiende aproximadamente 60 km desde el Puerto Marítimo de Guayaquil hasta Posorja. En el Canal del Morro,

su boca, es angosto y profundo con sólo 3 km de ancho y casi 60 m de profundidad, avanzando hacia Guayaquil se ensancha encontrándose además del canal principal una serie de canales secundarios, riachuelos, bancos e islas que se extienden hacia el noreste penetrando en el continente; finalmente, el canal principal se estrecha de un modo gradual y termina en algunos ramales que se internan en la ciudad de Guayaquil.

Estero y Río se conectan al norte de la Isla Puná, vía el Canal de Cascajal, de casi 4 km ancho y 8 m de profundidad; otras conexiones entre los dos subsistemas son algunos canales más pequeños y el pequeño canal de las esclusas, en el Estero Cobina, al sur de la ciudad de Guayaquil.

Hidrológicamente ambos cuerpos de agua son diferentes. El Río Guayas recibe el aporte de agua dulce de las zonas montañosas y drena una cuenca extensa antes de incorporarse al sistema río-estero, otra gran cantidad de pequeños ríos descarga al Guayas debajo de este punto por el flanco oriental. Su descarga de magnitud considerable varía estacionalmente, en la época seca se calcula una descarga media de $230 \text{ m}^3/\text{s}$, en la estación lluviosa la descarga puede sobrepasar los $500 \text{ m}^3/\text{s}$. Durante el Fenómeno de El Niño, en

1982 se registraron valores cercanos a 5 000 m³/s con un máximo diario de 6 000 a 7 000 m³/s (DHL, 1985).

En el Estero Salado por contraste el aporte de agua procedente de las zonas altas montañosas es poco significativo, el escaso suministro de agua fresca permite una intrusión profunda del agua salina lo que da lugar a su nombre; ya que a diferencia del Río Guayas, éste no está asociado a una descarga fluvial permanente, sino que es una entrante de mar, cuyo origen se ha atribuido al propio Río. El Estero receipta los diversos drenajes de la falda oriental y sur del sector de la cordillera de Chongón al oeste de Guayaquil, y hacia él concurren las aguas que en época de lluvias vienen desde las colinas circundantes. En el Estero descargan pequeños ríos que drenan un área de casi 1 500 km² al oeste del estuario interior, el área de drenaje del Estero Salado se ha cuantificado en aproximadamente 3 750 ha (Lahmeyer Cimentaciones, 1997). Durante la época lluviosa la cantidad de agua dulce en el Estero se incrementa.

En total el Golfo de Guayaquil es una zona de descarga de tres importantes vertientes: la sur-occidental de Los Andes, la sur-oriental de Chongón y la del Río Guayas.

Los rasgos geomorfológicos de la franja litoral del estuario son descritos detalladamente por Ayón (PMRC, 1987), quien desde la Puntilla de Santa Elena hasta Posorja en una línea de costa de 112 km de extensión, encuentra predominio de cordones litorales, con presencia de acantilados altos y acantilados altos inestables; desde Posorja, pasando por Guayaquil, hasta el archipiélago de Jambelí señala la presencia de los manglares.

Las costas del estuario interior son bajas y planas, casi al nivel del mar, se pueden encontrar algunas playas arenosas y algunas partes acantiladas. La abundancia de vegetación, principalmente manglar, le da a la zona el aspecto de un gran pantano. Los canales intercomunican las islas cubiertas de manglar en sus orillas y de salitrales en sus centros; estas islas no tienen playas desarrolladas. Las raíces de los mangles forman una maraña que atrapa los sedimentos y sirven de asiento a infinidad de especies marinas, especialmente crustáceos y moluscos. (CAAM, 1995).

Según la clasificación climática de Koppen, el Golfo de Guayaquil se encuentra en una zona de clima tropical húmedo y seco de sabana (As'). Las condiciones meteorológicas y oceanográficas en el área, íntimamente relacionadas entre sí, están influenciadas por la ubicación geográfica y el comportamiento de los sistemas de mayor y

menor escala presente, estos son la Zona de Convergencia Intertropical, el Frente Ecuatorial, el Anticiclón Permanente del Pacífico Sur, el patrón de corrientes y vientos ecuatoriales y otros de carácter remoto. De éstos, los factores predominantes del clima de la zona son las corrientes oceánicas y los vientos.

La corriente del Niño, de aguas cálidas y de baja salinidad, que fluye desde Panamá hacia el sur a lo largo de las costas del continente, inicia lo que se denomina la estación lluviosa, entre los meses enero y mayo; ésto coincide con un desplazamiento hacia el sur de la ZCIT, vientos cambiando en un amplio espectro y un valor medio de velocidad de 2.7 m/s, (Nath, 1993); la humedad y la temperatura son más elevados en este periodo. La media anual de precipitaciones en Guayaquil para el periodo 1990-1999 está en los 1 402 mm (INAMHI, estación aeropuerto), superior a los pocos cientos de mm registrados en el área costera; por ejemplo en Ancón se reporta una media anual de 154 mm aproximadamente (CAAM, 1995).

La presencia de la corriente de Humboldt que avanza desde el sur hacia el ecuador bordeando la costa y desplazando con sus aguas frías, salinas y ricas en nutrientes a las aguas cálidas del norte, marca el inicio de la estación seca o “verano” con la terminación de las lluvias. En este periodo existe una intensificación y predominio

de los vientos del suroeste con velocidades de hasta 4 m/s, y en general el clima es moderado con menores temperaturas y humedades.

La temperatura del aire dentro del estuario interior (cerca de Guayaquil) varía espacial y estacionalmente con valores que fluctúan entre 26.5° C entre marzo y abril y 23.7° C en agosto; por otro lado, en el extremo nor-occidental del Golfo se registra un máximo de 26.6° C y un mínimo de 21.3° C, para los mismos meses de año (CAAM, 1995).

Un fenómeno climático importante es el Fenómeno del Niño, el cual es una anomalía del sistema océano-atmósfera que afecta a la región de manera aperiódica y que altera principalmente los patrones de lluvias. Una serie de condiciones y alteraciones se producen a nivel oceánico y atmosférico antes y durante la ocurrencia del Fenómeno, pero en la zona el efecto más patente es la intensificación de las precipitaciones. Como contrapartida de esto aunque no puede considerarse condición sin equanón, a un “El Niño” le suceden periodos anormalmente fríos y secos denominados “La Niña”. En general el comportamiento estacional de los parámetros océano atmosféricos se alteran con la ocurrencia de estos fenómenos.

La influencia del Río en el estuario muestra patrones estacionales, la influencia del mar manifestada a través de las mareas y regulada por la morfología del Golfo, tiene un régimen semidiurno y predomina sobre la del Río la mayor parte del año (Cisneros, 1992).

La circulación en los canales del Salado y del Guayas, debido a su morfología, se produce a lo largo de su eje, ya que ellos son usualmente largos y angostos. A su vez la distribución de las propiedades físicas, químicas y biológicas en el Golfo está íntimamente ligada a los patrones de circulación del agua. Las fuerzas que rigen el movimiento de la masa de agua en el estuario son las mareas, la descarga fluvial y el esfuerzo del viento; la geometría y la batimetría de los canales son factores que también gravitan en la circulación estuarina.

En un medio estuarino se producen relaciones hidrodinámicas particulares caracterizadas por patrones de circulación, mezcla, estratificación y renovación; estos procesos influyen permanentemente a otros relacionados con la distribución y los ciclos de particulados, nutrientes, contaminantes y organismos en los estuarios. Si los cambios hidrodinámicos ocurren más rápidamente que las transformaciones biológicas y químicas, los primeros vienen

a ser los factores dominantes y conductores de muchos procesos ecológicos de los estuarios (Robles, 1993).

Los estuarios se pueden clasificar de acuerdo a la circulación y a los patrones de distribución de la salinidad. Osorio (1984) caracteriza el estuario del Río Guayas como bien mezclado para la estación seca y parcialmente estratificado para la estación lluviosa. Apreciaciones de la distribución de salinidad a lo largo de la columna de agua, permiten encasillar el estuario del Guayas como variando entre estratificado a bien mezclado, dependiendo de la ubicación a lo largo del canal (Cisneros, 1992).

Además de estas fuerzas y factores señalados otro efecto importante es el causado por las actividades humanas, las cuales pueden alterar directa o indirectamente el estado de un estuario.

3.2.1 Aspectos antropogénicos

En el Golfo de Guayaquil y su zona de influencia terrestre de acuerdo a la CAAM, habita el 45% del total de la población del Ecuador, se encuentran 27 de las 50 ciudades más pobladas, se produce el 68% de los alimentos nacionales, 88% del cultivo de banano, 90% del camarón de exportación, sostiene al 39% del hato ganadero, agrupa más del 50% de la producción

industrial y manufacturera, tiene el 70% de los sistemas de riego y en él se encuentra el embalse más grande de América del Sur.

El Golfo de Guayaquil es la zona de drenaje de 23 cuencas hidrográficas con una amplia extensión de territorio; las más importantes de estas cuencas son las del Río Guayas, Río Jubones, Río Daular, Chongón, Taura, Cañar, Balao, Tenguel, Siete, Pagua, Santa Rosa y Arenillas. Parte de ella se ha denominado la cuenca baja del Guayas que tiene una extensión aproximada de $4.2 \times 10^9 \text{ m}^2$ y está formada por las subcuencas hidrográficas de los ríos Milagro, Chimbo-Chanchán, Barranco Alto, Culebras, estero Verde, Bulubulu, Ruidoso y Churute.

Un importante factor afectando el recurso hídrico del Golfo son las poblaciones asentadas en sus orillas, entre ellas Guayaquil, Eloy Alfaro, Babahoyo, Daule, Machala, Playas, Posorja, Chanduy, Anconcito y otros asentamientos menores. Las descargas de aguas residuales domésticas e industriales de estas ciudades se dirigen al estuario. Para Guayaquil, la ciudad de mayor población del país, se calculó una descarga de aguas servidas y domésticas de aproximadamente $61\,500 \text{ m}^3/\text{d}$ (E,H & A, 1997) de los cuales, $33\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ drenan a ramales del

Estero Salado; la otra parte se descargaría a los ríos Daule y Guayas.

Las descargas industriales estarían en proporción a la cantidad y tipo de industrias que descargan al sistema; así para Guayaquil en el estudio realizado en el año 1997 por E,H & A para el Municipio de la ciudad, se identificaron 542 industrias en funcionamiento, de las cuales las que aportan con mayor carga contaminante a los cuerpos hídricos son las de alimentos, productos químicos, metalúrgica y textil.

Las actividades portuarias del Puerto Marítimo de Guayaquil representan el 70% del movimiento de la carga portuaria del Ecuador, entre enero del año 2001 y agosto del 2002 el número de naves arribadas fue de 2695 y el total de toneladas movilizadas en ese mismo periodo fue de 8 829 098.23 (Información periodística, El Universo, 11/01/2003). La ruta de acceso al Puerto Marítimo es el “canal de acceso” a lo largo del Estero Salado, cuyo estado actual es de somerización lo que dificulta las maniobras de los buques de alto calado y vuelve urgente la realización de un dragado.

En el área terrestre de influencia se han planificado proyectos hidráulicos de gran escala, siendo el principal el Proyecto de

Propósito Múltiple “Jaime Roldós Aguilera”, relacionado con represamiento, trasvase y riego de amplias zonas en la Península de Santa Elena. La producción agrícola de ese sector ha aumentado recientemente como resultado de las obras hidráulicas ya en funcionamiento. Estas obras tienen como se deduce, implicaciones ambientales importantes sobre el Golfo de Guayaquil.

La agricultura tiene lugar especialmente en el interior del continente junto a los márgenes de los ríos; en la zona de influencia del Golfo se cultiva principalmente banano, arroz, azúcar, maíz, tabaco, soya, tomate, algodón y frutas tropicales. En la Tabla 2 se presenta el total de hectáreas cultivadas en las tres Provincias de la Costa que forman parte del área terrestre de influencia del Golfo.

Tabla 2

Áreas de cultivo en las Provincias del Guayas, El Oro y Los Ríos

Provincia	Cultivos permanentes (ha)	Cultivos transitorios y barbecho (ha)	Pastos cultivados (ha)	Total Cultivado (ha)
El Oro	84 294	9 936	228 799	323 029
Guayas	209 663	244 320	195 310	649 293
Los Ríos	216 944	228 486	70 077	515 507
				1 487 829

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario, año 2000.

El Golfo es la zona pesquera más productiva de la costa ecuatoriana según el PMRC, de acuerdo a las cifras de las exportaciones pesqueras del Ecuador para 1986 se registra un desembarque pesquero de 9×10^8 kilos. Los volúmenes de pesca actualmente son menores pero se han mantenido más o menos constantes en los últimos 5 años, entre 1997 y 1999 se exportaron 6.1×10^8 kilos, para el período enero-octubre del 2000 se reportan 2.5×10^8 kilos y el valor correspondiente para el año 2002 fue de 2.1×10^8 kilos. Estas cifras no incluyen las capturas del camarón.

Otra actividad de interés es la explotación de hidrocarburos y gas en el Golfo. Actualmente la ESPOL supervisa la ejecución de los trabajos de explotación y exploración de hidrocarburos en el Bloque “Gustavo Galindo Velasco” a través de los Contratos de Servicios Específicos y de Consorcio. A partir del año 2000 empezó la exploración y explotación de gas en el Golfo de Guayaquil por la compañía EDC en el campo Amistad del bloque 3 ubicado a 12 Km al suroeste de la Isla Santa Clara, las reservas estimadas son de 9 769 millones de m³. El gas se transporta por un gasoducto marino y se conduce por tierra a una planta generadora de electricidad ubicada en la Provincia de El Oro, desde donde alimentará al Sistema Nacional Interconectado.

En la zona de influencia del Golfo de Guayaquil se desarrolla también la actividad minera, especialmente en Zaruma y Portovelo, provincia de El Oro, y en Ponce Enríquez en la Provincia del Azuay. La principal preocupación ambiental en torno a esta actividad es la contaminación de los ríos con metales pesados.

Esta breve sinopsis de datos sobre las actividades que tienen lugar demuestra la importancia de mantener una base de datos actualizada e interdisciplinaria del Golfo de Guayaquil.

3.3 Recopilación de la información histórica de la zona.

El Golfo de Guayaquil con sus dos principales cuerpos de agua asociados y las actividades que tienen lugar en ellos, son objeto de interés y estudio desde hace un par de décadas debido a la creciente preocupación de la comunidad y los organismos encargados del control de la calidad de estos cuerpos acuáticos y sus vecindades, por conservar este entorno que constituye un patrimonio natural y que además de ser receptor de las descargas de las poblaciones asentadas en sus orillas y vía de comunicación marítima sirve de base para otras tantas actividades económicas claves en la región.

Para ello varias iniciativas han conseguido cierto conocimiento, mismo que intenta ser integrado en este trabajo de tesis. Los estudios desarrollados cubren una amplia variedad de aspectos, cada uno está concebido con un enfoque particular y es analizado desde el prisma de determinadas disciplinas o intereses sectoriales. Para ilustrar lo dicho véase Montaña (1994), quien presenta una recopilación de los trabajos realizados en el periodo 1964-1994 en el

Golfo de Guayaquil evidenciando lo diverso de los trabajos disponibles.

De la bibliografía recopilada destacan estudios realizados por instituciones directamente relacionadas con las actividades en el Golfo, entre éstas están INOCAR, INP, ESPOL, CENAIM, PMRC, Cámara Nacional de Acuicultura (CNA), DIGMER, CEDEGÉ, principalmente, otros organismos y dependencias gubernamentales de existencia coyuntural y algunas más de carácter particular. Aunque se han realizado muchos otros estudios por iniciativa pública y privada, no todo ese universo de estudios se incorpora en la revisión actual, la misma que se ha limitado a aquellos disponibles y que están dentro del objetivo y alcance de este trabajo.

A continuación se presenta un resumen de algunos estudios e investigaciones realizados en el Golfo de Guayaquil, citando en especial aquellos que tienen relación directa con tres tópicos específicos, la descripción de los procesos físicos y químicos del cuerpo de agua, la acuicultura del camarón y la calidad del agua del Golfo.

- Entre 1962 y 1964 se llevó a cabo el estudio oceanográfico pesquero “Variaciones Estacionales en el Golfo de Guayaquil, un estuario Tropical”, auspiciado por el gobierno nacional y la CIAT,

dirigido por Merrit Stevenson. El mismo consistió en la realización de cruceros oceanográficos bisemanales y mensuales en el estuario interior y exterior del Golfo por un periodo de dos años, el objetivo fue evaluar las variaciones estacionales y espaciales de las propiedades físicas, químicas y biológicas del Golfo y relacionar estos cambios en cuanto fuera posible con las fluctuaciones observadas en la pesca local. Se establecieron 40 estaciones en las que se determinaron parámetros hidrodinámicos, físicos, químicos y biológicos. Se determinaron las variaciones estacionales y mensuales y se realizó la intercomparación entre variables. Los resultados de este estudio se han incorporado a este trabajo por considerarse una de las primeras investigaciones sistemáticas realizadas en el Golfo.

- Entre 1984 y 1985 se realizó el estudio “Ubicación de piscinas camaroneras y alternativas de manejo en ecosistemas de manglares en el Ecuador” por parte del PMRC; éste consistió en un estudio de la ubicación, condiciones biofísicas y prácticas de manejo de algunas camaroneras representativas y en los manglares aledaños a ellas, en las provincias de Guayas, El Oro y Manabí. La muestra consistió en 10 camaroneras, 41 piscinas y 6 bosques de manglar. Se colectó datos de dos tipos de sistemas de maricultura del camarón, el cerrado extensivo y el cerrado

semi-intensivo, las formas dominantes de manejo reportadas fueron de cuatro niveles, los cuales se segregaron de acuerdo al grado de complejidad. El más simple consistió en el sólo uso de estanques de tierra artificiales, mientras los más avanzados agregaban insumos como bombas, fertilizantes y suplementos alimenticios, abastecimiento artificial de semilla, aumento de subsidios, control continuo de la calidad del agua, densidades de población y tasa de crecimiento de los animales. Se realizó también una evaluación de la calidad del agua de las piscinas y de las fuentes de abastecimiento, los parámetros considerados fueron, salinidad, pH, temperatura, turbidez, color, disco Secchi, clorofila a, b y c. En ese entonces se consideró a la maricultura del Ecuador como la mayor y más adelantada de América Latina; a la fecha (1984) las cifras oficiales contabilizaban 23 162.25 ha autorizadas para instalación de camaroneras. Las conclusiones de este estudio fueron que:

- ⇒ En general los rendimientos eran sustancialmente menores que los potenciales y que
- ⇒ La producción nacional podría aumentarse sin necesidad de convertir más tierras intermareales a camaroneras.

Ante esta realidad se establecieron acciones para lograr mayores niveles de productividad, entre éstas estaban:

- ⇒ La capacitación
- ⇒ La creación de impuestos al sector,
- ⇒ El apoyo gubernamental a pequeños productores,
- ⇒ El desarrollo de instalaciones para maduración y cría de larvas
- ⇒ La creación de una red de laboratorios, y
- ⇒ El desarrollo del sector pesquero.

Se recomendó:

- ⇒ Una zonificación de la zona entre las mareas para lograr su uso óptimo
 - ⇒ La investigación de los aspectos relevantes de la ecología y desarrollo del camarón
 - ⇒ La evaluación de sitios alternativos para uso potencial en camaroneras y sobre todo
 - ⇒ Dirigir la tendencia hacia una intensificación del manejo en lugar de la expansión y ocupación de tierras productivas o con un alto valor ecológico.
- En 1984 y 1985 se realizó el “Estudio de las causas de la sedimentación y recomendaciones sobre medidas de remediación en el canal de acceso al Puerto Marítimo y en el Estero Cobina”. Los aspectos cubiertos por este estudio fueron:

- ⇒ Las condiciones hidráulicas y sedimentológicas generales de los canales estudiados.
- ⇒ Las tendencias futuras de comercio y navegación del Puerto.
- ⇒ La evaluación náutica del canal de acceso y las recomendaciones para su mejoramiento
- ⇒ La predicción de las tasas de sedimentación en el escenario con los canales dragados y el dragado de mantenimiento requerido
- ⇒ El equipo y los métodos de dragado requeridos para dragar y mantener los niveles de dragado de los canales
- ⇒ Los efectos del dragado en el Estero Salado sobre las camaroneras y la presentación de medidas de mitigación en caso de efectos negativos
- ⇒ La factibilidad económica de mejorar las condiciones del canal de acceso.

Las instituciones que tomaron parte en este estudio fueron INOCAR, APG y la DHL. Se realizaron mediciones de velocidad y dirección de corrientes, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, densidad, concentración y transporte de sedimento en la columna de agua, para las estaciones seca y lluviosa. Los resultados se presentaron en cuatro volúmenes y sus correspondientes anexos, una de las conclusiones relevantes a las

que llegaron, de los hallazgos morfológicos en el estero, fue que ellos generalmente sustentan la idea básica de que el estuario del río Guayas y particularmente el Estero Salado está más o menos en un estado de equilibrio dinámico entre deposición y erosión. Se señala también que la construcción de camaroneras redujo considerablemente el área de almacenaje del Estero Salado en un corto período de tiempo causando un deterioro (interpretado como somerización) notable de las profundidades naturales en la barra interior del estuario (particularmente entre los esteros Corvinera y Libertad).

- En 1991 en un estudio denominado “Emergency analysis of shrimp mariculture in Ecuador”, realizado por Odum y Arding, se presenta la aplicación de este análisis al caso ecuatoriano; el mismo es un método para evaluar las contribuciones ambientales a la industria de camarón en Ecuador y sus relaciones con la economía nacional e internacional. El método, que mide la riqueza sobre una base científica, consiste en reducir las materias de entrada al sistema a una base común: la energía requerida para generar ese ítem. Entre las conclusiones a las que llegaron están que:
 - ⇒ Ante la falta de una política pública de manejo ambiental del recurso para el beneficio común, la economía de libre mercado hace que los manglares y el camarón que

previamente y por lo general han sostenido al sector público, sean incorporados en el negocio privado del camarón y los productos sean enviados al exterior con el resultado de que el retorno real de la riqueza es mucho menor, debido al reducido poder de compra de la moneda recibida.

- ⇒ Las personas involucradas en la industria del camarón llegan eventualmente a ser parte de las empresas de exportación extranjeras, que trabajan con moneda foránea (Interpretado por la autora como que esos fondos no son reinvertidos en Ecuador, dejando de contribuir así a la economía local).

En el documento se presentan las medidas para ayudar al ambiente a generar más riqueza, entre éstas se incluyen:

- ⇒ Disminuir la canalización
- ⇒ Retornar parte de los *Panneus vanamei* al estuario en la época de cosecha de las piscinas para asegurar los stocks de larvas
- ⇒ Revertir las áreas costeras a manglares y cambiar los planes de represamiento del sistema Daule Peripa para devolver parte de las cargas de agua del río al estuario.

La simulación mediante modelos demostró que un máximo beneficio para el Ecuador ocurre con un escenario en el que hay menos área desarrollada en forma de camaroneras.

- Cárdenas, W. (1995) realizó un estudio denominado “Patrones de distribución de fitoplancton relacionados con las características físicas y químicas del Estuario del Río Guayas en Ecuador”, para ello 20 estaciones se distribuyeron en el ámbito espacial del estudio que comprendió el estuario interior desde la ciudad de Guayaquil, frente a la isla Santay hasta la latitud 2° 40´ S, durante los años 1989 y 1990. De las 14 campañas realizadas con una frecuencia mensual, algunos de los resultados de interés que encontró utilizando Anova son:
 - ⇒ La carga de sedimentos en el Río Guayas no presenta diferencias estacionales significativas, en el Estero las cargas son mayores en época lluviosa
 - ⇒ Las concentraciones medias anuales de clorofila a son más grandes en el Río que en el Estero
 - ⇒ Las diatomeas son el grupo más importante del fitoplancton en el estuario, estas se presentan en mayor proporción en el Río en la temporada seca,
 - ⇒ En el estuario del Río Guayas se encontró una limitación potencial de N para las comunidades de fitoplancton
 - ⇒ Se observó coincidencia de los máximos de clorofila con los de turbidez, lo que se atribuye a la reducción del pastoreo del

fitoplancton en zonas de alta turbidez, lo que mantendría las altas concentraciones de clorofila a.

Los datos de este estudio son considerados también en el análisis posterior, las condiciones de realización de los muestreos disponibles se han recuperado del informe final de estudio.

- En los años 1995 y 1996 se publicaron por parte de la CAAM, dos textos recopilatorios de la información disponible del Estero Salado, el Río Guayas y el área del Golfo de Guayaquil en general. El primero denominado “Desarrollo y problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil”, fue resultado de un trabajo de consultoría interdisciplinaria y en él se presentan los estudios integrados de gran número de materias que perseguían dar un diagnóstico de la situación actual y las recomendaciones para una gestión ambiental equilibrada del área, en este análisis se consideró desde múltiples aspectos el área de influencia terrestre. El segundo texto de la CAAM es un “Estudio de los sistemas biofísicos y pesquerías en el Golfo de Guayaquil”, el espíritu de este texto en cuanto a los sistemas físicos y aspectos oceanográficos es de carácter recopilatorio y evaluatorio de la información y los proyectos existentes a la fecha y la identificación de áreas críticas. En este informe se identificaron tres grandes vacíos de información en cuanto a oceanografía física del Golfo: el

aporte sedimentario al estuario, la circulación de agua en el estuario exterior y la interacción entre las masas de agua estuarinas con las oceánicas.

- Durante los años 1996 - 1999 se realizó el proyecto “Elaboración de un SIG para el área del Golfo de Guayaquil” en convenio entre la Universidad Libre de Bruselas (VUB), INOCAR y ESPOL. Las principales actividades realizadas durante el desarrollo del proyecto incluyeron el entrenamiento del personal participante y la obtención de los datos mediante la realización de dos campañas de muestreo, efectuadas en épocas seca y lluviosa en las que se determinaron en las fases agua y sedimento, parámetros físico-químicos, biológicos y geológicos que se integraron en una base de datos geográfica de un SIG, la base de datos se continuaría alimentando con estudios posteriores. La organización de la información en la base de datos se realizó de una manera sistemática y documentada. Como resultado de este trabajo se presentaron publicaciones científicas de tópicos y los datos obtenidos en campo y en laboratorio han servido como referencia para estudiar la dinámica del estuario interior.

- En el año 2000, Camilo Guerrero realizó un estudio sobre la calidad del agua en afluentes y efluentes de cinco camaroneras

ubicadas en el Golfo de Guayaquil, mediante la determinación de algunos parámetros físico-químicos que definen la calidad de las aguas. El estudio surgió ante la necesidad de contar con una base de datos que permita conocer la interacción de los sistemas de producción del camarón con el ambiente. Los resultados demostraron que el manejo productivo es el factor clave en la administración ambiental de estos sistemas.

- El CENAIM, como parte del Proyecto VLIR-IUC-ESPOL lleva a cabo en colaboración con el CEMA la implementación de un SIG Acuícola y el Sistema de Alerta Camaronero. Los datos que alimentan el sistema se recolectaron durante los años 2000-2001 en que se realizaron cinco campañas de muestreo en camarónicas del Golfo de Guayaquil con el objetivo de estudiar patrones espaciales y temporales de las patologías presentes. El propósito del desarrollo del SIG es ofrecer al usuario la capacidad de manipulación y consulta interactiva desde Internet, así mismo el establecimiento del Sistema de Alerta mediante el manejo de dos criterios: la ocurrencia de eventos fríos y el comportamiento de la variable producción o índice de productividad y manejo, desarrollado por personal del CENAIM.

Otros estudios sobre los temas de interés realizados son:

- Estudios de la calidad del agua de los ríos Babahoyo, Daule, Guayas y Estero Salado, como parte del Plan Maestro de alcantarillado de Guayaquil, año 1966
- Plan de Acción para la protección del Pacífico Sudeste y Areas Costeras Adyacentes, auspiciado por CPPS/PNUMA ejecutado por la DIGMER en colaboración con INOCAR, EMAG, ESPOL y la Facultad de CCNN de la Universidad de Guayaquil, zona de estudio el Golfo de Guayaquil, desde 1980
- Programa de monitoreo del Río Daule, río Guayas y Estero Salado, como parte del Plan Maestro de alcantarillado de Guayaquil, desde 1980
- Monitoreos en el Río Daule, realizados por CEDEGE como parte del Proyecto Daule Peripa
- Estudios de calidad de agua del Estero Salado y el Canal de Santa Rosa, realizados por el PMRC, durante 1989
- Estudio interdisciplinario de la contaminación marina en el Estero Salado y el Golfo de Guayaquil, realizado por ESPOL con auspicio del CONUEP, años 1992-1995

Como resultado de esta breve revisión histórica de fuentes bibliográficas es patente la falta de coordinación, sistematización y documentación de los estudios realizados.

CAPÍTULO 4

VARIABLES OCEANOGRÁFICAS.

Una de las cuestiones de mayor interés para lograr un manejo ambiental integrado de los sistemas acuícolas es alcanzar una valoración objetiva del medio en que éstos se insertan, para el caso del Golfo de Guayaquil (GG) y los sistemas acuícolas que sustenta, es necesario e interesante comprender la naturaleza y descifrar los mecanismos de los procesos que ocurren en el sistema estuarino, esto forma parte del ámbito de acción de la oceanografía.

En oceanografía generalmente las variables se presentan agrupadas en tres grandes disciplinas: físicas, químicas y biológicas. Otras variables usadas en los estudios interdisciplinarios de ambientes marinos se relacionan con el suelo o fondo marino y con la atmósfera, éstas son variables geológicas y meteorológicas. El número de variables posibles a considerar es muy extenso y en general la inclusión de algunas de ellas dependerá de los objetivos, alcance y recursos de cada estudio.

A la vez estos parámetros o variables se pueden distinguir de acuerdo a si se refieren a propiedades físicas o químicas del agua misma, a sustancias o compuestos en disolución en ella, ó si se relacionan con las formas de energía que mueven el cuerpo de agua, es decir la hidrodinámica del flujo. Todos sirven para indistintamente caracterizar los cuerpos de agua y para explicar los fenómenos relacionados con su dinámica y los procesos físico-químicos y biológicos.

Un aspecto importante en los estudios integrales de los ecosistemas es la biota, representada por los organismos vivos del ambiente. La presencia y características de estas poblaciones son tomadas frecuentemente como indicadores del estatus y condiciones del medio, al ser ellas dependientes de las variaciones de los parámetros ambientales.

En este capítulo se describen las variables oceanográficas, en especial estuarinas, usadas con más frecuencia en los estudios e investigaciones realizados en el área, incluyendo datos disponibles relativos a ellas en el Golfo de Guayaquil. De entre los estudios realizados, los de Stevenson llevados a cabo entre 1962-1964 y 1970, son citados de manera recurrente como un referente por dos razones básicas; primero, cubren un periodo de 2 años de muestreos y segundo cubren el área de interés de la tesis en ciernes, esto es, los estuarios interior y exterior del GG.

4.1 Variables físicas

Las variables oceanográficas físicas concernientes a la dinámica del cuerpo de agua son las corrientes, mareas y olas; en los estuarios existen otras características de interés que se relacionan con la circulación y movimiento del agua en la cuenca, éstas son la mezcla, el prisma de mareas y la tasa de renovación. Estas variables son críticas a la hora de estimar las trayectorias y el comportamiento que podrían tener las sustancias que ingresan al sistema.

Entre las variables relacionadas con las propiedades físicas de la masa de agua que son usadas frecuentemente están la temperatura, profundidad, transparencia y turbiedad.

4.1.1 Circulación del agua y clasificación del Estuario

La circulación es el proceso dinámico que está relacionado con el movimiento del agua dentro del estuario tanto a nivel superficial como en toda la columna y que exhibe complejas variabilidades temporales y espaciales. Es conducida por los patrones de las corrientes.

Sobre la circulación a gran escala del agua en los estuarios se adopta generalmente un modelo de flujo de dos capas, una superior que es la descarga de agua dulce corriendo sobre otra

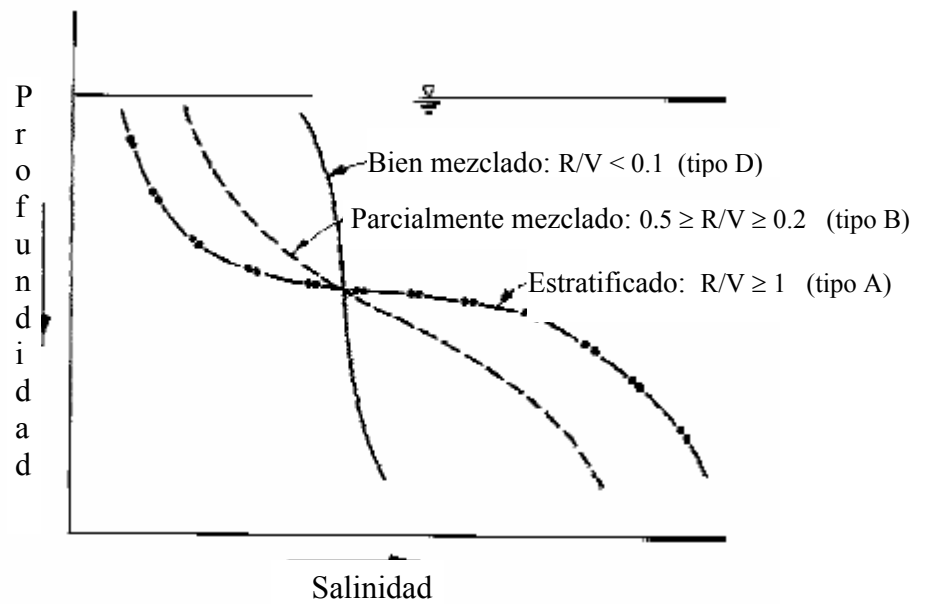
subyacente, que es la lengua de agua salina que se desliza por el fondo internándose en el continente. Las características singulares de cada estuario están dadas por el grado de mezcla de estos dos flujos, por la fuerza de las mareas y por la cantidad de descarga de agua dulce.

Los estuarios se pueden clasificar tanto por su estructura geológica (Pritchard, 1952), como por el modelo hidrodinámico de mezcla (Cameron y Pritchard, 1963); de acuerdo a estas precisiones Stevenson (1981), señala que el GG corresponde por el primer criterio al tipo tectónico y aunque consideró no tener los datos suficientes para clasificar los estuarios de acuerdo a criterios hidrodinámicos, de manera preliminar, señala al estuario exterior como siendo siempre de tipo D es decir bien mezclado y al estuario interior, dependiendo de la localidad, como variando entre tipo B, o sea parcialmente mezclado, en época lluviosa y tipo D en época seca. La razón de derrame, usada para separar las categorías es el denominado radio de Simmonds (R/V). En la Figura 8 se presentan esquemáticamente las dos escalas usadas para clasificar el estuario.

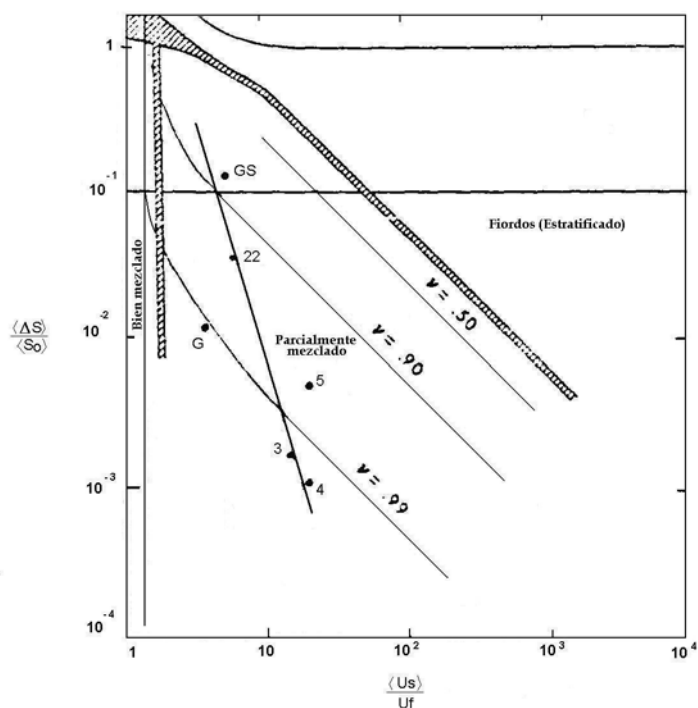
Figura 8.

a) Tipos de estuario según su estructura salina (Cameron y Pritchard; b) Clasificación según parámetros de circulación y estratificación de Hansen-Rattray aplicada al estuario del Río Guayas

a)



b)



Fuente: <http://www.usace.army.mil/inet/usace-docs/eng-manuals/em1110-2-1607/c-2.pdf>

Murray (1975), de acuerdo al diagrama de circulación - estratificación de Hansen y Rattray clasifica al sistema del río Guayas como un estuario tipo 2B pobremente desarrollado y parcialmente mezclado. En la escala de Hansen y Rattray los estuarios de tipo 2 son aquellos que experimentan reversión del flujo neto con profundidad, son parcialmente mezclados, en los que la difusión y la advección son importantes en el flujo neto de sal aguas arriba.

4.1.2 Corrientes

En los cuerpos de agua el movimiento de traslación que mueve las masas de agua de un lugar a otro es el de las corrientes; en mar abierto éstas pueden ser causadas por la acción del viento, por las diferencias de densidad o por la acción de las mareas. Influyen sobre las características de las corrientes la rotación de la tierra y la fricción con los continentes.

Como se indicó en el capítulo 3, en los estuarios se distinguen tres fuerzas conductoras del movimiento del agua principales: la descarga de los ríos, el esfuerzo del viento sobre la superficie estuarina y las mareas, además por ser cuencas semicerradas la forma de los canales y la fricción causan distorsiones importantes en los patrones de circulación locales.

Para el caso del Golfo de Guayaquil, según Stevenson (1981), las corrientes en el estuario interior están formadas por una combinación del aporte fluvial y las corrientes de marea, existiendo una corriente de fondo, lenta y ascendente de agua salina para reemplazar a aquella desplazada por el aporte fluvial. En tanto que las corrientes en el estuario exterior son una combinación de corrientes geostróficas, corrientes

inducidas por el viento, corrientes de inercia y corrientes de marea.

Stevenson calculó la circulación geostrofica para el estuario exterior en las dos estaciones climáticas (seca y lluviosa), entre sus resultados encontró que la circulación en los primeros 20 m es hacia el sureste en la parte norte del estuario y hacia el suroeste en el sur y que la circulación es más rápida durante la temporada de lluvias.

En 1990 Medina F., realizó mediciones integradas de corrientes en una estación ubicada a 1.8 km al noroeste de la Isla Santa Clara, Golfo exterior; entre sus resultados señala que la circulación en el área está fuertemente influenciada por las corrientes de marea.

Datos cuantitativos obtenidos de mediciones directas durante el mes de julio del año 1970, en estudio complementario realizado por Stevenson en el estuario exterior y parte del interior hasta el Canal de Cascajal, señalan magnitudes de 1.63 m/s en el Canal de Morro en donde se midieron las velocidades más altas y de hasta 0.5 m/s en el Canal de Jambelí.

Según CAAM (1996), las corrientes encontradas en el estuario interior son las denominadas corrientes de marea, producto del

vaivén periódico de la onda de marea. Bajo su influjo el agua oscila horizontalmente distancias de hasta 30 km con velocidades entre 0.5 y 3.5 m/s dependiendo del rango de la marea y de la ubicación en el estuario.

Murray et al (1975), describen el campo de velocidades de corriente en el estuario interior para un ciclo completo de mareas durante la estación seca. En este estudio se encontró que las corrientes de marea presentan un desfase de aproximadamente 2 horas entre la boca del estuario interior (Canal de Jambelí al sur de la Isla Puná) y Guayaquil, desfase que también se observa en el Estero Salado; y que en toda la extensión del canal se produce un retardo entre la eosta y la pleamar de entre 30 y 40 minutos, lo que concuerda con el comportamiento de una onda en un canal irregular retardada por la fricción. Además se reveló un interesante patrón de circulación de cuatro fases en el ciclo de mareas en el Canal de Cascajal, en el que se presentan consecutivamente flujos en sentidos opuestos combinados con movimientos convergentes y divergentes de las corrientes.

La distribución de las velocidades verticales en una sección transversal del Río Guayas durante un ciclo de marea, descrita

y analizada también por Murray et al (1975), muestra magnitudes mayores en el lado este del canal y cerca de la superficie en todo el ciclo de la marea; las magnitudes de las velocidades fueron similares en el flujo y reflujo. La sección en la que se realizaron estas determinaciones se localizó 16.5 km aguas abajo de Guayaquil.

En el Estero Salado se encuentran débiles corrientes de densidad y fuertes corrientes de marea en los canales (APG-DHL, 1985). Las mediciones de corrientes realizadas entre los meses de septiembre y octubre de 1984, muestran que las velocidades a lo largo del canal del Estero fueron mayores en estaciones ubicadas cerca de la desembocadura del Estero Sabana Grande, en donde se encontró el valor máximo de velocidad de la corriente de 2.16 m/s en sicigia-flujo a 7 m de profundidad. La dirección de las corrientes en los canales concuerda con la dirección del movimiento de la marea, hacia el noreste en el flujo y hacia el suroeste en el reflujo, excepto para el caso del Canal de Cascajal, en donde fueron hacia el este en el flujo y el oeste en el reflujo, ligeramente diferente del patrón previamente encontrado por Murray en este canal.

En el proyecto conjunto entre VUB, INOCAR y ESPOL, “Implantación de un GIS en el río Guayas y estero Salado”, 1996-1997, el valor máximo de velocidad de la corriente de 2.42 m/s se encontró en agosto de 1996 en la estación ubicada en el río Guayas próxima a la Puntilla, en cuadratura flujo a 3 m de la superficie.

Tabla 3.

Valores máximos de corrientes medias en la columna de agua

Fuente:	Magnitud máxima (m/s)	
	DELFT (1984)	VUB- INOCAR –ESPOL (1996)
Sicigia-Flujo	1.86	1.30
Sicigia-Reflujo	1.72	1.26
Cuadratura-Flujo	1.16	1.87
Cuadratura-Reflujo	1.05	1.94

En general en los estuarios las mayores velocidades ocurren en la mitad de los ciclos de flujo y reflujo de la marea, en la boca y cabecera y durante las mareas vivas o de sicigia; mientras que las menores se registran durante las estoas de pleamar y bajamar (quiebre de la marea), en las localidades intermedias

del recorrido del canal, y durante las mareas muertas o fases de cuadratura.

4.1.3 Mareas

El sistema marino- fluvial formado por el Río Guayas y el Estero Salado está dominado por la fuerza de la marea.

Como lo señala Chavarría (1988), para las aguas estuarinas del Golfo, influenciadas por las mareas en particular, y para el mar ecuatoriano en general, existe una preponderancia de las componentes semidiurnas sobre las diurnas, lo cual permite tener dos pleamares y dos bajamares cada 24.8 horas.

La marea en todo el Golfo es por tanto de tipo semidiurna con pequeñas desigualdades diarias. Su rango cambia de acuerdo a las fases de la luna y debido a la fricción hidráulica lateral y de fondo, la que deforma la onda en su viaje aguas arriba a lo largo de los canales del Golfo interior (APG- DHL,1985). Así por ejemplo en el Golfo exterior el rango de la marea cambia entre 1.5 m en cuadratura a 2.3 m en sicigia y en el estuario interior, cerca de la ciudad de Guayaquil, el rango está entre 2.9 m en cuadratura y 4.0 m en sicigia.

La onda de marea procedente del océano viaja una distancia de 80 km desde su ingreso al Golfo, a través del meridiano 81° W, hasta las entradas de los canales de Jambelí y Morro, desde allí aguas arriba hasta Guayaquil recorre aproximadamente 130 y 70 km a lo largo del Río Guayas y el Estero Salado respectivamente.

El tiempo de viaje de la onda hasta Guayaquil (vía el río Guayas) respecto al momento de su ingreso al sistema es de aproximadamente 4 horas, mientras que hasta el Puerto Marítimo (vía Estero Salado), la onda llega con un desfase de 3 horas. El “retraso” y la distorsión del perfil de la onda, producen en el canal del Río Guayas que los reflujos sean más largos que los flujos.

Chavarría (1988), sostiene que es muy probable que en el Estero Salado el gasto de la energía de la marea sería mínimo al no existir la influencia directa de las aguas del Río Guayas; ésto daría lugar a la reflexión de dicha energía con la consiguiente tendencia a la formación de ondas estacionarias o cuasi-estacionarias, lo que producirá amplitudes mayores en la cabecera y menores en la boca del brazo de mar. Además señala un comportamiento típico de ondas estacionarias en el

sector norte del Estero Salado evidenciado por la distribución de las líneas de cofase y corango. En este mismo sector del Estero, el comportamiento de la onda es predominantemente influenciado por el océano, siendo los efectos locales despreciables. Estableció, también a partir del análisis de la estabilidad de los promedios anuales de los niveles de referencia de las mareas, que el sector norte del Estero Salado es una zona bastante protegida y con poco intercambio de agua con el océano.

El límite de influencia de las mareas varía considerablemente con los caudales y en los meses de estiaje cuando éstos disminuyen, la influencia de la marea es mayor dejándose sentir mucho más lejos aguas arriba, así en el río Daule en ocasiones llega hasta Palestina, localizada a 62 km de Guayaquil y en el río Babahoyo hasta un poco más arriba de dicha población, localizada a 71 km río arriba de Guayaquil.

4.1.4 Olas

No existe información abundante sobre este tópico, entre las fuentes consultadas se encontró la siguiente información:

Las ondas (olas) dentro del estuario consisten de ondas de viento generadas localmente con un periodo de cuatro segundos o menos y una altura que generalmente será menor que 0.5 m y rara vez excederán 1 m. (APG-DHL, 1985).

En Informe presentado por EDC del Programa de Monitoreo de agosto del 2001 sobre la explotación de gas por esta empresa en el estuario exterior, en las cercanías de la Isla Santa Clara, se indica que las olas presentes de acuerdo a los periodos encontrados son generadas localmente por el esfuerzo del viento y existen algunos componentes de mares de leva, las alturas están alrededor de los 0.3 m y las direcciones predominantes son del suroeste, sur y sureste.

4.1.4 Mezcla, prisma de mareas y tasa de renovación del agua

Mezcla en el estuario

La mezcla en los estuarios está en función de la energía de la descarga de agua dulce, las corrientes de marea, el viento y otros tipos de energía impulsores de origen y carácter diverso. La acción simultánea de estas fuerzas produce la mezcla en la mayoría de los estuarios, y por lo tanto su intensidad puede

cambiar en función de que ellas intensifiquen su acción a lo largo del tiempo.

- La diferencia de densidades (función principalmente de la salinidad para el caso de los estuarios) entre el río y el mar genera la circulación estuarina, la cual es una forma de mezcla advectiva. Los gradientes de presión ocurren por la inclinación de las isopichnas y controlan la dirección del flujo conducido por la densidad media, lo que conduce al clásico patrón de circulación estuarina (i.e., circulación gravitacional). (Robles, 1992).
- La fuerza de la marea usualmente es la más importante causa de mezcla en estuarios. La interacción entre las corrientes de marea y las fronteras estuarinas genera turbulencia y causa mezcla a larga escala como el bombeo de marea (mezcla advectiva) y efectos dispersivos (i. e., lavado, corte y atrapamiento). La mezcla se produce porque una parte de la energía de las mareas se convierte en energía cinética de turbulencia, parte de la cual se usa para aumentar la energía potencial del agua mediante mezcla vertical. (Robles, 1992 citando a Bowden, 1967).
- El esfuerzo del viento es importante en la mezcla del agua solo en estuarios abiertos y someros.

En sicigia con las amplitudes de marea y las corrientes intensificadas se produce un aumento de la mezcla vertical, permitiendo que los nutrientes y partículas de comida de la capa de fondo se mezclen en la zona fótica, aumente la producción y exista una renovación de oxígeno en toda la columna. Este hecho hace posible que un estuario dado alterne entre los estados estratificados a los bien mezclados, según varíe la fase de marea. (Robles, 1992).

Una medida de la mezcla en los estuarios es la distribución temporal y espacial del material disuelto/suspendido, entre éstos en especial la distribución de salinidad, ya que se trata de un constituyente conservativo de fácil determinación y que en la naturaleza presenta marcados gradientes en los estuarios.

Con la mezcla se usan los conceptos de coeficientes de difusión y dispersión, los que se relacionan con las transferencias de energía en el proceso. En estudios precedentes se ha encontrado los siguientes valores de los coeficientes en las localidades indicadas a continuación:

Tabla 4.
Cálculos de coeficientes de dispersión y difusión en el Golfo de Guayaquil

Localidad	Coeficiente de dispersión (cm²/s)	Coeficiente de difusión (km²/día)	Estación climática
Canal del Morro	330	10-100	Seca
Canal de Cascajal	330	10-100	Seca
Canal de Jambelí, borde interior	42	---	Seca
Canal de Jambelí, borde exterior	6	---	Seca
Río Guayas (Tramo Punta de Piedras-Isla Verde)	---	25-40	Seca

Prisma de mareas

El prisma de marea es la cuña de agua que ingresa al sistema del Golfo con la onda de la marea, se lo calcula de la diferencia entre los volúmenes de agua en la pleamar y la bajamar. En el sistema estuarino del Golfo se han obtenido $1\,228 \times 10^6 \text{ m}^3$

para el ramal del Estero Salado-Canal del Morro y $4\,432 \times 10^6$ m³ para el ramal del Río Guayas-Canal de Jambelí.

Tiempo de renovación

El tiempo de residencia ó tiempo promedio que le toma a una partícula de agua pasar a través del estuario se denomina tiempo de renovación. Se han hecho algunas estimaciones de esta variable en el estuario interior del Golfo de Guayaquil.

Murray et al (1975), identificó una zona de mezcla intensa de agua de río y mar al sur de Guayaquil y calculó el tiempo de renovación para el Río Guayas, indicado por la distribución longitudinal de la salinidad, en aproximadamente 21 días. Encontró que la convección gravitacional estaba pobremente desarrollada y se presentó solo localmente, pero un flujo de sal significativo aguas arriba ocurre en el prisma de marea.

Otro cálculo fue realizado por Palacios (1989) en el sistema Río Guayas-Canal de Cascajal, para un rango de caudales posibles entre 50 y 2500 m³/s, para la estación seca se obtuvo un valor de 13 días y 8 para la estación lluviosa.

V.H. Rivera-Monroy, R.R. Twilley y B.F. Jonsson, (2000), utilizando un modelo de cajas similar al de Twilley *et al.* (1999);

calcularon el tiempo de intercambio de agua para las estaciones lluviosa y seca en el Río Guayas en el tramo entre el sur de las Islas Santay y Mondragón, el que fue dividido, para fines de aplicación del modelo en tres secciones o cajas, los tiempos obtenidos fueron 8 y 9 días para la época lluviosa y seca respectivamente, estos resultados son similares a los estimados por Twilley *et al.* (1999), de 11 días, usando una aproximación del modelo de cajas de Miller y Mcpherson (1991).

Tabla 5.

Flujo de agua y tiempo de renovación en el Estuario del Río Guayas, estaciones seca y lluviosa

Estación	Flujo residual ($10^6 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$)	Volumen de mezcla ($10^6 \text{ m}^3 \text{ día}^{-1}$)	Tiempo de renovación (día)
Lluviosa (4 meses)	121	202	8
Seca (8 meses)	27	275	9
Anual	58	251	9

Fuente: <http://data.ecology.su.se/MNODE/South%20America/guayaquil/Guayaquil/Guayaquilbud.htm>

La suma de todos los flujos que entran y salen del sistema se denomina flujo residual, esta resultante puede ser un flujo neto entrante o saliente, aunque frecuentemente es tratado como un aporte, puede tener un valor negativo (lo que se traduciría como pérdida de flujo).

4.1.6 Temperatura

La principal fuente de calor en los cuerpos de agua es la radiación solar. Múltiples variables afectan la temperatura de una masa de agua, entre las cuales están: la latitud, la estación del año, la profundidad, el volumen, la temperatura de los tributarios, la temperatura de las descargas, etc.

Las especies vivas del agua tienen requerimientos de temperatura deseable para su óptimo desarrollo, razón de la importancia de la observación de este parámetro en los estudios relacionados con la evaluación del ambiente acuático.

Es posible describir de manera general un perfil zonal de la distribución vertical de temperatura de acuerdo a las regiones climáticas. En las zonas tropicales el patrón observado es una capa superior bien mezclada de espesor variable de temperatura uniforme que se llama zona de mezcla, seguida por una zona con un agudo gradiente de temperatura llamada

la termoclina, y bajo ella la capa profunda que es más fría y se extiende hasta el fondo oceánico.

La distribución superficial en el GG y las estructuras verticales de esta variable en varias secciones del mismo para las estaciones seca y lluviosa están documentadas en el estudio de Stevenson (1981), además ésta es una variable presente en la mayor parte de los estudios de campo realizados en el área.

El comportamiento de la temperatura en el Golfo muestra patrones estacionales tanto a nivel superficial como subsuperficial. En el estuario exterior a nivel superficial la temperatura está entre 21 y 23° en la estación seca y entre 25 y 27° en la estación de lluvias. A nivel de la columna de agua el Canal del Morro presenta consistentemente una estructura isotérmica a lo largo del año, mientras que en el Canal de Jambelí y en el estuario exterior se presentan gradientes mayores en la estación lluviosa.

Entre las fuentes consultadas los resultados de Stevenson, son considerados como referentes por el periodo de estudio y por la sistematización del trabajo realizado.

4.1.7 Profundidad, disco Secchi y turbiedad

Profundidad

La profundidad de los cuerpos de agua y especialmente de los estuarios es importante en la medida en que influye en la respuesta del cuerpo de agua a la acción de factores como el viento y las mareas para cambiar la distribución de la columna de agua.

En el GG de especial interés son las profundidades del Canal de Acceso en el estuario interior, debido a que el tránsito naviero hacia el Puerto depende de que se mantengan las profundidades adecuadas. Se han realizado varias determinaciones de la batimetría de este canal.

En 1984, de acuerdo al estudio hecho por la DELFT de la comparación de diferentes mapas hidrográficos y sondajes del estuario desde 1952 hasta 1984 y de datos históricos, el Estero Salado pareció estar en un estado de equilibrio dinámico, con cambios pequeños en la línea de costa principalmente debido a efectos de serpenteo y las profundidades naturales del agua no cambiaron en ese período excepto localmente debido al comportamiento dinámico de los canales y bancos,

particularmente en el área entre las boyas 17 y 39 del canal de acceso donde el estuario tiene más de un canal principal, también desde el Estero Corvinera hasta el Libertad se pudo observar en el período entre 1978 y 1984 un área de sedimentación visible. En este estudio se atribuye esto a la considerable reducción del área de almacenamiento del Estero Salado por la construcción de camarónicas.

Rada F., (1986) describe las profundidades y composición del fondo en el Estero Salado, distinguiendo 3 sectores:

- Desde la desembocadura hasta la boya 35, la profundidad disminuye de 20 a 8 m, con una pendiente media de 1:1000. La capa de sedimento aumenta desde cero (fondo rocoso en la desembocadura) hasta valores superiores a los 10 m.
- Entre las boyas 35 - 55 (parte media del Estero), el fondo es relativamente plano, la profundidad se mantiene en los 8 m y el espesor de los sedimentos supera los 10 m.
- De la boya 55 hasta cerca de Guayaquil, se mantiene la capa de sedimento pero se incrementa las profundidades hasta valores superiores a los 20 m.

El sedimento de fondo se encuentra depositado en dos tendencias, la una en los flancos del canal un sedimento tipo limo-arcilloso, mal clasificado y la otra un sedimento areno-limoso, moderadamente clasificado, que tiende a depositarse cerca del eje del canal.

El cauce del Río Guayas es más alto que el del Estero Salado debido a las grandes cantidades de sedimentos transportados desde la cuenca alta del Guayas. La batimetría del Río Guayas, parece estar cambiando más rápidamente en especial en la cabecera del estuario frente a Guayaquil, donde se presenta una visible sedimentación y formación de islas, las que son atribuidas a causas como la deforestación de la cuenca del Guayas, la incidencia del Fenómeno del Niño, el crecimiento de la ciudad, la construcción de la Presa Daule Peripa, principalmente.

En el oeste del estuario exterior del Golfo las isobatas se orientan en sentido norte sur, sin embargo hacia el este, adentrándose hacia el estuario interior, cambian y se ajustan al perfil de la línea de costa. El Golfo representa una gran porción de la plataforma continental, las profundidades del área están en el rango entre 20 y 150 m, la pendiente estimada es de

0.15% (CAAM, 1996). Las profundidades disminuyen hacia el este, excepción hecha para el Canal del Morro y algunos sectores del Canal de Jambelí (Stevenson ,1981).

Disco Secchi – Turbidez

Como señala Stevenson las determinaciones con el disco Secchi suministran una imagen general de la extensión vertical de la capa de agua superficial que recibe suficiente luz para la fotosíntesis.

Las lecturas del disco Secchi dependen de la turbidez que está dada por la cantidad de materia suspendida presente en el agua; la claridad de un cuerpo de agua es un determinante principal de la condición y la productividad del mismo.

Las determinaciones con el disco Secchi ayudan a evaluar el grado de turbidez en el agua y de manera indirecta se puede calcular la profundidad de la zona eufótica (PC) por medio de la relación derivada de la combinación de la ley de Lambert y la fórmula empírica de Sverdrup:

$$PC = 2.7 *lectura Disco Secchi$$

Stevenson (1981), encontró valores de 1-3 m en el estuario interior y 11 m en el estuario exterior, no halló variaciones estacionales importantes.

4.2 Variables químicas

La distribución espacial y temporal de determinadas variables consideradas dentro del campo de la oceanografía química es interesante en la medida que sus patrones de distribución se relacionan con los de otras de carácter biológico y físico y con los procesos geobioquímicos en la columna de agua.

Varios estudios en el GG han documentado el comportamiento de ellas en localidades de interés específico y para períodos “cortos”. El estudio de Stevenson (1981) analiza algunas de estas variables y cubre el periodo más largo de estudios sistemáticos en el Golfo.

4.2.1 Salinidad

La salinidad se define como los sólidos totales después de que todos los carbonatos han sido convertidos a óxidos, todo el bromo y yodo ha sido reemplazado por cloro y toda la materia orgánica ha sido oxidada. La salinidad es medida como gramos de sólidos disueltos en un kilogramo de agua de mar y se expresa en partes por mil ($^0/_{00}$ ó ppt).

La estructura salina de los cuerpos de agua cambia espacialmente y en el tiempo, los factores que influyen en la salinidad en un área particular son la evaporación, precipitación, congelamiento, escorrentías y advección.

La salinidad del agua de mar está dentro de un rango de 33 a 38 ppt; en las zonas costeras y estuarinas puede fluctuar entre 0 y 40 ppt y en algunas lagunas costeras y mares encerrados se han encontrado valores de hasta 270 ppt. (Impacts of Human Activities on Marine Ecosystems, 1990).

La salinidad es una de las variables ambientales importantes del agua de acuerdo a la cual se distribuyen las especies en una zona. En ambientes estuarinos la distribución de la salinidad juega un papel importante en la explicación de corrientes geostróficas.

En el Golfo de Guayaquil, el gradiente espacial de salinidad superficial es más agudo en el estuario interior en la época de lluvias, mientras que el estuario exterior es menos influenciado por el factor estacional. A nivel de la estructura de la columna de agua en el estuario interior es notable la diferencia entre épocas seca y lluviosa, en esta última se presentan gradientes verticales dos veces mayores respecto a los de la estación

seca; en el estuario exterior los gradientes son semejantes y cambia la posición de las isohalinas (Stevenson, 1981).

En el Estero Salado las salinidades presentan diferencias significativas entre superficie y fondo, entre época seca y lluviosa y de una localidad a otra. En estudios realizados entre 1992-1995, el valor medio inferior encontrado fue de 18.64 ppt ocurrió en mayo de 1993 y el valor más alto 29.86 ppt se halló en noviembre de 1994. En el Río Guayas a lo largo del eje del canal a nivel superficial, desde Guayaquil hasta Punta Mandinga, se encontraron valores, para la época lluviosa entre 0.0 y 10.0 ppt en el reflujó, mientras en época seca en el flujo variaron entre 10 ppt y 33.0 ppt en las mismas ubicaciones.

4.2.2 Densidad

La distribución de densidad en los estuarios está en función de la salinidad, y también fue determinada en el GG por Stevenson (1981).

Las densidades a nivel superficial son menores en la época de lluvias y la estructura vertical en varias secciones es coherente con la notable influencia de la descarga del Río Guayas en los cambios de los valores del parámetro.

4.2.3 pH

El pH es uno de los criterios usados para el control de calidad de agua, debido a que es un factor crítico en el medio al existir especies que requieren un ambiente de condiciones relativamente estables para sobrevivir, ellas son más sensitivas que otras a los cambios de pH. Se han establecido valores estándares esperados para los distintos tipos de cuerpos acuáticos.

El océano actúa como una solución buffer por la gran cantidad de carbonatos en solución presente, su pH es aproximadamente 8, y fenómenos como la lluvia ácida no ocasionan alteración en esos valores. Sin embargo aquellos procesos en que se involucra una gran cantidad de CO₂ como la fotosíntesis y la respiración, pueden cambiar el equilibrio del carbonato aumentando o disminuyendo el pH hasta valores de 9 y 7.5 respectivamente. Generalmente los valores de pH encontrados en la superficie difieren de los del fondo por la intensidad con que estos procesos se desarrollan a distintos niveles de agua.

En los resultados de Stevenson (1981) esta variable siempre crece hacia el océano, se encuentran diferencias de hasta 0.5 unidades entre el estuario interior y exterior en la época lluviosa y la estructura vertical difiere para cada lugar y época, así mientras en algunas secciones los pH menores se encuentran en el fondo en otros se encuentran núcleos de pH mayor en niveles inferiores. Las distribuciones del pH en el Golfo fueron representadas gráficamente por Stevenson (1981).

La distribución del pH en un estuario es un indicador del grado de descomposición y remineralización de los compuestos orgánicos a nutrientes inorgánicos usados por el fitoplancton. A la vez en los estuarios, el pH del agua puede ser alterado por factores antropogénicos como las descargas químicas de las comunidades e industrias asentadas en sus riberas.

4.2.4 Sedimentos suspendidos

La concentración de sólidos suspendidos, está relacionada cercanamente con la turbidez, y se refiere a las partículas presentes en suspensión en el agua, cuyo origen y naturaleza son diversos y que ocasionan una disminución de la penetración de la luz a las capas más profundas por absorción y dispersión. Valores elevados de este parámetro afectan la

producción primaria al bajar el ritmo de la fotosíntesis interfiriendo seriamente la vida y reproducción de muchas especies.

Los sólidos sedimentables, aquellos suspendidos que se depositan en el corto periodo, pueden causar daños graves a los organismos bentónicos obstruyendo los espacios destinados a reproducción y alimentación de esos y otros organismos.

Los sedimentos en los estuarios se originan frecuentemente de la erosión y lavado de suelos de las cuencas y de formaciones rocosas aledañas, de minería, de operaciones de dragado y del océano en que desembocan; la depositación de los suspendidos es función de la energía de la corriente, del tamaño de grano y densidad de las partículas.

Los estudios realizados en 1984-1985 por Delft revelan los siguientes detalles sobre los sólidos en suspensión en el Estuario del Río Guayas, considerado como un todo:

- Las tasas de transporte de sedimento suspendido en el estuario del río Guayas están relacionadas a las corrientes y por lo tanto a la marea.

- Las cantidades de sedimento moviéndose en vaivén con la marea, a través de las varias secciones transversales son enormes.
- En general el transporte de sedimento suspendido parece ser más grande en la estación lluviosa, debido al sedimento erosionado por la lluvia suministrado por los ríos de la cuenca de drenaje. Una estimación gruesa de la cantidad de sedimento anual producida por el área de drenaje de la cuenca de 250 a 500 t/Km² da como resultado de 8 a 15 millones de toneladas de sedimento anuales pasando por Guayaquil; adicionalmente se aportarían de 0.2 a 0.5 millones de t desde el oeste (en el Estero Salado) y 3 a 7 millones desde el este al estuario aguas abajo de Guayaquil.
- El sedimento en la época seca consiste de material más fino
- Las concentraciones de sedimento son mayores en el fondo y cuando ocurren las mayores corrientes
- Hay una tendencia general de los sedimentos suministrados por los ríos a moverse hacia el mar hasta una ubicación (cercana o fuera de la boca del estuario) donde

las corrientes son suficientemente débiles para evitar posterior transporte.

- También se produce sedimentación dentro del estuario a lo largo de sus costas, particularmente en las áreas pantanosas de manglares. Este patrón es complicado por las corrientes de densidad las cuales llevan aguas de altas turbiedades a lo largo del fondo hacia la región del límite de la intrusión salina.
- El estuario del río Guayas es un sistema muy complejo. No se establecieron conclusiones sobre la trayectoria de los sedimentos suspendidos.
- Se cree que mucho del sedimento suministrado al Estero Salado es llevado al mar en donde se asentará en las partes más profundas del delta sumergido en frente del estuario. En general solo una pequeña parte del sedimento suministrado será llevado a las áreas de manglares, donde se asentará muy gradualmente, reduciendo el área de almacenamiento del estuario.
- En todo caso el sistema tiene un mecanismo rápido de respuesta y una gran cantidad de sedimento está disponible para la recuperación de las condiciones originales o para alcanzar un nuevo estado de equilibrio, cuando hay una

interferencia al delicado equilibrio entre sedimentación y erosión.

De las estimaciones realizadas por INOCAR (1986) y por Cruz Orozco (1974) y citadas en CAAM (1996), se destaca en las primeras el hecho de presentarse consistentemente las concentraciones máximas en el periodo de sicigia y de las segundas, el que son mayores siempre en el fondo y en el Río Guayas.

4.2.5 Oxígeno disuelto

Al hablar en términos biológicos, el oxígeno disuelto es el más importante de los gases en disolución en el agua. Puede originarse desde la atmósfera, como producto de la fotosíntesis y por advección. Las concentraciones del oxígeno disuelto en el agua están siempre cambiando por los procesos físicos, químicos y biológicos.

Cuando el aire está en contacto con el agua, se establece un flujo del oxígeno del aire al agua hasta el momento en que la presión del oxígeno en el agua es igual a la presión del oxígeno en el aire. La solubilidad del oxígeno en el agua se expresa en miligramos de oxígeno por litro de agua y disminuye a medida

que la temperatura y la salinidad del agua aumenta y disminuye, respectivamente. Cuando el contenido de oxígeno disuelto del agua corresponde al valor calculado teóricamente para la profundidad, temperatura y salinidad dados, se dice que el agua está saturada, si la concentración difiere de ese valor se producirá una sub o sobre saturación del agua.

Los animales, las plantas y bacterias consumen oxígeno continuamente en la respiración, transformando el carbón orgánico en carbón inorgánico oxidado en tanto que en la fotosíntesis se produce oxígeno y el carbón inorgánico se reduce a carbón orgánico.

De todas estas consideraciones teóricas se desprende la importancia que tiene el conocimiento de los patrones de oxígeno en el agua y de los factores que influyen en su comportamiento.

Stevenson (1981), presenta la distribución superficial y a través de algunas secciones de las isopletras de oxígeno para las estaciones seca y lluviosa. Las concentraciones de oxígeno son mayores a nivel superficial en época seca y en el estuario exterior.

4.2.6 Nutrientes

Hay un grupo de compuestos esenciales para la vida marina, estos son los nutrientes inorgánicos los cuales son útiles para el crecimiento de las plantas. Se destacan principalmente el fósforo, el nitrógeno y el sílice, que en sus formas minerales sirven como alimento al fitoplancton, base de la cadena alimenticia en el agua.

Otros compuestos como algunos metales traza son también requeridos por las plantas en menor proporción y se consideran nutrientes secundarios.

En los estuarios se pueden encontrar altos niveles de nutrientes debido a los mecanismos de circulación y transporte que tienden a acumularlos, lo cual hace de los estuarios zonas muy productivas.

Stevenson (1981) realizó la determinación de los patrones de distribución espacial y transversal en algunas secciones del Golfo de las concentraciones de nitrito, fosfato y silicato; sus hallazgos coinciden con los comportamientos esperados de estos compuestos.

Las especies de Nitrógeno en el agua

El nitrógeno inorgánico en el agua proviene en mayor proporción de su fijación de la atmósfera por diferentes mecanismos. Puede estar presente molecularmente (N_2) o como alguna de sus formas iónicas (NH_3 , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-). El paso de un estado iónico a otro es realizado por las bacterias, oxidando y reduciendo alternadamente estas especies.

El ciclo del nitrógeno en el agua es eminentemente biológico, una vez que es asimilado por las plantas como amonio, amoníaco o nitrato inorgánico puede pasar al tejido animal como parte de su alimento o descomponerse directamente a amoníaco por muerte del tejido vegetal. El nitrógeno incorporado en los organismos animales a través del alimento se transforma de igual forma en amoníaco al estos fallecer y por medio de sus excreciones. La descomposición de la materia orgánica de origen animal o vegetal es realizada por las bacterias, quienes separan de las proteínas las aminos que se asimilan en el tejido bacteriano o se libera al ambiente el amoníaco mineralizado. Esta fase se llama amonificación.

La oxidación del amonio a nitrato, realizada por bacterias y llamada nitrificación, tiene lugar en presencia de oxígeno en

dos fases, en la primera se produce nitrito y en la segunda nitrato. Cuando hay ausencia de oxígeno las bacterias pueden usar el oxígeno de las formas oxidadas del nitrógeno para la respiración y reducir los nitratos a nitritos y posteriormente a amoníaco, este proceso se llama denitrificación.

El Fósforo

El fósforo es necesario para el crecimiento de plantas y animales y es añadido a los cuerpos de agua en las descargas naturales (tributarios) y antropogénicas (desechos domésticos e industriales). Generalmente está contenido en los fertilizantes y pesticidas arrastrados en el lavado del suelo por lluvias y escorrentías, en las aguas evacuadas por las industrias y en los compuestos de limpieza de uso extendido. También puede originarse de lechos de rocas con alto contenido de fosfato.

En el agua el fósforo puede estar presente en muchas formas, como fósforo orgánico disuelto, como componente de las sustancias particuladas inorgánicas y orgánicas, como polifosfatos inorgánicos, etc. Algunos de estos compuestos de fósforo finalmente se degradan por acción bacteriana a iones ortofosfatos solubles. Esta fase es la más simple y la más fácilmente asequible a las plantas. La concentración de fósforo

se expresa comúnmente como el contenido de éste en forma elemental presente en cualquiera de sus formas.

El ciclo de este elemento no es cerrado, involucra fuentes naturales y contaminantes de fósforo que incluyen formas biológicas, orgánicas e inorgánicas. Los principales compuestos inorgánicos son el H_2PO_4^- y el HPO_4^{2-} los cuales son solubles y el $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ que es no soluble. Los procesos microbiológicos en agua y suelo son muy importantes en el ciclo del fósforo. La biodegradación de los compuestos fosforados es importante porque mediante el proceso de mineralización se libera el fósforo orgánico como inorgánico, suministrando una fuente de ortofosfato nutritivo para las plantas, y a través de la biodegradación se desactivan compuestos organofosfatados altamente tóxicos.

Silicato

El silicato es un compuesto de especial importancia para organismos marinos como las diatomeas y radiolarios, pues les sirve para la construcción de las estructuras de los exoesqueletos.

El ciclo del silicato en los estuarios está formado por procesos biológicos y no biológicos.

La fluctuación de los niveles de silicato depende de la proporción de absorción de los organismos, de la razón de conversión de detritos y de la rapidez del transporte de silicatos dentro y fuera del área local. Debido a que la remineralización del silicato requiere de considerable tiempo el aporte fluvial constituye una fuente muy importante de silicato inorgánico para el estuario. En consecuencia los niveles de silicato en el golfo exhiben marcadas variaciones estacionales y espaciales. (CAAM, 1996).

4.2.7 Clorofila

La clorofila es un pigmento constituyente del fitoplancton y es una medida de la biomasa disponible en el primer nivel de la cadena trófica. Junto con la energía lumínica forma parte del proceso fotosintético.

Todas las plantas verdes contienen clorofila "a" la cual constituye aproximadamente el 1 a 2 % del peso seco de las algas fitoplanctónicas, otros pigmentos presentes son la clorofila "b" y "c" así como otros productos de degradación. La

presencia o ausencia de todos estos elementos es usada para separar los grupos principales de algas presentes.

En el GG muchos estudios han documentado las concentraciones de clorofila. Stevenson(1981), p.e. para el estuario interior durante la temporada de lluvias reportó una concentración promedio de clorofila “a” en superficie de 2.9 mg/m³ y de 4.6 mg/m³ en época seca, y un promedio anual de 3.8 mg/m³; para el estuario exterior se encontraron los valores de 1.4 mg/m³, 2.4 mg/m³ y 1.7 mg/m³ respectivamente. En otros estudios oceanográficos realizados por INOCAR se han encontrado valores de hasta 20 mg/m³. Los rasgos más notables del comportamiento de la clorofila en el Golfo se señalan en el informe de la CAAM (1996):

- En el Golfo se reportan los valores más altos en superficie entre todas las áreas oceánicas y costeras del Ecuador.
- Las concentraciones más altas se presentan entre los 10 y 20 m de profundidad.
- Parte de la fertilidad del Golfo es transferida al Sur del Frente Ecuatorial vía las corrientes superficiales zonales.
- Los cambios en la fertilidad afectan a los niveles superiores de la cadena trófica en el área oceánica.

4.3 Variables biológicas

Los estuarios sobresalen entre los ecosistemas por su alta productividad, en ellos se puede encontrar la mayor cantidad de organismos vivientes que en cualquier otra zona costera u oceánica. Los organismos en el estuario tienen la capacidad de alterar la química de los mismos a través de los procesos de transformación biótica.

Las especies vivas que se desarrollan o viven temporal o permanentemente en un cuerpo acuático pueden ser consideradas como variables o indicadores biológicos, ellas se dividen en especies pelágicas y bentónicas, según su hábitat sea el cuerpo de agua o el fondo marino.

Los organismos pelágicos en los estuarios presentan una gran riqueza y abundancia; el plancton constituido por el fitoplancton y el zooplancton, es especialmente abundante. La presencia y distribución de las poblaciones depende de factores ambientales como temperatura, salinidad, oxígeno, disponibilidad de nutrientes principalmente y también de la hidrodinámica del flujo.

Las diatomeas, los dinoflagelados y los cocolitofóridos son los tipos de algas más importantes en la composición del fitoplancton del Golfo de

Guayaquil. Las concentraciones del fitoplancton en el estuario del río Guayas parecen estar controladas por la turbulencia (Benítez, 1994). Como se esperaría en el estuario del río Guayas se han identificado especies fitoplanctónicas típicas de salinidades bajas y en el Estero Salado algas planctónicas de aguas más salinas.

En cuanto al zooplancton en el GG las investigaciones se han centrado en dos categorías: el mesozooplancton y el macrozooplancton, en cuanto a estudios taxonómicos y de la sistemática del zooplancton se han realizado a los siguientes grupos: tintínidos, quetognatos, pterópodos y heterópodos (CAAM, 1996).

Landívar, J. y Torres G. (1998), en estudio realizado sobre la estructura de las comunidades fito y zooplanctónicas en el Estero Salado y Río Guayas, durante el mes de agosto de 1996, encuentran que la contribución de la familia *bacillariophyceae* a la abundancia del fitoplancton fue mayor al 70% en la mayoría de las estaciones muestreadas; el análisis de las comunidades mostró una clara diferenciación entre las estaciones aguas arriba y las restantes, estando mucha de la varianza en las especies del fitoplancton (44%) explicada por factores ambientales: temperatura, concentración de silicatos y salinidad.

La comunidad zooplanctónica estuvo dominada por copepódos, otras taxa cobran importancia aguas arriba del Estero Salado, en tanto que en el Río Guayas destacó la dominancia del género *Pseudodiaptomus* en las estaciones centrales. La varianza de la distribución de especies (74%) fue explicada por las variables salinidad, concentración de oxígeno disuelto, relación diatomeas/no diatomeas y concentración de silicatos.

Entre los estudios sobre organismos bentónicos, uno de los más recientes es el realizado en las campañas del estudio GIS-Guayas-Salado 1996-1997, en cuyas muestras se identificaron algunas características de los organismos del macro y meiobentos. Cruz, M. (1998), del análisis de 16 muestras de la campaña de 1996, encontró 11 grupos de organismos de la meiofauna, de los cuales los nemátodos fueron los más abundantes y frecuentes y de toda el área estudiada la mayor abundancia y diversidad de organismos se encontró en el Estero Salado.

4.4 Calidad de agua y sedimentos en estuarios y piscinas camaroneras

4.1.1 Calidad del agua en piscinas camaroneras

Cuando se habla de la calidad del agua se hace referencia a los niveles permisibles o deseables de un conjunto de parámetros indicadores, a fin de sustentar un determinado uso o actividad en un cuerpo de agua.

En el campo de la acuicultura del camarón se han establecido un conjunto de características básicas cuyos niveles deben ser monitoreados y mantenidos entre ciertos rangos para asegurar la “buena” calidad del agua destinada al cultivo del camarón, estos se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 6.

**Rangos óptimos de características del agua para
acuicultura del camarón**

Parámetro	Rango óptimo
Oxígeno disuelto (ppm)	4-6
Temperatura (° C)	24-30
pH	7.5-8.6
Turbidez (prof. Disco Secchi en cm)	25-40

Parámetro	Rango óptimo
Salinidad (ppt)	8-15
Amonio (ppm)	0.7-1.0
Nitritos (ppm)	< 0.09
Nitratos	1.5-2.0
Sulfuro de hidrógeno (ppm)	0.01
Fosfato reactivo (ppm)	0.15-0.2
Silicatos (ppm)	3.5

Fuente: Fundación Cenaim-ESPOL, "Curso básico de capacitación "

La calidad del agua en las piscinas camaroneras que se encuentran en el GG está ligada íntimamente a la de la fuente de la que se abastecen, o sea el agua circulando en el Golfo.

Se ha señalado algunos factores directamente involucrados con ella, en todo caso el intercambio recíproco de masa (flujo) que se establece entre camaroneras y golfo vía las cargas y descargas de agua, por un lado introduce contaminantes presentes en el golfo a las piscinas y por otro lleva cargas de elementos añadidos al agua durante el cultivo y producción del crustáceo hacia el sistema.

4.4.2 Calidad del sedimento en piscinas

La composición de los sedimentos en piscinas camaroneras es un resultado de la naturaleza y composición del suelo que sirve de asiento a los sistemas acuícolas y del manejo o las prácticas de cultivo que se efectúen en ellos. Entre estas últimas están las actividades de preparación y mantenimiento de las piscinas y las de alimentación durante el cultivo.

En 1999, el CENAIM realizó un estudio denominado “Propiedades Químicas y Físicas de Suelos de Piscinas Camaroneras en Ecuador”. Para este trabajo se recolectaron muestras de suelo del fondo de 40 camaroneras y parte de los resultados obtenidos de este estudio muestran que la mayoría de piscinas no son acídicas (media de $\text{pH} > 6$) y un bajo porcentaje de suelos tiene un elevado contenido de carbón total ($> 2.5\%$), asociados estos últimos a suelos de manglar.

El sedimento de las piscinas durante el cultivo estará compuesto probablemente de residuos de alimento balanceado, plancton, bentos y camarones muertos, restos de mudas, heces y otros detritos orgánicos e inorgánicos. Los resultados preliminares de un estudio reciente sobre los organismos presentes en el suelo de las camaroneras (CENAIM, 2001)

revelaron que los más frecuentes y abundantes de éstos son los poliquetos, copépodos y nemátodos, los cuales de acuerdo a propósitos del estudio tienen potencial para servir en la producción de alimento para el camarón.

En granjas intensivas el sedimento de las piscinas es el mayor desaguadero de N, P y material orgánico, y se acumula en proporciones de casi 200 t (carga seca) por hectárea y ciclo de producción (Briggs y Funge-Smith, 1994).

Los sedimentos son una parte importante del microecosistema de las camaroneras, pues la calidad de ellos es un aspecto clave del manejo integral de los sistemas, hay varias variables consideradas como buenos indicadores de la calidad del sedimento: textura, color, pH, materia orgánica, acidez, espesor.

4.4.3 La calidad del agua del estuario

La calidad del agua en el GG es influenciada por las actividades que tienen lugar en él y en la cuenca terrestre y por los procesos oceanográficos presentes.

La mayoría de las actividades identificadas en el Golfo y su zona de influencia generan descargas, por esa razón las

descargas o efluentes pueden provenir de una variedad de fuentes (puntuales o difusas), entre ellas están los centros poblados, las industrias, las áreas agrícolas, las áreas acuícolas, las zonas mineras, las áreas petrolíferas, las actividades portuarias y navieras.

Entre los contaminantes asociados a la calidad del agua en el Golfo están los metales pesados, los pesticidas, hidrocarburos, carga bacteriana y una excesiva carga de nutrientes.

Como señala Montaña (1992), en el establecimiento de la calidad del agua de un receptor, cada descarga requiere evaluaciones de cantidad, frecuencia y composición.

La calidad es una característica dinámica del cuerpo de agua al ser el resultado de la conjugación de otras características también variables y debería considerársela como una función espacio temporal y su seguimiento ser establecido mediante programas de monitoreo sistemáticos continuos y herramientas convenientes ya disponibles para el manejo y representación.

4.4.4 Calidad del sedimento en el estuario

La calidad del sedimento está relacionada con sus características físico-químicas, granulométricas y con las de la columna de agua que circula sobre él.

Entre 1994 y 1995 se realizó un estudio para determinar las características físico-químicas de los sedimentos del estuario interior del GG y sus afluentes Daule y Babahoyo, los resultados obtenidos permitieron establecer 2 zonas sedimentarias bien diferenciadas, en los ríos se encontró fondos de textura limo-arcillosa y en el Estero Salado fondos con predominancia de arenas. Características del sedimento como concentración de materia orgánica, carbón orgánico, nitrógeno y fósforo total mostraron patrones de distribución similar en toda el área. La concentración de materia orgánica se incrementa conforme es más fino el sedimento, para el área de estudio los valores de materia orgánica oscilaron de 6.30 – 7.19% en noviembre y 6.10 – 6.50% en junio. (Chalen F., Pérez E., Macías P, INP, 1995).

Otro estudio que presenta datos sobre algunas características del sedimento en el Sistema Estero Salado-Río Guayas es el de Implementación de un GIS en el Golfo de Guayaquil,

realizado entre 1996 y 1999 por INOCAR-VUB-ESPOL, en este estudio se determinó para dos campañas sedimentología, metales pesados, pesticidas, PCBs y bentos de los sedimentos en varias estaciones seleccionadas.

En un estudio patrocinado por la Cámara de Acuicultura (1999) y realizado en conjunto por PBS&J y Boyd C., se determinó la concentración de varios compuestos presentes en los sedimentos del Estero Salado entre las boyas 44 y 66 y en los Esteros Grande y Sabana Grande. Se encontró que los pesticidas y PCBs estuvieron bajo los límites de detección en todas las muestras, y los metales pesados presentes en todos los sitios muestreados reportaron concentraciones sobre aquellas encontradas en los sedimentos de piscinas camaroneras (Boyd, 1994).

Otros estudios realizados en la zona confirman la presencia de metales pesados en el Río Guayas y Estero Salado. Sin embargo no se hace referencia en ellos a las normas o límites permisibles de estos compuestos para este medio.

Otro indicador de la calidad de los sedimentos es la microbiología, de acuerdo al Estudio de Impacto Ambiental del Dragado del Canal de Acceso, realizado por el INOCAR, 1998,

en los sedimentos del Estero Salado se presentan mohos y levaduras, bacterias coliformes totales y microorganismos patógenos como *Salmonella ssp*, *Vibrio alginolyticus*, *Aeromonas salmonicidas*, *Aeromonas Hydrophilas* y *Flavo bacterium*. Estos resultados no revelaron evidencia de contaminación severa por microorganismos patógenos.

4.5 Determinación de la calidad de los efluentes de las camaroneras

Este ha llegado a ser un tópico de mucho interés en el escenario del Golfo de Guayaquil, ya que en él se encuentran la mayor cantidad de camaroneras de toda la zona costera y es una zona de gran estrés ambiental.

En las piscinas camaroneras es crítico el balance de materia orgánica. Como lo cita Boyd, el suministro de alimento es el principal factor causante de deterioro de la calidad del agua y sedimento. Toda la materia orgánica, incluyendo el alimento no consumido se descompone y produce el consumo de oxígeno por parte de las bacterias.

De los estudios realizados por Guerrero (2000), sobre efluentes y afluentes para cinco camaroneras en el estuario interior se encontró un aumento estadísticamente significativo del oxígeno disuelto y el

amoníaco (80% de la población muestreada) en las descargas. Los nitratos, nitritos y nitrógeno total mostraron una tendencia a disminuir en la descarga, y las concentraciones de fósforo y los sólidos suspendidos a aumentar. El uso de carbonatos y cales hidratadas en las piscinas influyó en el pH de los efluentes, los que mostraron un aumento significativo.

Ormaza F., (1994), en estudio de efluentes y afluentes de camaroneras en la zona de Taura, encontró menores las concentraciones de amonio y nitrito en los efluentes comparados con los afluentes y lo contrario para la materia particulada total y la materia orgánica particulada las que fueron un 30% mayores en las descargas. En ese estudio el oxígeno no presentó un patrón claramente discernible.

De los resultados obtenidos en estos dos estudios se deduce que como lo dice Guerrero (2000), el comportamiento de las variables físico químicas en las piscinas es único y que parece responder en gran medida al manejo productivo.

4.6 Selección de variables de interés

A lo largo de todo el capítulo se ha tratado sobre las características, llámense variables o parámetros, que ayudan a determinar el estado del medio acuático desde la óptica de diferentes disciplinas.

Cada investigador encontrará determinado grupo de parámetros de interés para su trabajo, entonces al seleccionar aquí un grupo de ellas no se pretende ser excluyente sino limitar el trabajo y enfocarlo para obtener algunas precisiones e información interesante, de no ser así sería una meta muy extensa el pretender cubrir todas las áreas posibles de estudio en un ámbito tan complejo como es el Golfo de Guayaquil. No obstante se deja abierta la posibilidad para que nuevos escenarios con otros “actores” sean probados.

Las siguientes razones han gravitado en la selección del conjunto de variables presentado:

- La disponibilidad y calidad de los de datos
- El potencial de una variable como indicadora
- La formación académica de la autora, orientada hacia la oceanografía física

Las variables que se usan con mayor frecuencia son:

Velocidad de corrientes

Sólidos suspendidos

Oxígeno disuelto

Sin embargo se consideraron también pH, turbidez, los nutrientes y coliformes para realizar el análisis comparativo de los mapas resultantes.

4.7 Comparación de Indicadores de Calidad de Agua y Sedimentos con Normas Nacionales e Internacionales

En lo que se refiere a normas e indicadores de calidad de agua a nivel local el Reglamento para el Control y Prevención de la Contaminación en lo relativo al Recurso Agua, estuvo en vigencia hasta el año 2002, en el mismo se fijan los criterios de calidad de aguas en función de sus usos.

En diciembre del año 2002 entró en vigencia el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, cuya Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes: recurso agua, establece límites permisibles de los parámetros de acuerdo a los usos. En la Tabla 7 se presentan los valores admisibles en aguas estuarinas y marinas.

Tabla 7.

Criterios de calidad admisibles para preservación de flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite Máximo Permissible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles		mg/l	0.5	0.5	0.5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs	mg/l	0.001	0.001	0.001
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6.5-9	6.5-9	6.5-9
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0.0002	0.0002	0.0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0.02	0.02	0.4
Aluminio	Al	mg/l	0.1	0.1	1.5
Arsénico	As	mg/l	0.05	0.05	0.05
Bario	Ba	mg/l	1.0	1.0	1.0
Berilio	Be	mg/l	0.1	0.1	1.5
Boro	B	mg/l	0.75	0.75	5.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.001	0.001	0.005
Cianuro Libre	CN-	mg/l	0.01	0.01	0.01
Zinc	Zn	mg/l	0.18	0.18	0.17

			Límite Máximo Permisible		
Cloro residual	Cl	mg/l	0.01	0.01	0.01
Estaño	Sn	mg/l			2.00
Cobalto	Co	mg/l	0.2	0.2	0.2
Plomo	Pb	mg/l			0.01
Cobre	Cu	mg/l	0.02	0.02	0.05
Cromo total	Cr	mg/l	0.05	0.05	0.05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0.001	0.001	0.001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0.3	0.3	0.3
Hierro	Fe	mg/l	0.3	0.3	0.3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0.5	0.5	0.5
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0.0003	0.0003	0.0003
Manganeso	Mn	mg/l	0.1	0.1	0.1
Materia flotante	visible	mg/l	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0.0002	0.0002	0.0001
Níquel	Ni	mg/l	0.025	0.025	0.1
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración organoclorados totales	µg/l	10.0	10.0	10.0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración organofosforados totales	µg/l	10.0	10.0	10
Piretroides	Concentración piretroides totales	mg/l	0.05	0.05	0.05
Plata	Ag	mg/l	0.01	0.01	0.005

			Límite Máximo Permissible		
Selenio	Se	mg/l	0.01	0.01	0.01
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0.5	0.5	0.5
Temperatura	□C		Condiciones naturales + 3 Máxima 20	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		200	200	200

Fuente: Efficacitas, http://www.efficacitas.com/5301_norma_agua.pdf.

Para sedimentos no existen normas establecidas a nivel local. Generalmente los estándares o rangos usados en cada localidad obedecen a estudios locales de los efectos de determinados contaminantes en los organismos endémicos.

CAPÍTULO 5

BASE DE DATOS GEOGRÁFICA ACUÍCOLA.

5.1 Aplicaciones para el SIG Acuícola

Dentro del marco del proyecto VLIR-ESPOL, el propósito del desarrollo del SIG Acuícola es servir de base para la implementación de un Sistema de Alerta Epidemiológica que derive en una Herramienta de Manejo Ambiental para ayudar a la sostenibilidad, en el largo plazo, de la actividad camaronera.

El SIG, en este contexto, se empleó como una herramienta analítica para estudiar los patrones temporales y espaciales de distribución de las patologías presentes en los sistemas acuícolas del Golfo de Guayaquil, así como para el manejo y análisis de datos históricos de producción y enfermedades en ellos.

El prototipo del Sistema de Información Geográfica para el sector acuícola del Golfo desarrollado por el componente 4.3 del Proyecto

VLIR-ESPOL contiene información de parámetros epidemiológicos y de producción, no obstante entre las expectativas creadas en torno a él están el poder expandir estas aplicaciones, integrando el conocimiento y capacidad multidisciplinarios de las instituciones involucradas en el proyecto y de todas aquellas que generan y administran datos e información en el Golfo de Guayaquil. Así algunas de las posibles aplicaciones del SIG acuícola, si se lo continuase elaborando sobre las funcionalidades implementadas actualmente, son:

- Producción de mapas temáticos; que despliegan información desde simple hasta altamente elaborada como mapas de distribución espacial de camarónicas, producción, enfermedades, variables ambientales, o de ponderación de multi-parámetros, mapas coropléticos, etc., identificados en el tiempo.
- Herramienta de análisis para estudios de planificación y uso de los recursos (manglares, áreas salinas, cuerpos de agua, semilla, etc.), para evaluación del impacto ambiental de la actividad acuícola
- Apoyo a la organización, ejecución y seguimiento de un monitoreo ambiental (fauna, vegetación, suelo, aire, agua, etc.)
- Inventario de recursos y biodiversidad
- Zonificación y Ordenamiento territorial.

- Interfase de entrada/salida a simuladores físicos o ambientales a nivel local y regional

La primera de estas aplicaciones, enfocada a la creación de mapas de variables oceanográficas y escenarios históricos en el Golfo de Guayaquil utilizando los datos e información disponibles en varias fuentes, se considera un aporte significativo para lograr una mayor comprensión de los fenómenos y factores que interactúan en él, logrando a la vez un mayor rendimiento de la Herramienta de Manejo Ambiental como tal. Concordando con la filosofía del SIG acuícola, el trabajo realizado, consistente en la sistematización a cierto nivel de las fuentes de información recuperadas de variables fisicoquímicas del Golfo y que culmina con la elaboración de mapas temáticos, se ejecutó con el objetivo de ofrecer una ayuda valiosa para el manejo integrado de la información disponible en estudios previos, dado que el análisis de los aspectos epidemiológicos y de producción de los sistemas acuícolas, en que se centró el SIG acuícola, necesita nutrirse con el conocimiento del escenario en que estos se desenvuelven, representado éste por las variables biofisisicoquímicas del entorno. Así mientras el SIG acuícola maneja información de camareras del Golfo, enfocando su desempeño en dos aspectos específicos, ya mencionados, esta tesis trabaja y busca incluir en el

análisis, información sobre las variables del entorno, especialmente las del medio acuático.

El SIG implementado en este trabajo hace uso de ciertos elementos gráficos que, como punto de partida, son comunes con el SIG acuícola. Aunque la manipulación de los elementos gráficos difiere de acuerdo a los objetivos planteados en cada estudio, es oportuno mencionar que ambos SIGs trabajan con las mismas referencias geográficas –mapas vectoriales idénticamente proyectados- y por tanto inmediatamente correlacionables (aplicados los convertidores o traductores actualmente disponibles con los programas de mapeo electrónico).

Las “variables” que se han seleccionado para ser representadas en mapas temáticos son aquellas de las que se obtuvieron series espaciales o temporales de datos y las que cuentan con “documentación” útil para su validación y que pueden ser atribuidas con mayor confiabilidad a una posición y tiempo y por lo tanto incorporadas a un Sistema de Información Geográfica.

Parte de la información existente no es cartografiable, por lo que además se crearon mapas temáticos con conexiones a textos de interés sobre determinados temas y que son útiles para lograr una comprensión mayor de determinado fenómeno o estado de las cosas

en la zona de estudio. Este modo de representación gráfica de la información está orientado hacia el concepto del desarrollo de una biblioteca digital. Una vez obtenidos los mapas temáticos se realiza un análisis cruzado de la información espacialmente representada, explotando así uno de los “puntos fuertes” del SIG, desde su conceptualización en los años 1990 [27].

5.2 Definición del modelo cartográfico

El modelo cartográfico utilizado para preparar los mapas temáticos lo integran un mapa base, obtenido de la base geográfica del Proyecto SIG Guayas Salado y otros archivos gráficos complementarios, entre los que están dos imágenes satelitales y mapas de referencia (límites políticos). Sobre uno ó la combinación de ellos se superponen las capas de información obtenidas de la recopilación de datos y las generadas a partir de ellas. Los archivos de la base de datos geográfica contienen objetos gráficos de tipo punto, lineales y poligonales.

El mapa base llamado semilla_limpiar.tab es un mapa de líneas que delimita el área de estudio, fue obtenido del cruce de varios mapas que cubren sectores parciales del área del Golfo.

En la tabla 7 se presenta la documentación de los mapas del modelo cartográfico básico empleado para construir los mapas temáticos.

Tabla 7
Modelo Cartográfico

NOMBRE DEL ARCHIVO	DESCRIPCION	SISTEMA DE COORDENADAS	TIPO/DATO	ELEMENTO	ELEMENTO GRAFICO REPRESENTADO	ESCALA	FUENTE	AÑO
Ecuador_ptcu.tab	Digitalizado en mesa a partir de un mapa impreso	UTM_PSAD 56	D	Líneas	Límites	1:50000	ND	ND
GGES_ESTACIONES.tab	-----	UTM_PSAD 56	D	Puntos	Puntos georeferenciados	ND	Proyecto Gis Guayas Salado	1996
zonas PabloJorge.tab	-----	UTM_PSAD 56	D	Líneas	Límites de zonificación	1:50000	Proyecto Gis Guayas Salado	1999
zonasgolfo_lines.tab	Digitalización sobre pantalla de rásters obtenidos del escaneado de hojas IOA impresas. Se emplearon mapas de más detalle para mejorar la fidelidad en algunos sectores, el resultado es un "híbrido".	Geográficas	D	Líneas	Línea de costa Golfo de Guayaquil	1:100000	Proyecto Gis Guayas Salado	1997
compcol_15M.tab	Imagen satelital, escalada		D	Pixel 15 m	Píxel	1:30000	Clirsen, Landsat TM7, pancromático	2001
compcol.tab	Imagen satelital, escalada y georeferenciada		D	Pixel 30 m	Píxel	1:100000	Clirsen, Landsat, pancromático	Nov., 1998

D: Digital

ND:No determinado

5.3 Parámetros cartográficos

De forma sencilla las características que permiten definir a un sistema de coordenadas, se conocen como parámetros cartográficos. En todo proceso de constitución de una base de datos geográfica es indispensable definir desde el inicio el sistema de coordenadas que se utilizará para normalizar la información cartográfica.

Esto permite, en el caso de información residente en un sistema de coordenadas diferente al adoptado por el proyecto, implementar o ejecutar la conversión de coordenadas apropiada, logrando de esta forma normalizar la información cartográfica en lo que a su sistema de coordenadas se relaciona.

La proyección, elipsoide, meridiano central, paralelos de origen, origen de coordenadas, etc., son parte de las características que deberán ser conocidas o acordadas con anticipación a la integración de los datos cartográficos.

Los parámetros cartográficos empleados en el desarrollo de la base cartográfica son:

Proyección: Transversa Universal de Mercator (UTM)

Elipsoide: Provisional SudAmerica de 1956

Meridiano central: 81°

Paralelo de origen: 0°

Origen de coordenadas: 10 000 000 N y 500 000 E

5.4 Metodología de trabajo

En este apartado se ilustra el proceso de manipulación de las fuentes de información desde su obtención hasta su integración en un marco general de análisis utilizando tecnología SIG, para que permita efectuar inferencias por medio de la elaboración de mapas temáticos de las variables representadas.

5.4.1 Recopilación de información

Las fuentes de información disponibles se inventariaron en formato digital (hoja electrónica). Para cada fuente se rescató toda la documentación posible, es decir la metainformación contenida en ella. El resultado de esta primera tarea fue una tabla maestra, presentada en el Anexo A, conteniendo las referencias para cada estudio. De esta tabla es posible identificar el uso potencial para cada estudio sobre la base de sus características principales.

5.4.2 Revisión y selección de referencias cartografiables

La siguiente fase fue la revisión, categorización y selección de las referencias de la tabla maestra, en función de la

documentación disponible y especialmente de la posibilidad de explotarla mediante el SIG. Este paso fue útil para seleccionar los estudios que serían integrados a la base de datos geográfica.

Sobre esta selección se escogieron las fuentes de datos que eran susceptibles de ser representadas geográficamente tomando como criterio de preferencia, principalmente, la existencia de series de datos consistentes (temporal o espacialmente) y la calidad y cantidad de su documentación, ya que el propósito principal de esta tesis es utilizar datos e información previamente generada para elaborar mapas temáticos haciendo énfasis en la documentación de las fuentes.

5.4.3 Creación de bases de datos alfanuméricas homogéneas

Los datos seleccionados para elaborar una base de datos alfanumérica básica, y que se encontraron en soportes variados (papel/digital), se llevaron a formato digital, se normalizó su estructura en archivos de datos independientes, i.e., se crearon archivos en formatos de hojas electrónicas (MSExcel) y de tabla de datos (MSAccess). A continuación se compiló sistemáticamente las fuentes de información originales. El objetivo de este paso fue obtener bases de datos “individuales”

correlacionadas con claves primarias a una tabla maestra de posiciones. Los procedimientos seguidos se detallan en 5.5.

5.4.4 Organización de la información gráfica

La información gráfica recopilada se clasificó de acuerdo a la posibilidad de su georreferenciación. El tratamiento de los datos gráficos varió de acuerdo a las características originales con que se los obtuvieron.

Un párrafo aparte merecen los gráficos del estudio de Stevenson, 1962-1964. Éstos fueron digitalizados a partir de fotocopias mediante un escáner de rodillo y los archivos rasterizados resultantes fueron georeferenciados, utilizando en este proceso la ubicación de cuatro puntos de posición conocida.

En general la información impresa gráfica de interés ha sido digitalizada mediante escáner y guardada en formato de imagen y cuando es posible, porque las referencias lo permiten, ha sido georreferenciada.

5.4.5 Generación de información gráfica

A partir de algunas de las fuentes recopiladas, en especial, los archivos de la base de datos gráfica, se realizó una zonificación del área de estudio, utilizando el mapa base cartográfico y como criterios la batimetría, una zonificación previa y la geografía de los principales canales que forman el Golfo, el resultado es un mapa de polígonos que se emplea en la elaboración de los mapas temáticos.

La creación de mapas de polígonos realizada a partir de mapas de líneas pasó por una serie de procedimientos de “limpieza” de los archivos fuente. Estos procedimientos consistieron en búsqueda de duplicados, saltos, brechas, creación de nodos, etc., en general corrección de errores de los datos. El procesamiento digital de los archivos gráficos se realizó con el programa microestación Geographics. Los polígonos así generados luego fueron transformados al formato de análisis geográfico (MapInfo).

Empleando la misma herramienta, de estudio realizado por Rada [65], se obtuvo un mapa de polígonos representando tres zonas de características sedimentológicas diferentes definidas por este autor.

5.5 Procesamiento de los datos

Se crearon tablas de datos alfanuméricas homogéneas solamente para los estudios (fuentes) en los que se contó con datos “crudos”; en este paso se seleccionaron 11 estudios de la tabla maestra que tuvieron esta característica.

Los archivos individuales creados de cada estudio (archivos MSEXcel) tienen dos tablas correlacionadas entre sí, una de “datos de parámetros” y otra “maestra de posiciones”, la primera fue estructurada en base de datos homogéneas (archivos MSAccess), en tanto que la tabla de posiciones fue exportada al programa de mapeo digital y análisis geográfico (Mapinfo), mediante el cual se representaron en mapas las posiciones tabuladas en la misma, generándose un archivo gráfico para cada estudio.

Fue necesario definir el grado de agrupación o síntesis que requerían los datos para poder representar cartográficamente los escenarios (mapas temáticos) que se plantearon como objetivo. La preparación o sintetización de los datos, requirió de varias etapas que permitieron extraer niveles varios de conocimiento y que se realizaron en MSAccess y Mapinfo, mediante consultas de lenguaje estructurado, dependiendo de las habilidades del usuario la utilización de uno u otro

programa. Así los archivos de datos fueron “procesados” inicialmente en MSAccess para crear los archivos (sub-conjuntos) con los niveles básicos y medianos de abstracción y las consultas estructuradas de MapInfo se realizaron mayoritariamente sobre la estructura de base de datos ampliamente avanzada con MSAccess.

Se creó también una base de datos integrada en la que se reúnen los estudios con parámetros comunes de interés, realizando una previa normalización de las unidades en que éstos están expresados. Datos de 9 de los 11 estudios forman este subconjunto de datos, que se usó para generar mapas temáticos de contornos de variables.

Además de las bases de datos individuales de estudios y de la base integrada, se creó una base denominada “Maestra de estudios”, la cual contiene tres tablas de interés: una tabla de parámetros que reúne el conjunto de los parámetros encontrados en las fuentes, una tabla de estudios que es la tabla general creada como se indicó en el ítem 5.4.1 y una tabla de parámetros por estudios, las tres se enlazan mediante campos clave y de su combinación en consultas diseñadas se puede obtener información sobre las variables de interés en los estudios de la tabla maestra.

En general a partir de estas bases de datos se han derivado otras que resultaron necesarias para la elaboración de algunos de los mapas

temáticos presentados. Para este tipo de deducciones se encontró útil explotar las funcionalidades de MSAccess.

5.5.1 Documentación de los archivos de la base de datos geográfica– base de la librería digital

Como se indicó en el ítem previo, se generó un archivo gráfico de cada estudio representando las estaciones de muestreo georreferenciadas. Los archivos digitales que se generaron de esta manera son de tipo punto y representan las estaciones de monitoreo.

Para algunos casos este proceso se hizo a partir de su tabla “maestra de posición”, en otros fue necesario recurrir a información implícita contenida en la documentación disponible del estudio. Los métodos que se emplearon para la generación del mapa de ubicación de estaciones de los estudios se indican en el ítem siguiente.

En la tabla 8 se presenta un inventario de los datos gráficos obtenidos hasta esta fase y su correspondiente base alfanumérica.

Tabla 8.

Descripción de los archivos gráficos de posición generados para los estudios de la base de datos alfanumérica

Nombre del estudio	Autor-año	Nombre tabla de posición	Fuente
Patterns of phytoplankton distribution related to physical and chemical characteristics of the Guayas River Estuary, Ecuador	Cardenas-1989-1990	Datos de Cárdenas	Gráfico de ubicación de estaciones
Implantación de un GIS en el Golfo de Guayaquil	VUB-INOCAR-ESPOL-1996-1999	Datos_GISGuayaSalado	Archivo digital con coordenadas
Hydro-Sedimentologic Measurements Dry Season 1984 Estero Salado Río Guayas Ecuador	DELFT-1984	Datos_DELFT	Tabla con coordenadas
Monitoreo de la Calidad del agua en afluentes y efluentes de cinco camarónicas ubicadas en la zona del Golfo de Guayaquil (Ecuador)	GUERRERO 1998-1999	Datos_afl_efl_Guerrero	Gráfico de ubicación de estaciones
Condiciones físicas químicas y biológicas del estuario interior del Golfo de Guayaquil durante 1994-1996	INP 1994-1996	Datos_INP_9496	Gráfico de ubicación de estaciones

Proyecto CPPS / INP	INP/CPPS 1986	Datos_INP_CPPS_86	Referencias geográficas
Programas de vigilancia y control de la contaminación proveniente de fuentes domésticas, industriales, agrícolas y mineras de las provincias del Guayas y El Oro. Informe de avance del CONPACSE-Fase II	DIGMER-CPPS 1994	Datos_Digmer_94	Grafico de ubicación de estaciones y referencias geográficas
Algunas características químicas de los sedimentos del Golfo de Guayaquil	VALENCIA 1976	Datos_Sedimentos_Valencia	Tabla con coordenadas
Evaluación de la contaminación en un ramal del Estero Salado (Puente 5 de junio-Puerto Marítimo) en base a la demanda de oxígeno (DBO5) calculada por el método manométrico	PIZARRO 1990	Datos_SoniaPi_tesis	Tabla con coordenadas
Estudio de Impacto Ambiental del Dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil	INOCAR 1998	Datos_Dragado_98	Referencias geográficas
Un estudio interdisciplinario de la contaminación Marina en el Río Guayas y el Estero Salado	ESPOL-CONUEP 1992-1995	Datos_Río_Estero	Grafico de ubicación de estaciones y referencias geográficas

5.5.2 Implementación de la base de datos geográfica

La obtención del mapa de posiciones para cada estudio (tabla 8) se realizó mediante uno o la combinación de los siguientes procedimientos:

- Se posicionó usando las coordenadas que constaran en el estudio.
- Se posicionó de acuerdo a referencias (boyas, lugares) proporcionadas por el estudio.
- Se colocaron los puntos sobre el mapa base teniendo como referencia el gráfico de ubicación de estaciones que acompaña generalmente al estudio.

Cuando las posiciones se obtienen colocando los puntos sobre el mapa base, es necesario asignarles coordenadas a los puntos, esto se puede lograr usando herramientas del software que permiten extraer coordenadas a partir de objetos gráficos.

A este archivo digital generado para cada estudio, en que se representan las estaciones de monitoreo con objetos punto, se enlazarán los datos alfanuméricos. En general las tablas de datos se enlazan a los archivos gráficos mediante un proceso denominado geocodificación.

El primer paso es leer los archivos de datos en el ambiente de Mapinfo, en lo que se denomina un "browser window". En el segundo paso se asigna coordenadas a los registros de las tablas de datos igualando el código de cada registro de los datos de la tabla de interés con la información de la tabla maestra de posiciones correspondiente. El enlace se realiza por medio de un campo común a las dos tablas, en este caso el campo de enlace se llama ESTACION el cual ya tiene, para cada registro, asignadas coordenadas en la tabla posición.

5.5.3 Enlace en mapas dinámicos

Los objetos mapa (puntos, líneas, polígonos) que en la jerga apropiada se denominan **objetos activos** se asocian con archivos tipo bitmap, un workspace, tablas de MIPro, un programa de MapBasic, documentos de texto o cualquier tipo de archivo ejecutable cuya extensión esté asociada con una aplicación instalada en el sistema.

Para enlazar la información se utiliza la herramienta hotlink, que no es otra cosa que un enlace mediante un campo en la tabla base, en el que consta la ruta del archivo asociado.

5.6 Mapas temáticos

Hay dos categorías de mapas generados, la una corresponde a mapas temáticos de variables elaborados a partir de datos “crudos” con las herramientas que ofrece el software y desarrolladas especialmente para el propósito; el otro tipo son mapas dinámicos que son una forma de representación gráfica de contenidos, información o resultados ya procesados.

La elaboración de mapas temáticos de variables se realizó utilizando subconjuntos o tablas de datos agrupados de cada estudio, el modo de agrupamiento (síntesis) depende del nivel de desagregación de los datos originales y del grado de sinopsis que se quiera representar. Las variables físicas escogidas para representación son Oxígeno disuelto, sólidos suspendidos y velocidad, principalmente. Se incluyeron otras variables físicoquímicas.

Aunque los mapas temáticos no se limitan a representar datos numéricos, todos los que aquí se presentan corresponden a variables numéricas. Entre las posibilidades de representación está el que un mapa puede mostrar más de una variable temática al mismo tiempo y así mismo se pueden tener múltiples mapas temáticos asociados a un mismo mapa base.

Tabla 9

Lista de mapas temáticos generados

Nombre	Tipo	Fuente de datos	Variable temática	Información
Mapa batimétrico	Grilla	Digitalización sobre pantalla a partir de mapas escaneados . Stevenson	Profundidad	Se presentan dos temáticos de dos fuentes diferentes de información. Método de interpolación
		Mapa de puntos ESPOL-INOCAR-VUB	Profundidad	Triangulated Irregular Network (TIN)
Mapa de los Estudios	Valores individuales	Posiciones de los estudios base de datos alfanumérica	Autor-año	
Mapa Corrientes	----	ESPOL-INOCAR-VUB Dragado-1998 DELFT 1984	----	Mapa de líneas generado con *programa de generación de vectores
Zonas golfo por geografía	Valores individuales	Polígonos de canales generados	Nombre_Canal	
Temáticos de OD	Barras	Subconjunto de datos de estudios en bases de datos	Oxígeno disuelto	Varios mapas de OD de los estudios seleccionados
Temáticos de SS	Barras	Subconjunto de datos de estudios en bases de datos	Sólidos suspendidos	Varios mapas de SS de los estudios seleccionados
Temáticos de OD y SS	Barras	Subconjunto de datos de estudios en bases de datos	Oxígeno disuelto y Sólidos suspendidos	Varios mapas de SS y OD de los estudios seleccionados
Grid OD Seca Superficie	Grilla	Selección de Base de datos integrada	Oxígeno disuelto	Se usó la herramienta dispersión de puntos

Nombre	Tipo	Fuente de datos	Variable temática	Información
				previo a la creación de la grilla
Grid pH Seca Superficie	Grilla	Selección de Base de datos integrada	pH	Se usó la herramienta dispersión de puntos previo a la creación de la grilla

*Desarrollado por especialistas del equipo de trabajo del proyecto VLIR. Las rutinas del programa se presentan en el Anexo C. El programa ejecuta la graficación de vectores a partir de un archivo de datos de entrada que contenga los datos: magnitud, azimuth, norte y este.

En la tabla 9 se presentan los mapas-tipo desarrollados, una lista completa con la identificación se presenta en el índice de mapas y los mapas impresos constan en el Anexo B.

5.7 Algunos resultados obtenidos del análisis de mapas temáticos

En este ítem se aborda el análisis de algunos de los mapas generados, contrastando resultados que se extraen de ellos, resultados obtenidos de consultas a la base de datos geográfica e información de referencia consultada.

Abordando el t3pico de acuicultura en el Golfo y partiendo de los mapas tem3ticos obtenidos del estudio de Guerrero, C [32] que considera 5 camaroneras ubicadas en el Estero Salado, estuario interior del GG, se elaboraron mapas tem3ticos de concentraci3n, en afluentes y efluentes, de ox3geno disuelto (Figura 9), s3lidos suspendidos (Figura 10) y nitratos (Figura 11), adem3s de uno sobre el comportamiento de los nutrientes nitrito, nitrato, amonio y f3sforo, en un ciclo de muestreo (septiembre/1998) (Figuras 12a y 12b). El periodo de las mediciones de este estudio correspondi3 con el a3o de m3xima producci3n de camar3n (1998) y con la fase final del fen3meno de El Ni3o y el inicio de La Ni3a (1998-1999), en este lapso ocurrieron anomal3as negativas en temporada seca del a3o 1999, que estuvieron precedidas por anomal3as positivas de menor magnitud del invierno del mismo a3o y, en general anomal3as positivas significativas correspondientes al periodo 1997 – 1998 de El Ni3o (Fuente de Informaci3n: Estaci3n oceanogr3fica El Pelado, Acuiclima, Fundaci3n CENAIM -ESPOL).

5.7.1 Nutrientes y Ox3geno Disuelto

Es visible (Figura 9) que el ox3geno disuelto es mayor en los efluentes como lo se3al3 [32], not3ndose tambi3n que la contribuci3n de ox3geno de 3stos se acent3a en las camaroneras ubicadas hacia el

norte y noroeste del Estero Salado, las descargas de los sistemas acuícolas contribuyen, de acuerdo a estos resultados, a oxigenar las aguas del Estero y del estuario interior en general. Según Guerrero [32], estos resultados pueden atribuirse al diseño de las compuertas de salida y a las altas tasas de fotosíntesis en las piscinas; Torres, F. (comunicación personal) los atribuye a la continua aireación dada a las piscinas durante el cultivo; Chang, J. (ídem) sugiere que las mayores concentraciones de oxígeno en los efluentes estarían dadas por mayores tasas de fotosíntesis favorecidas por la sedimentación de suspendidos debido a la relativa calma del agua en piscinas y canales de desagüe; Cornejo, M.H. (ídem) señala que éste comportamiento fue un hallazgo frecuente en muchas camaroneras en la etapa pre-mancha blanca, i.e., antes de 1998, corroborado también en los resultados de algunos estudios relativos al tema.

Los promedios anuales de oxígeno disuelto calculados de las lecturas de varios estudios realizados en el periodo 1984-1997 en el GG, mediante consultas a la base de datos geográfica, muestran que las concentraciones de éste a nivel superficial en el Estero Salado tiene picos en los años 1993 y 1997, el primero coincide con uno similar observado en la curva de producción camaronera (Figura 1) y con la ocurrencia de un ENOS de intensidad moderada, el segundo coincide con el año de inicio del evento ENOS más fuerte del siglo pasado,

también es el último año del que existe información en la base de datos considerada. Hay una gran similitud entre el comportamiento anual del OD en el Estero Salado y las precipitaciones anuales en la estación Guayaquil. El valor promedio de los valores anuales de oxígeno en el Estero Salado a nivel superficial es de 5.25 mg/l. En el Río Guayas también se observa un máximo en 1992 pero la tendencia anual es diferente, las concentraciones de oxígeno a nivel superficial disminuyen con el tiempo, el promedio anual del oxígeno en superficie en el Río es de 4.90 mg/l. Los mínimos en Río y Estero corresponden a 1995 y 1997 respectivamente, los dos fueron años cálidos, con pocas precipitaciones el primero y abundantes el segundo.

La concentración de nitratos de los afluentes en y entre camaroneras no muestra un patrón evidente (Figura 11), se observa una gran variabilidad temporal y espacial, sin embargo consistentemente se constata que las concentraciones en los efluentes son menores que en los afluentes en la mayoría de los casos, los promedios por granja camaronera de las concentraciones de este nutriente en los afluentes están entre 0.88 y 0.71 mg/l y en los efluentes están entre 0.61 y 0.52 mg/l. De acuerdo a estos resultados las piscinas se comportan como sumideros de este nutriente, Guerrero, C.(2000) reportó igual comportamiento para los nitritos y el nitrógeno total.

De los mapas de promedios mensuales de nitratos en el estuario

interior en el período 1989-1990, basados en estudio hecho por Cárdenas, W. [10], (Figura 13), se desprende que el nitrato se comporta de manera diferente en los canales del Río y el Estero, las concentraciones son mayores en el Río Guayas y los máximos en cada canal ocurren en momentos distintos aunque siempre en época seca. Estos datos corresponden a lecturas hechas a 3 m bajo la superficie.

Un análisis del mapa análogo basado en el estudio de INP 1994-1996 (Figura 13), muestra que las concentraciones de nitratos en la columna de agua son mayores en el Río, en donde los promedios de los meses similares, de 3 años de muestreo, son menos variables comparadas con las del Estero; de acuerdo a la información extraída de este mapa los máximos en superficie y fondo ocurren al mismo tiempo en Río y Estero, en la época lluviosa (febrero). Las mediciones en el nivel profundo tienen magnitudes mayores que en superficie en al menos 7 de los meses del año para Río y Estero, aunque no se observa relación de este comportamiento con variaciones estacionales. Los años de realización de este estudio: 1994 y 1996, fueron años fríos (TSM: El Pelado-CENAIM) y 1995 fue más cálido pero con pocas precipitaciones (INAMHI).

Consultas a la base de datos geográfica de datos del estudio ESPOL-CONUEP 1992-1995 coincidentes espacial y temporalmente con el

estudio de INP 1994-1996, no muestran la similitud esperada. En los años 1994-1995 tuvo lugar un ENOS débil con la TSM y las precipitaciones ligeramente anómalas, la estación seca de 1994, sin embargo, presentó sostenidamente anomalías negativas de TSM, mas estas alteraciones no parecen ser el origen de la variabilidad de este parámetro.

La distribución mensual de nitratos en el canal del Estero Salado, calculada mediante consultas a la base de datos geográfica integrada por varios estudios en la zona, muestra dos picos, uno en el mes de febrero y otro en noviembre, este último coincide con un pico en la concentración de oxígeno. Para el Río Guayas se presentan además del pico de noviembre picos en los meses de agosto y febrero, los dos primeros coinciden con similares en la curva de oxígeno. La variación anual de nitratos a nivel superficial en el Estero Salado en el periodo 1992-1997, muestra una tendencia a disminuir, lo que apoyaría la tesis de Guerrero de ser las camaroneras sumideros del nutriente. En el Río Guayas el comportamiento anual en el mismo lapso, es de alternar entre altas y bajas. El mínimo en ambos canales corresponde a 1995, año que es el de menores precipitaciones de la serie 1990-2000.

De este breve análisis y de la información existente sobre el comportamiento del nitrato en los ecosistemas acuáticos, que

establece que éste tiene una dinámica más bien biológica, siendo el más estable de las formas inorgánicas del Nitrógeno, gran parte de la varianza de este nutriente estaría asociada con este tipo de fenómenos. Además el Río parece ser una fuente importante de nitratos en el Estero.

Las concentraciones promedio de los nitritos por camaronera en afluentes están entre 0.163 y 0.062 mg/l y en los efluentes entre 0.0704 y 0.0233 mg/l.

De los promedios anuales de las lecturas de nitrito de varios estudios en el Estero Salado, las concentraciones de éste a nivel superficial muestran tres picos, dos de ellos son mínimos y ocurren en 1992 y en 1997 y un máximo en 1996, todos ellos se presentan en oposición al comportamiento de las concentraciones de oxígeno. El valor promedio de los valores anuales de nitritos en el Estero a nivel superficial es de 0.0409 mg/l. En el Río Guayas las concentraciones de nitrito presentan un pico con un máximo en 1996, el patrón anual que se observa es aumentar cuando las concentraciones de oxígeno decrecen y viceversa, la tendencia cambia para 1997 en que decrece junto con las concentraciones de oxígeno. El promedio de los valores anuales del nitrito en este canal es de 0.018 mg/l.

Del mapa de concentración de nutrientes en los afluentes y efluentes de camaroneras en el estuario interior del GG para el mes de

septiembre de 1998 se desprende que las concentraciones de nutrientes en los afluentes de las granjas ubicadas al norte y sur presentan un comportamiento aproximadamente inverso, esto es, mientras en la zona de la Isla de los Quiñónez el nitrato y el nitrito tienen los valores más altos, en las cercanías de la Isla Santa Ana éstos corresponden al amonio y al fósforo.

Para establecer una relación entre las concentraciones en los afluentes con las concentraciones de nutrientes en el GG interno se elaboraron mapas de distribución de nutrientes en superficie para época seca, considerando los valores reportados en varios de los estudios de la base de datos geográfica, esta base de datos que se empleó para generar mapas de áreas incluye estudios que se extienden por un periodo desde 1984 hasta 1997.

En la distribución de nitratos a nivel superficial época seca (Anexo B) se observa la ocurrencia de algunos núcleos de aguas ricas en este nutriente especialmente en la zona donde se encuentran el Canal de Cascajal con el Estero Salado (zona en la que existe un enorme bajo) y que se extiende hacia la Isla de los Quiñónez. Las zonas urbanas del Estero Salado muestran los valores más bajos. En esta consulta a la base de datos geográfica limitada a los meses de la estación seca, julio a noviembre, el rango de valores está entre 0.03 y 7 mg/l.

Los promedios por camaronera de las concentraciones de nitrato en los afluentes para A y B, ubicadas al noroeste de la Isla Santa Ana y en la Isla de los Quiñónez respectivamente, son los que tienen las mayores magnitudes, (cálculo para las campañas de época seca).

El amonio, para el que se generó un mapa de manera análoga (misma base de datos geográfica mismo periodo), se presenta (Anexo B) en concentraciones mayores hacia el sur de Estero Grande; en este sector se presenta un núcleo que se extiende hacia el suroeste siguiendo el eje del canal. Hacia el norte del Estero Grande las concentraciones son más o menos constantes hasta la altura de la boya 66, donde hay un núcleo de alta concentración en el meandro que se encuentra en este sitio. Más al norte los valores decrecen nuevamente, presentándose otro sector de altas concentraciones en el sector urbano del Estero cerca de Guayaquil.

En el mapa de contornos de fosfato (Anexo B) estación seca, se destacan concentraciones elevadas desde el centro del Canal del Río Guayas hacia el norte, en el Canal de Cascajal ocurren las concentraciones más bajas y en el Estero Salado se observa una intensificación de las concentraciones desde el sur de la Isla Santa Ana hacia el norte en dirección a Guayaquil.

Las concentraciones de fosfato en el estuario interior del GG de acuerdo al mapa correspondiente (Anexo B) aumentan de sur a norte

en los canales (Río y Estero); en Guerrero [32] las concentraciones promedio de fósforo son mayores en los afluentes de las camaroneras A y D, ubicadas en sectores distintos del Estero, esto puede ser observado en la Figura 12 (que presenta datos del mes de septiembre de 1998), lo cual puede deberse a que estuvieran aún presentes alteraciones causadas al sistema por el ENOS 97-98 y a la ubicación geográfica de las granjas estudiadas.

El nitrito, para el que se generó un mapa de manera análoga (misma base de datos geográfica mismo periodo), se presenta (Anexo B) distribuido homogéneamente en el estuario interior. Los valores más elevados se encuentran al norte, en el Estero Salado, zona urbana.

5.7.2 Sedimentos en suspensión y oxígeno disuelto

El entorno del GG se analiza a continuación en función de los SS, parámetro que por reflejar el equilibrio dinámico en los canales se prospecta como un indicador del comportamiento de éstos. Inicialmente se propone una visión global, i.e. los mapas temáticos y análisis pertinentes se refieren a la ocurrencia de SS u OD sin discriminación del factor marea, y a continuación se establece una comparación entre dos estudios desagregando la información función de la marea.

Las concentraciones de sólidos suspendidos son mayores en el Río Guayas que en el Estero Salado, el promedio anual calculado, de

consulta a la base de datos geográfica, para el primero es casi dos veces mayor que para el segundo. Los promedios anuales de los SS en el Río Guayas muestran un mínimo en el año 1992 y un máximo en 1996, en el Estero Salado se presenta el mínimo en el año 1993 y el máximo en el año 1984; los pulsos mínimos en ambos canales se pueden atribuir al ENOS 92-93 que causó grandes precipitaciones en la cuenca diluyendo las concentraciones de este parámetro en ambos canales en tanto que 1996 y 1984 fueron años de fase fría o La Niña de bajas precipitaciones, por lo que ocurrió el fenómeno contrario. La distribución de los promedios mensuales, considerando toda la columna de agua, en el sistema del estuario interior muestra un máximo de SS en julio y un mínimo en marzo.

Respecto a los sólidos suspendidos en superficie en época seca (Figura en Anexo B) en el Estero Salado se presenta una zona de valores elevados, un núcleo que se extiende desde la Isla de la Seca hacia el sur hasta el Estero Sabana Grande y que se alinea hacia la orilla oeste del canal; otros núcleos notorios de sólidos se encuentran en el Río Guayas a la altura de la Isla Santay, frente a Guayaquil y de las Islas Mondragón y Matorrillos. El mapa de contornos para época lluviosa (Anexo B) muestra altas concentraciones en toda la extensión del Río Guayas.

El análisis de otros de los mapas generados (Anexo B) nos conduce a las siguientes puntualizaciones:

En el mapa de Oxígeno disuelto ESPOL-CONUEP para noviembre/1992, se observa estratificación del oxígeno en el Estero Salado, resultado que confirma lo encontrado en el análisis de varianza de los datos de este estudio efectuado por Vera, T. (datos no publicados). Cárdenas [10], no encontró diferencias significativas entre los valores de OD en superficie y a 3 m de profundidad en el Estero Salado, para el análisis consideró los datos de una estación en el Estero Salado a la altura del Estero Sabana Grande.

En el Río Guayas no habría estratificación de este parámetro, según se observa en este mapa, también corroborado por resultados de análisis estadísticos de toda la serie de datos del estudio de Recalde, S. (datos no publicados).

De los mapas, generados a partir de toda la serie de datos del estudio (ESPOL-CONUEP), se observa que los sólidos suspendidos presentan comportamientos diferentes para Río y Estero, mayores concentraciones son patentes en el primero, en tanto que para ambos canales los valores mayores se presentan en profundidad. Sin embargo el test Anova aplicado, en un estudio preliminar (Vera, T., datos no publicados), a este parámetro reflejó que no habría estratificación vertical en el Estero pero si en el Río (Recalde,S).

Cárdenas, W, [10] de datos mensuales del año 1990 medidos en una estación en el Estero Salado, encontró estratificación de los SS entre la superficie y 3 m de profundidad.

Aunque en el análisis hasta ahora planteado los mapas temáticos elaborados no han incorporado el factor marea por considerar que éste no influye en la distribución espacial y temporal de variables físicoquímicas como los nutrientes (Villalba, 1990) el OD y los SS, en los mapas estudiados a continuación se incluye este factor para evaluar su efecto en la distribución de una de las variables estudiadas: los sólidos suspendidos.

Del estudio de Delft en septiembre-1984 (Anexo B), las concentraciones medias en la columna de agua son mayores en sicigia-flujo con la excepción de dos estaciones ubicadas a la altura del Estero Sabana Grande en las que las mayores concentraciones se presentan en el reflujó de la marea. Los datos desagregados para superficie y fondo muestran que las concentraciones mayores se mueven en sicigia pero pueden ser mayores o menores en flujo y reflujó en función de la ubicación de la estación. Estos resultados coinciden con los gráficos de SS elaborados con datos de GIS Guayas Salado (Anexo B).

Esto es solo un breve análisis de los datos a través de los mapas temáticos elaborados, sin embargo muchas otras utilidades pueden ser derivadas de la base de datos geográfica.

Figura 9.

**CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELTTO
EN AFLUENTES Y EFLUENTES DE CAMARONERAS
UBICADAS EN EL ESTUARIO INTERIOR - GOLFO DE GUAYAQUIL**

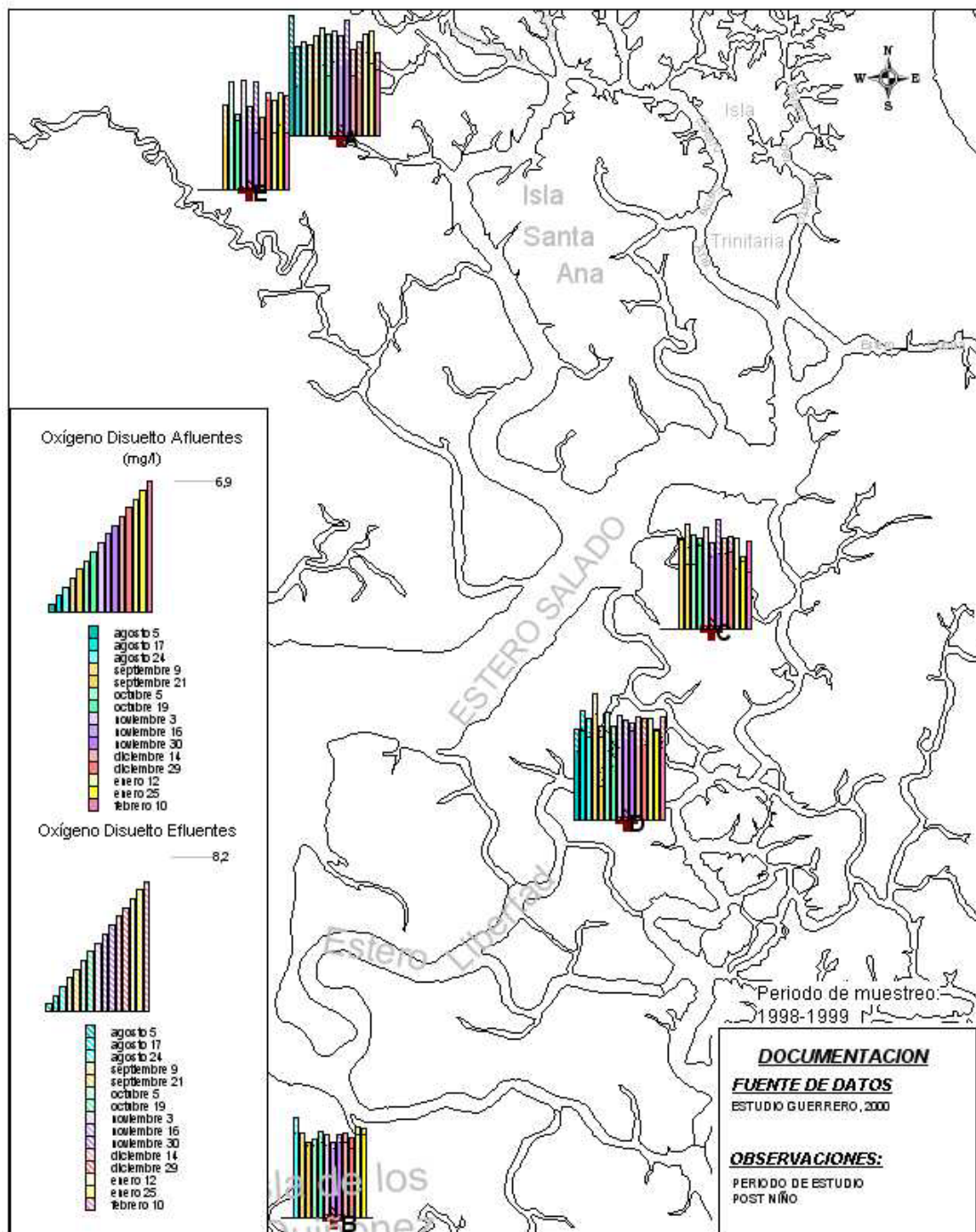


Figura 10.

CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS
EN AFLUENTES Y EFLUENTES DE CAMARONERAS
UBICADAS EN EL ESTUARIO INTERIOR-GOLFO DE GUAYAQUIL

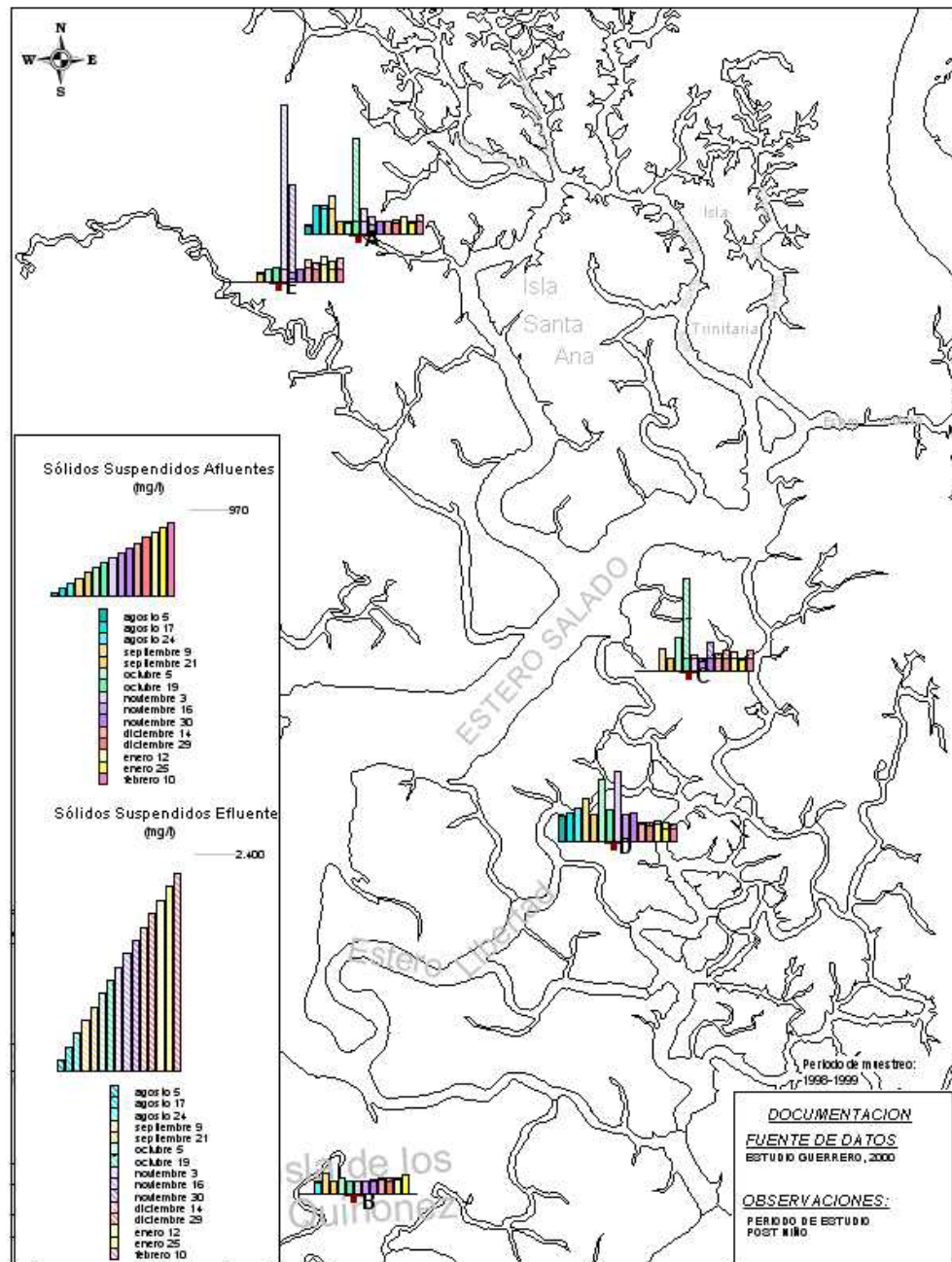


Figura 11.

CONCENTRACIÓN DE NITRATOS
EN AFLUENTES Y EFLUENTES DE CAMARONERAS
UBICADAS EN EL ESTUARIO INTERIOR

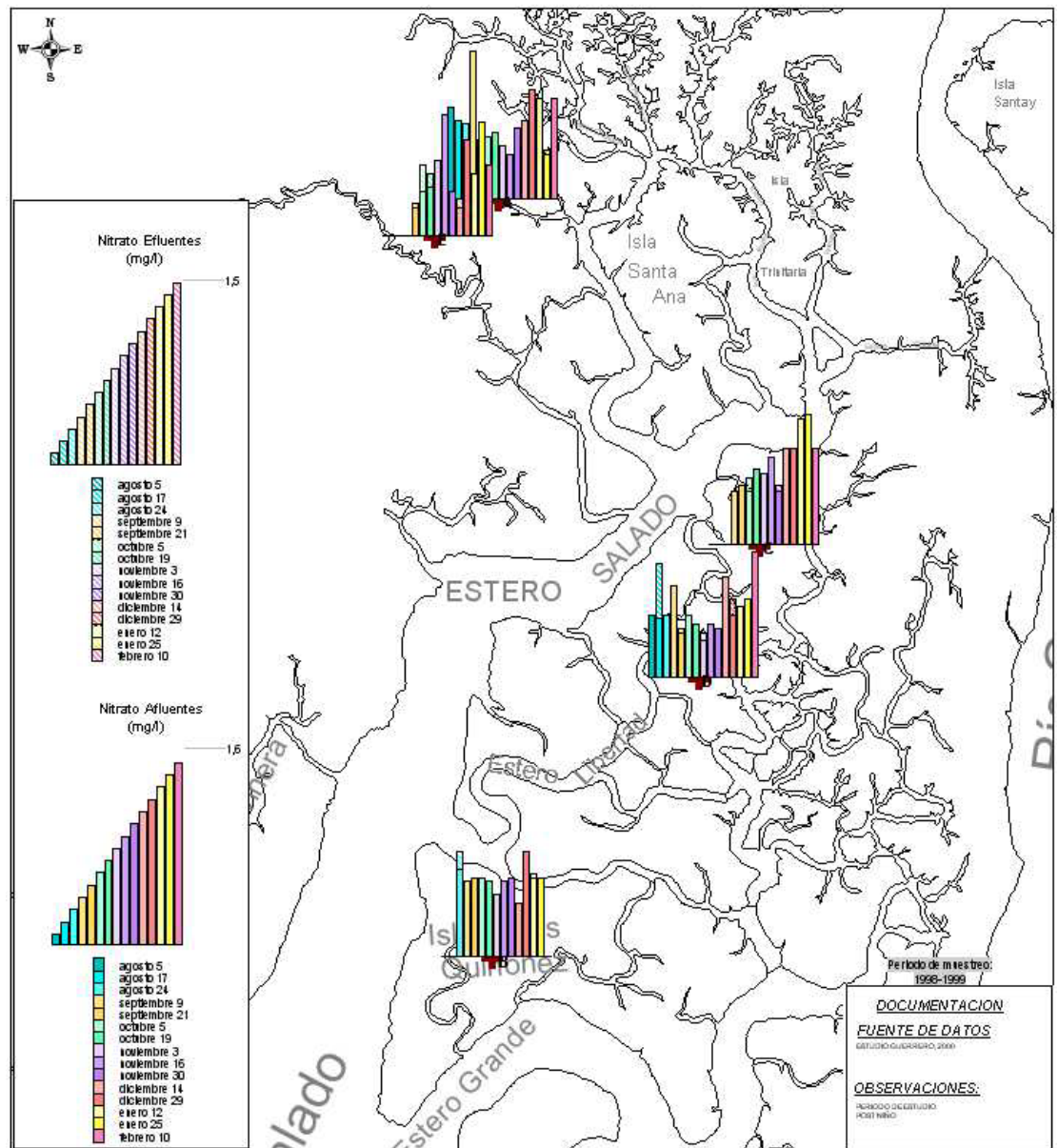
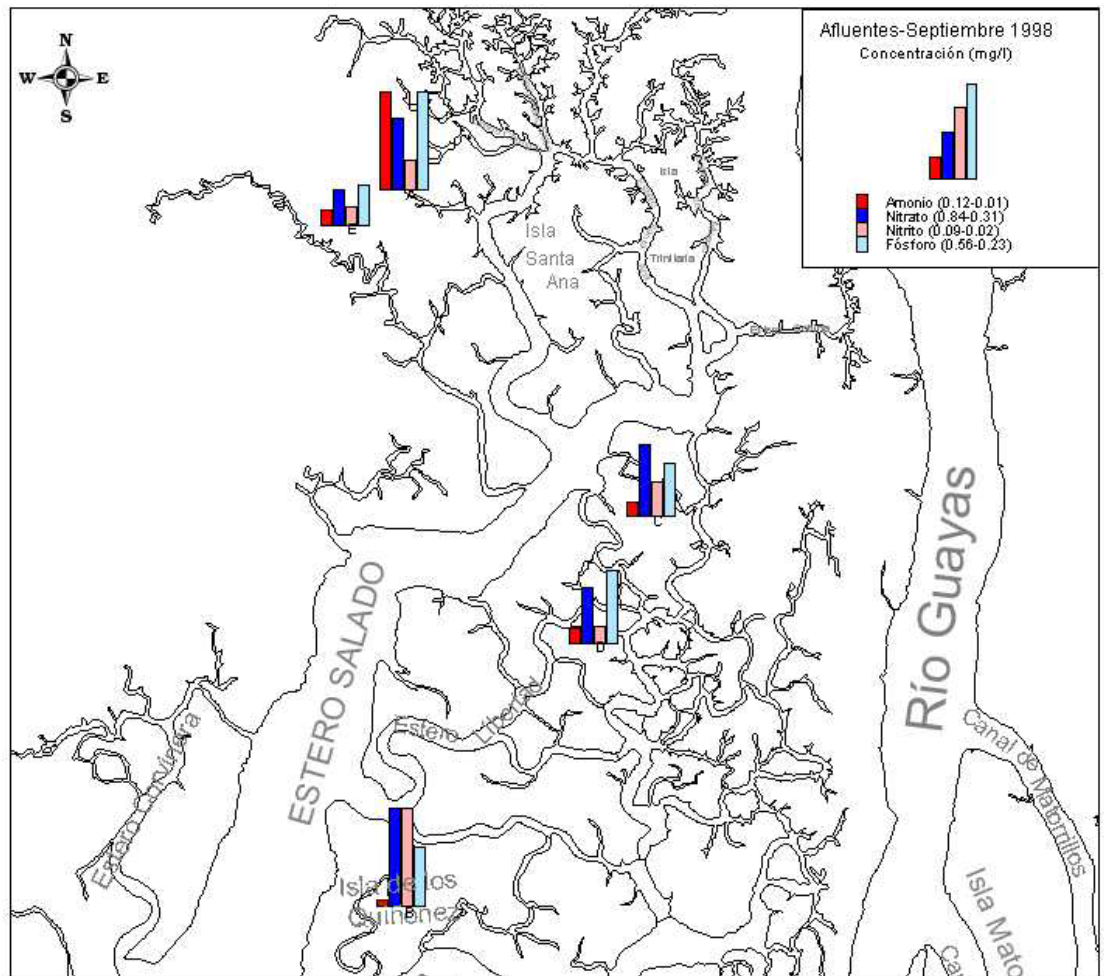


Figura 12 a.

RELACION DE LAS CONCENTRACIONES DE NUTRIENTES EN
AFLUENTES DE 5 CAMARONERAS EN SEPTIEMBRE 1998
ESTUARIO INTERIOR-GOLFO DE GUAYAQUIL

**DOCUMENTACION**FUENTE DE DATOS

ESTUDIO GUERRERO, 2000

CICLO 5: 21-23/SEP/1998

OBSERVACIONES:PERIODO DE ESTUDIO
POST MIBO

Figura 12 b.

RELACION DE LAS CONCENTRACIONES DE NUTRIENTES EN
EFLUENTES DE 5 CAMARONERAS EN SEPTIEMBRE 1998
ESTUARIO INTERIOR-GOLFO DE GUAYAQUIL

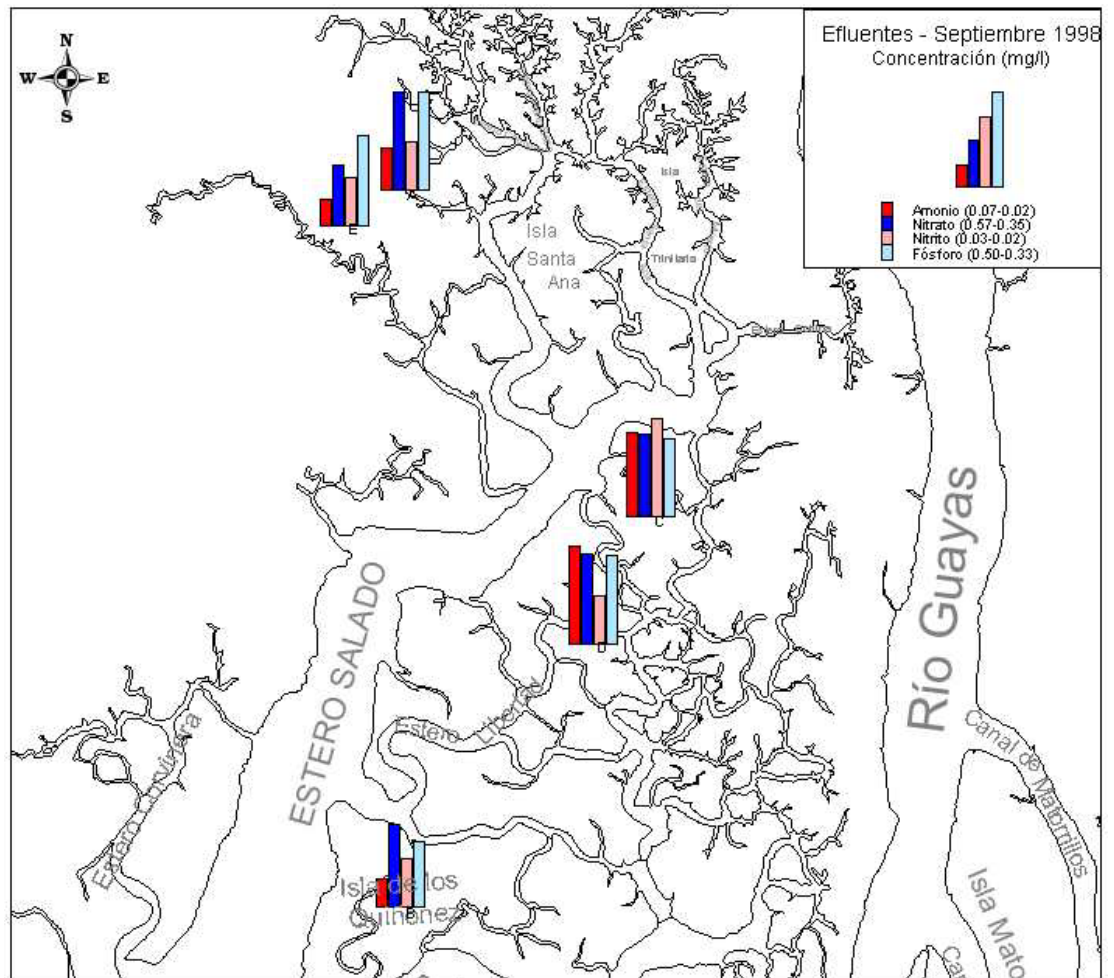
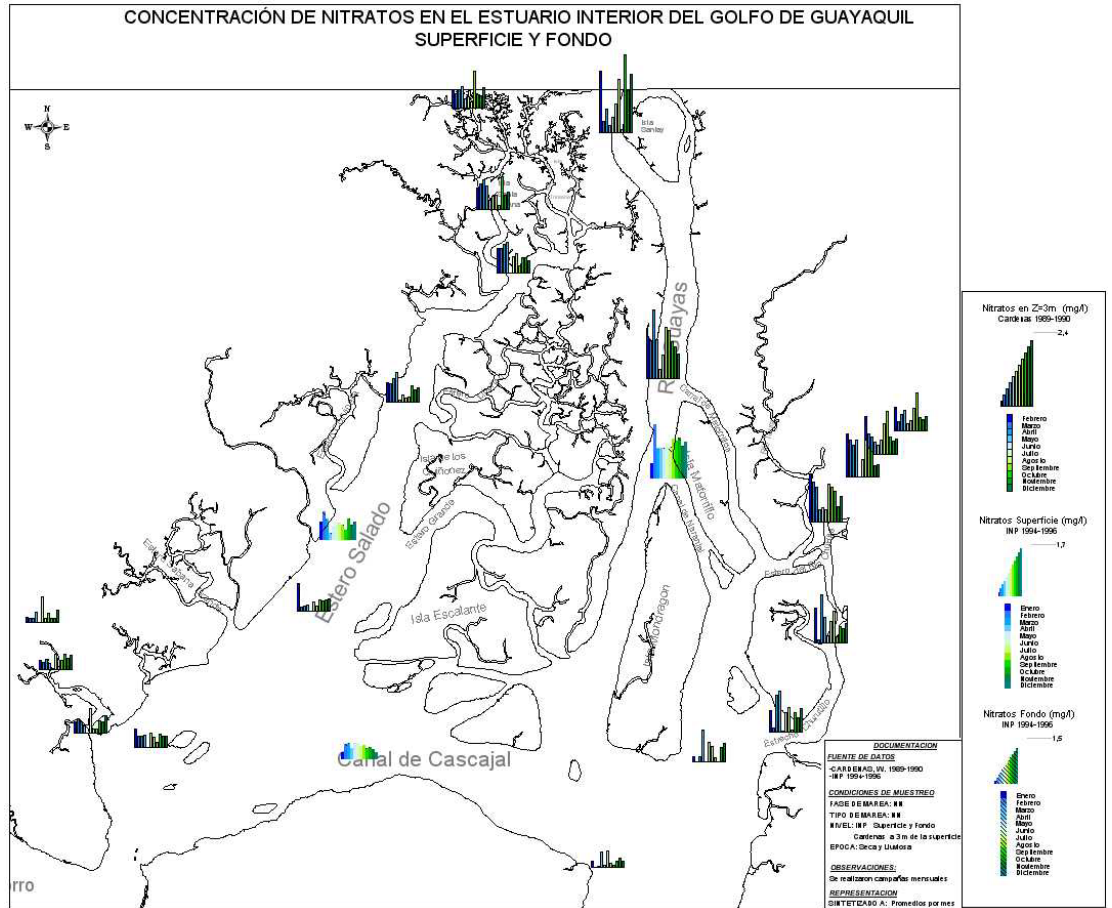


Figura 13.



5.7.3 Comparación de resultados de OD y SS en estudios del GG

Oxígeno Disuelto

De los gráficos del estudio de Stevenson, Figuras 39 y 40 en [71], de isolíneas de distribución de oxígeno en superficie, se extrae que en cuanto a variabilidad temporal en el GG las concentraciones son mayores en la estación seca encontrándose la mayor concentración en el mes de julio, en tanto que espacialmente los valores son mayores en el estuario exterior. De acuerdo a los gráficos de variaciones mensuales de los parámetros, Figura 94 en [71], las concentraciones de oxígeno en el estuario interior estarían relacionadas con los cambios en la salinidad, la temperatura y el aporte fluvial. Mientras las curvas de oxígeno y salinidad presentan un comportamiento paralelo, las de temperatura y aporte fluvial también están mutuamente en fase y se comportan de manera opuesta a las curvas de las primeras. El periodo de este estudio se extendió de 1962 a 1964.

Cárdenas encuentra poca variación estacional del OD en el estuario interior, las medias mayores en magnitud de OD ocurrieron en el Río Guayas. Las lecturas de este estudio se realizaron a 3 m de la superficie, el que es un nivel más profundo al de penetración de la luz, durante estos muestreos los valores promedio de Disco Secchi para

Estero y Río fueron 1.2 y 0.57 m respectivamente. Es probable que las variaciones temporales de oxígeno en este nivel sean menores y sean debidas a procesos de turbulencia asociadas con las mareas.

En el estudio del INP 1994-1996 se encontró variación estacional del OD tanto en superficie como en el fondo, este nivel representado por lecturas realizadas a 3 m de la superficie. Las mayores concentraciones de OD correspondieron al nivel superficial en temporada seca y las menores a la temporada de lluvias y al nivel profundo. En cuanto a variaciones espaciales a lo largo de todo el periodo de estudio el promedio de la concentración de OD fue mayor en el Estero Salado. De los promedios obtenidos de los datos de este estudio se observa que el Río Guayas parece estar bien mezclado, como lo señala [47].

En el estudio de ESPOL-CONUEP el OD en el Estero Salado, en general, presenta diferencias significativas entre superficie y fondo, mientras en el Río Guayas no se da observa este patrón. Revisando el comportamiento en época seca de Río y Estero, las mayores concentraciones de OD se presentan en el Río Guayas mientras que en época lluviosa tales valores se presentan en el Estero Salado. El estuario interior estaría mejor oxigenado en temporada seca ya que el

promedio de los valores de OD en él en época seca es mayor que el de la temporada lluviosa.

Sólidos Suspendidos

Cárdenas encontró un “ligero” patrón estacional de las concentraciones medias de SS en el estuario interior, las concentraciones más altas sucedieron en la temporada seca, con excepción de la fase inicial del periodo de lluvias, en el que se presentaron también altas concentraciones de SS. El valor medio de las concentraciones de SS en el Río Guayas fue aproximadamente 3 veces superior al correspondiente del Estero. Las lecturas medias de Disco Secchi fueron de 0.57 y 1.2 m en Río y Estero respectivamente.

En cuanto a los SS en ESPOL-CONUEP el promedio en el estuario interior para época seca es menor que para época lluviosa. En el Estero Salado los SS son mayores en época seca, en el Río Guayas la carga de SS es mayor en temporada de lluvias. Se observa que los máximos valores en superficie ocurren en enero/94 y febrero/95 para Río y Estero respectivamente.

En el estudio del GIS Guayas Salado 1996-1997, que cubrió una campaña para cada estación climática, los valores promedios en superficie en el estuario interior fueron mayores en abril, estación

lluviosa, los mayores valores de SS en el nivel superficial se encontraron en el Río Guayas, los que comparados con los valores en el Estero Salado representan más del doble de la magnitud para ese cuerpo de agua. Al interior de cada canal el comportamiento difiere mientras en el Estero las concentraciones más altas ocurren en abril, en el Río éstas se dan en agosto, estos datos pertenecen a la fase previa al inicio de las manifestaciones del ENOS 97-98,

En INP 1994-1996 se hicieron lecturas de disco Secchi en el estuario interior, los mayores valores, entre 1.3 y 0.9 m, correspondieron al Estero Salado en época seca. En el Río Guayas el valor mayor ocurrió también en época seca (0.6 m).

En ESPOL-CONUEP los máximos de disco Secchi en Estero y Río ocurrieron en época seca (agosto/94).

Finalmente de una consulta a la base de datos Geográfica se obtuvo una zonificación para SS en superficie, obteniéndose una región de bajos niveles de suspendidos al norte del Estero Corvinera, todos los datos reportan concentraciones menores a 100 mg/l.

Para OD las consultas no revelan zonas geográficas fácilmente definibles.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Las conclusiones se refieren tanto a la experiencia adquirida en la realización del trabajo como a los resultados prácticos del mismo:

1. Los mapas temáticos tienen la capacidad de desplegar información espacial en formatos atractivos, las limitaciones encontradas para su elaboración se relacionan con la calidad y cantidad de los datos existentes en las fuentes consultadas.
2. La elaboración y preparación de la base de datos es la parte fundamental y la más ardua de todas las fases del trabajo, mucho del tiempo invertido en el trabajo efectivamente se consumió en la organización y preparación de las bases de datos.
3. La elaboración de mapas temáticos se basó en tres elementos claves, los datos fuente, el diseño, estandarización y preparación de la base de datos y el establecimiento de los objetivos y fines de la representación temática.

4. Los estudios que han sido considerados en este análisis no cubren el universo de los estudios realizados en el área, pero si pretenden ser una muestra representativa de la naturaleza de los datos existentes en estudios previos, así del análisis espacial de las zonas estudiadas se observa que existen zonas en las que hay profusión de estaciones y otras que han sido menos estudiadas en los estudios previos
5. En los análisis realizados la confiabilidad de los resultados obtenidos son reflejo de la confiabilidad de los datos fuente, observando este concepto los estudios de la base de datos geográfica fueron categorizados de acuerdo a la calidad de los datos fuente aunque este aspecto no fue integrado en el análisis y evaluación realizado, debido principalmente a la necesidad de contar con una base de datos “consistente” para el despliegue gráfico, si embargo queda debidamente documentado.
6. En los resultados del análisis de la información obtenida de los mapas temáticos surgieron algunas inconsistencias en los resultados; éstas pudieran tener su origen en información que no estuvo disponible en la documentación recuperada, razón por la que se hace hincapié en la necesidad de documentar profusamente los estudios y en especial la metainformación, lo que permitirá su fácil acceso y contextualización adecuada.

7. Mientras se puede sostener que el estuario interior del Golfo de Guayaquil está mejor oxigenado en época seca, aun con ciertas limitaciones en la documentación de los datos empleados para hacer esta inferencia, la variación estacional en la oxigenación de los canales, Río Guayas y Estero Salado, no es definible en estos términos, ya que la existencia de datos no comparables y la diversidad de los resultados obtenidos en los varios estudios revisados añaden incertidumbre a supuestos sobre este tema.
8. El análisis de los datos de SS en busca de patrones reveló la existencia de una zona de bajas concentraciones al norte de la boya 59 en el Estero Salado; relacionando este hallazgo con las zonificaciones de Rada [65], se encuentra que este sector está dentro de aquel descrito por este autor como de mayor profundidad (valores > 20 m) y una capa de sedimento de fondo mayor a 10 m. La presencia limitada de SS en la columna de agua de este sector indicaría que, hay una rápida sedimentación de la carga suspendida, y la gruesa capa de sedimentos señalada por Rada, muestra que es posible que grandes cantidades de material suspendido alcancen la zona y se depositen en ella. En el Río Guayas no se descubren sectores sino concentraciones elevadas de SS a todo lo largo de su curso.

9. Los mapas producidos a lo largo de esta tesis se pueden considerar escenarios del comportamiento fisicoquímico del estuario interior del Golfo de Guayaquil, y como tales, resultados parciales que en su momento podrían contribuir a la visualización de la dinámica bio-geo-físico-química generalizada del GG. Conciente de la falta de datos para intentar un pronunciamiento sobre el comportamiento generalizado del Golfo interno, no se ha intentado otros pronunciamientos al respecto.

10. A lo largo del desarrollo de este trabajo se ha probado que el uso de un SIG, que en este caso particular se empleó para la generación de mapas temáticos, puede ser de gran utilidad en el sector acuícola para apoyar un manejo ambiental sustentable de la actividad, mediante la integración de elementos que enriquecen y apoyan el análisis y la toma de decisiones de los actores involucrados.

Recomendaciones

1. Hay una gran cantidad de datos e información compiladas en la base de datos desarrollada en el trabajo aquí presentado, que es la recopilación de una parte de los estudios previos en la zona, la información reunida tiene un gran potencial, que debido a limitaciones de tiempo no ha sido posible explotar, se recomienda considerar este trabajo como un aporte y referencia en investigaciones en el área.
2. Una recomendación en la que se insiste, es la de dirigir esfuerzos ó mejor fortalecer los que ya se iniciaron hacia una sistematización del manejo de todo el sistema del GG, incluidos los proyectos y actividades futuras en el Golfo de Guayaquil.
3. Esta sistematización se recomienda que en la medida de lo posible se extienda a la estandarización de metodologías de muestreo y de análisis a fin de facilitar el análisis y evaluación de la información.
4. Además de la sistematización de los estudios una materia de importancia fundamental es la documentación, dependiendo de ella se dispondrán de más o menos elementos de referencia en la administración de la información, por lo que se recomienda establecer formatos o requerimientos mínimos de respaldo en las futuras

investigaciones en el área, basados en la variabilidad que determinados parámetros presentan a los factores ambientales.

5. Se recomienda establecer sectores en los canales, Estero y Río, que a modo de caja negra sean monitoreados profundamente a fin de contar con información acerca de la variabilidad transversal del Estero y el Río. Un criterio para la selección de estos sectores se puede derivar de una consulta a la base de datos geográfica.
6. Complementar los datos e información aquí presentada con toda aquella relacionada con el área de influencia, esto es integrar al SIG información sobre composición y usos de suelo, cuencas, fuentes de contaminación, etc.
7. Establecer la entrega del material de tesis en formato digital, pues debido a la naturaleza de gran parte de los productos de la presente tesis el formato en papel resulta un limitante.
8. Finalmente se recomienda involucrar activamente a instituciones relacionadas con el sector en el desarrollo y expansión del SIG, el cual se fundamenta en datos e información de entrada para enriquecer las salidas integrando el conocimiento y capacidad multidisciplinarios de las instituciones vinculadas al proyecto y de todas aquellas que generan y administran datos e información en el Golfo de Guayaquil.

ANEXO A

TABLA MAESTRA DE FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Nombre_Estudio	Autor	Año de Publicación	Institución ejecutora	Area del estudio	Fecha periodo de muestros	Duración total periodo de estudio (muestros)	Numero de campañas	Periodo entre muestros (días)	Hora del muestreo	Duración del muestreo (cada campaña)	Posicionamiento	Estratos estudios	Parámetros medidos	Información formativa digital	Tablas de datos	Mapa(s)	Secciones	Plot xy	Libro/revista/Acta/Boletín científico u otro	Observaciones
Monitoreo de la Calidad del agua en afluentes y efluentes de cinco camaronerías ubicadas en la zona del Golfo de Guayaquil (Ecuador)	Camilo E. Guerrero Alvarado	2000	CENAIME	Golfo de Guayaquil-Estuario interior	Agosto/1998-febrero/1999	6 meses		15	09:00-11:00				Temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, amoníaco, amonio, nitrato, nitrógeno total, fósforo pentóxido, dureza total y sólidos suspendidos	si	si	si		si		Se muestro en 5 camaronerías en afluente y efluente, es una tesis de masterado
Directrices generales para la preparación de un documento de evaluación de impacto ambiental de cultivos de especies bioacuáticas en áreas costeras.	José Vásconez G.	1991																		Referencia: CPPS - PNUMA
Conclusiones del seminario Acuicultura y Medio Ambiente	Coordinador general Seminario Internacional Acuicultura y Medio Ambiente	1993																		Fundación Chile
Circulation and salinity distribution in the Rio Guayas estuary, Ecuador	Murray, Conlon, Siripong, Santoro	1975	Office of Naval Research	Golfo de Guayaquil-Estuario interior	Octubre-noviembre/1970								Temperatura, salinidad y velocidad			si	si	si	Estuarine Research, Vol II, Academic Press, N.Y. 345-363	Se mencionan 33 estaciones, en 19 se hicieron perfiles de salinidad y velocidad durante al menos un ciclo de marea
Water quality in shrimp culture	Dr. Rod Williams																			
Impacts of shrimp Mariculture practices on the ecology of coastal Ecosystems in Ecuador	Robert R. Twilley																			Un análisis de datos e información relacionados con aspectos ambientales del Golfo y maricultura del camarón
El proyecto de la Presa Daule Peripa, el Desarrollo Urbano de Guayaquil y sus efectos en la Maricultura del camarón	Luis Arriaga			Golfo de Guayaquil																Un análisis de datos e información relacionados con aspectos ambientales del Golfo y maricultura del camarón
Extreme climatic events: El Niño and La Niña effects in the Ecuadorian shrimp industry	Ma. del Pilar Cornejo y David Griffith																			
An economic Analysis of trends in the shrimp cultivation industry in Ecuador	Sutinen, Jon G., Spurrier Walter B.																			Análisis económico de la maricultura del camarón entre 1976-1985. Se presentan tablas de producción, exportaciones, etc
Shrimp Farming & the environment: A white paper	Claude E. Boyd																			The shrimp council
Pollution in estuaries	D.R.F. Harleman																			
Condiciones físicas químicas y biológicas del estuario interior del Golfo de Guayaquil durante 1994-1996	Suescum, R. de, A. Maridueña, R. Castro, D. Moncayo, C. Morán, T. Estrella, M. Gual, J. Sonnenholzner, M. Freire y P. Massuh Johnny Chavarria	2000	INP	Estuario interior	Marzo/1994-marzo/1996	24 meses	24	30				Agua	Temperatura, salinidad, transparencia, oxígeno disuelto, fosfato, nitrato, amonio, silicato, carbon organico particulado, clorofila a, cobre, zinc, cadmio, plomo, y fitoplancton			si	si			Se dan tablas de datos con promedios mensuales para cada sitio, en algunos casos no se especifica la estación, las muestras se tomaron a nivel superficial (0.5 m) y a 3m. Son 12 estaciones en total: 5 en el rio Guayas, 4 en el Estero Salado y 3 en el canal de Cascajal
Evaluación de Impactos Ambientales: Industria Camaronera Características, Impactos Ambientales y legislación Aplicable para la EIA	Mariano Montaño	1995	Proyecto PATRA	Golfo de Guayaquil																Documento no publicado, ejercicio académico. Se identifican impactos por la acuicultura del camarón
Plan Ambiental Integral del Golfo de Guayaquil Componente Calidad de Agua	Fundación CENAIME Espol																			Informe Proyecto PATRA CAAM
Biología del Camarón Curso básico de capacitación	María Herminia Cornejo Rodríguez, Ma Auxiliadora Bonilla Coello	1994	CENAIME	Golfo de Guayaquil																Recopilación de la información relacionada con aspectos ambientales del Golfo, disponible en instituciones públicas y privadas
Descripción de la situación ambiental en el Golfo de Guayaquil	Howard T. Odum and Jan E. Arding	1991																		Environmental Engineering Sciences and Center for Wetlands, University of Florida, Gainesville
Emergy Analysis of Shrimp Mariculture in Ecuador	Washington B. Cárdenas	1995		Golfo de Guayaquil-Estuario interior	1989-1990	14 meses	14	30				Agua	pH, salinidad, oxígeno disuelto, turbiedad, temperatura, nutrientes, clorofila a, sólidos suspendidos totales, nitrógeno y fósforo orgánico			si	si	si	si	Tesis para graduarse en la University of Southwestern Louisiana. Se midió en 20 estaciones distribuidas en el estuario interior, generalmente a 3 m de profundidad. Las estaciones G corresponden al rio Guayas, C al estuario del Churute, S al Estero Salado y P al Canal de Cascajal cerca de la Isla Puna. Se presentan en tablas los valores medios y la desviación estándar
Patterns of phytoplankton distribution related to physical and chemical characteristics of the Guayas River Estuary, Ecuador	PBS&J and Claude Boyd	1999	PBS&J	Estero Salado	12/mayo/1999	1 día	1		7:19 a 17:25				Temperatura, OD, salinidad, Metales pesados, Bacteriología y parámetros químicos en el			si	no		si	Se muestro en 9 estaciones
Assessment	Bonny Bayot, Irma Betancourt, Fanny Panchana, José Melena		CENAIME	Costa ecuatoriana																Artículo
Monitoreo exploratorio de patologías de camarón	CAAM	1995	CAAM	Golfo de Guayaquil																Revista El mundo acuicola. Fundación
Desarrollo y Problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil	CAAM																			Libro
Serie de dos libros recopilatorios de la información disponible a la fecha sobre el área del Golfo	Delft Hydraulics Laboratory	1984	INOCAR	Estero Salado y Río Guayas	Septiembre-octubre/1984	2 meses	2				si		Velocidad y dirección de corriente, temperatura, conductividad eléctrica, salinidad, densidad, concentración	Parcial	si			si		Es el anexo del informe del estudio de Delft 1984-1985, se presentan los datos de campo para la estación seca, las mediciones en toda la columna de agua en las distintas fases de la marea, flujo y reflujo, sicigia, cuadratura y media.
Hydro-Sedimentologic Measurements Dry Season 1984 Estero Salado Río Guayas Ecuador	Johnny Chavarria	1988																		Tesis de oceanografía
Tesis de graduación de oceanografía	Centro de Estudios Hidrográficos/CEDEGE	1982																		Tesis de oceanografía
Información básica y orientación productiva, 1. Datos físicos de la Península de Sta. Elena	Madrid																			
Características Físicas y cálculo del prisma de mareas en el Estero Cobina	Jorge Nath Nieto	1993																		Tesis de oceanografía
Características de circulación y mezcla en el Estero Cobina	Mónica Robles Granda	1993																		Tesis de oceanografía
Características biológicas del Estero Salado	Leonardo Maridueña																			Hojas dadas para incorporar a un estudio
Mapa de Impactos ambientales sobre el Estero Salado	Fundación NATURA																			Datos generales sobre el Estero Salado
Mapa de Impactos ambientales sobre el Estero Salado	John Orellana-Programa del Muechacho Trabajador	1995																		
Plan Integral Ambiental para el Golfo de Guayaquil	CAAM	1995																		Hojas sueltas con datos sobre geología, génesis, morfología del Estero y Río
Proyecto CPPS / INP	CPPS/INP	1986	CPPS/INP	Ríos Babahoyo-Daule, Guayas	21-29/agosto/1986	9 días	1					Referencia	Profundidad, temperatura, salinidad, pH, Oxígeno disuelto, nitrato, Turbidez, salinidad, temperatura, oxígeno, nutrientes, productividad primaria, biomasa, zooplankton					si		Se muestro en 38 estaciones dentro del periodo de estudio. Estudio de algunos parámetros físicos y químicos en varios ríos de la cuenca del Guayas y el Estero Salado, la posición de las estaciones esta dada por referencias, en el
Variación mensual y mareal del zooplankton en una estación fija del Estero del Muerto, Golfo de Guayaquil	Fernando Arcos, Lorena Martínez	1986	INOCAR	Estero del muerto	Marzo/1983-febrero/1984	12 meses	12	30		24 horas						si		si	Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1)	
Investigación Química del Estero Salado	Lucía Solórzano C., Galo Viteri A.	1993	INP	Área urbana del Estero Salado	Julio-noviembre/1980	4 meses		15										si	Rev. Cien. Mar. Limn. Vol.3, No. 1 (1993) 41-	
Distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil	Elena Gualancañay (1)	1986	INOCAR/Universidad de Duke, Carolina del Norte	Golfo de Guayaquil- plataforma y talud continental	Noviembre/1976						si		foraminíferos bentónicos					si	Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1)	Se tomaron 29 muestras de sedimento con dragas Van Veen y Smith McIntire, a profundidades entre 12 y 1598 m
Morfología y sedimentación del sistema estuario Estero Salado - Río Guayas	Francisco Rada	1986	INOCAR	Estero Salado y Río Guayas	1984-1985								Sedimento	Track sísmico, análisis granulométrico de sedimento				si	Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1)	Se presentan los resultados de estudios geológicos de, geomorfología, geofísica (sísmica) y sedimentología en el sistema Estero Salado - Río Guayas
Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil-estuario tropical	Merrit R. Stevenson	1981	INP-CIAT	Golfo de Guayaquil-Estuario exterior e interior	1962-1964	24 meses	48	15					Agua	Corrientes geostróficas, temperatura, Salinidad, Oxígeno, fosfato, silicato, nitrato, pH, disco Secchi, profundidad de la capa mixta, productividad del C14, productividad neta, CO2, clorofila a, zooplankton	No	No	si		Boletín científico y técnico, Vol 4 No. 1	Informe del estudio de dos años realizado en el Golfo de Guayaquil
Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil-estuario tropical	Merrit R. Stevenson	1973	INP-CIAT	Golfo de Guayaquil-Estuario exterior e interior	Julio/1970	1 mes							Agua	Corrientes						Se utilizaron las mismas estaciones que en el estudio del 62-64 (18 estaciones)
Lista de la fauna subitoral bentónica del Estero Salado Inferior, Ecuador	Manuel Cruz, Matilde de González, Elena Gualancañay, Francisco Villamar	1980	INOCAR	Estero Salado	Octubre/1978	1 mes	2						Agua y sedimento	Salinidad, temperatura, fauna bentónica				si	Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 1(1)	Se colectaron 22 muestras, con draga Van Veen y otra pequeña de arrastre bentónico

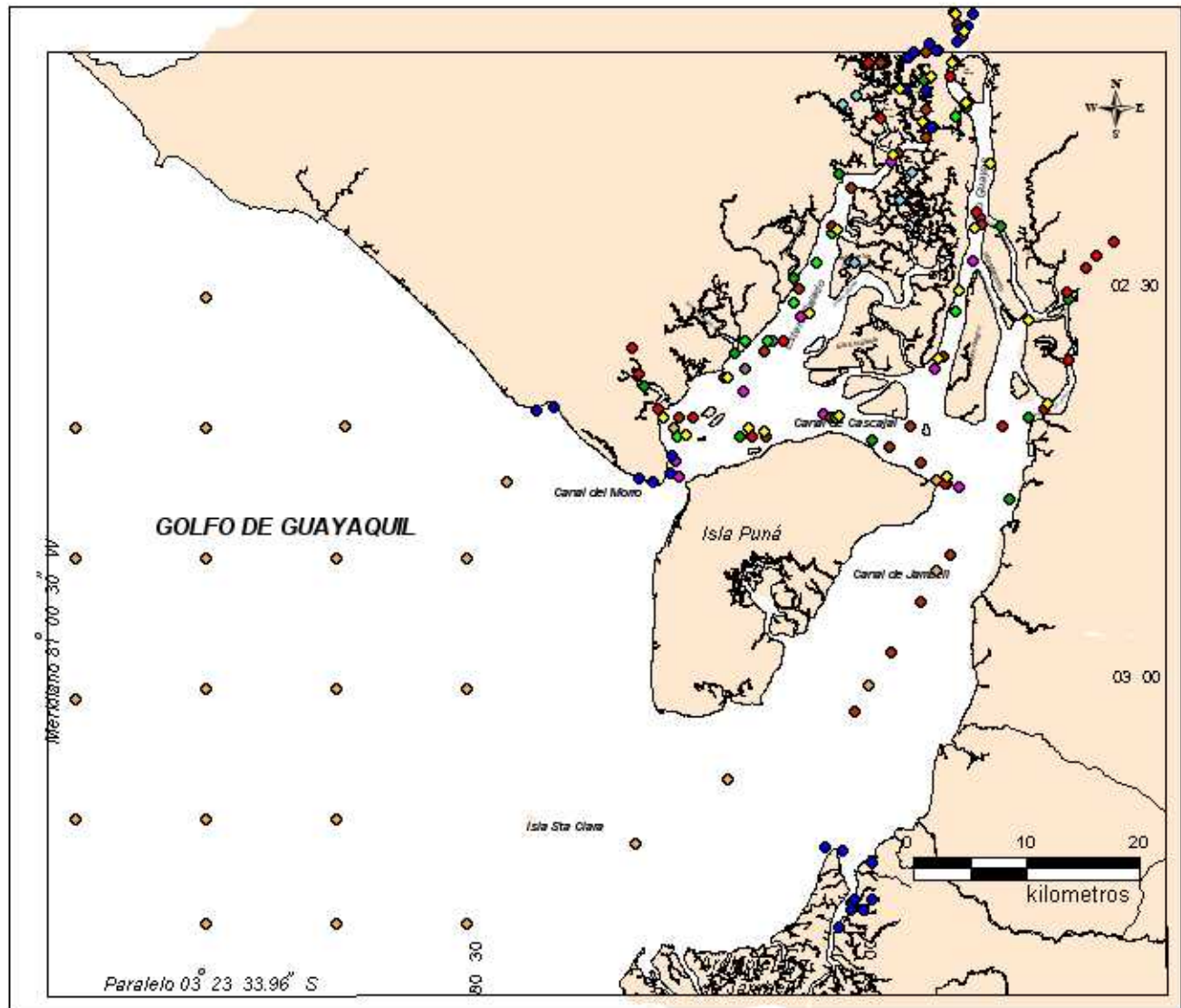
Nombre_Estudio	Autor	Año de Publicación	Institución ejecutora	Área del estudio	Fecha periodo de muestreo	Duración total periodo de estudio (muestreo)	Numero de campañas	Periodo entre muestreos (días)	Hora del muestreo	Duración del muestreo (cada campaña)	Posicionamiento	Estratos estudios	Parámetros medidos	Información formativa digital	Tablas de datos	Mapa(s)	Secciones	Plot xy	Libro/revista/Acta/Boletín científico u otro	Observaciones
Estudios geoquímicos de la sección urbana de Estero Salado Ecuador	W Ayarza, S. Coello, N. Chalén de Padilla, P. Garcés, L. García, M.L. García, F. Ormaza, E. Pérez, F. Pesantes y L. Solórzano	1993	INP	Sección urbana de Estero Salado	10-14/julio/1985	4 días	1					Agua y sedimento	Temperatura, Salinidad, pH, Oxígeno disuelto, fosfato, nitrato, nitrito, amonio y silicato. En sedimento: Cu, Cd, Pb, Fe, Hg, textura granulométrica, carbonato, materia orgánica, carbón orgánico, fósforo total, nitrógeno orgánico, amonio y organismos bentónicos. Ictioplancton y especies de peces.	si	si				Rev. Cien. Mar. Limn. Vol.3, No. 1 (1993) 1-19	Se tomaron muestras en 14 estaciones. Se presentan tablas de granulometría y parámetros químicos en el sedimento, además de datos de la fauna encontrada
Anexo al inventario de fuentes de contaminación a partir de actividades terrestres (período 1985-1988)	Plan de Acción para el control de la contaminación marina en el Pacífico Sur	1989																		Información sobre fuentes de contaminación entre los años 1985-1989
Distribución de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil	Francisco Villamar	1986	INOCAR	Canales de Jambellí y Cascajal	19-21/agosto/1985 y 19-22/marzo/1985	6 meses	2	180		2-3 días		Sedimento	Poliquetos bentónicos en sedimento, análisis granulométrico	si	si			si	Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1)	Se tomaron 44 muestras bentónicas en dos salidas, se usó draga tipo Van Veen y una red de arrastre biológica
Programas de vigilancia y control de la contaminación proveniente de fuentes domésticas, industriales, agrícolas y mineras de las provincias del Guayas y El Oro. Informe de avance del CONPACSE-Fase II	DIGMER, CPPS	1995	DIGMER-CPPS	Ríos Babahoyo (9est.), Daule (10), Guayas (13), Estero Salado (8), canales de Cascajal (8) y Jambellí(8)	4-8/julio/1994	4 días						Agua y sedimento	Temperatura, pH, salinidad, disco secchi, turbidez, color aparente, color verdadero, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, sólidos totales, conductividad, coliformes fecales, coliformes totales, OD, DBO5, DQO, cloruros, alcalinidad, dureza, calcio, magnesio, nitritos, nitratos, fosfatos, nitrógeno amoniacal, sulfatos. Metales pesados en sedimento (cobre, zinc, cromo, cadmio, plomo)	si	si			si	Informe de avance del Conpase - fase II	
Contribución al conocimiento de los bivalvos vivos en los esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil interior	Manuel Cruz P.	1986	INOCAR	Golfo de Guayaquil, estuario interior; Estero Salado y Canal de Cascajal	1978, 1983 y 1985	7 años	3					Sedimento	Identificación de bivalvos	si	si				Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1)	Se tomaron las muestras (en tres cruces diferentes) usando una draga Van Veen y una red biológica para el arrastre biológico
Estudio ecológico del mesoplancton del Golfo de Guayaquil	Rosa G. de Peribonio		INP	Golfo de Guayaquil-Estuario exterior e interior	Junio/1978								Temperatura, salinidad, OD, fosfatos, nitratos, identificación de mesoplancton						INP - 13 CT IV No.2	Se realizó un crucero a inicios de la estación seca, con 16 estaciones, 2 de ellas de 24 horas.
Distribución de clorofila a y fitoplancton en el Golfo de Guayaquil	Rosa G. de Peribonio	1981	INP	Golfo de Guayaquil-estuario exterior	6-17/septiembre/73	10 días							Clorofila a y fitoplancton	no	no	si	no	no	Rev. Cien. Mar. Limn. Vol 1, No. 1 (1993) 1-7	
Condiciones hidrográficas y químicas en el estuario del Golfo de Guayaquil	Francisco Pesantes y Efraín Pérez	1982	INP-ORSTOM	Golfo de Guayaquil-Estuario exterior e interior	15-21/junio/78	6 días							Temperatura, salinidad, oxígeno disuelto,	no	si		si	si	RCML, Vol 1 No.2, Sept.	Dos estaciones de 24 horas, la 9 y 12.
Implantación de un GIS en el Golfo de Guayaquil	ESPOL-INOCAR-VUB		ESPOL-INOCAR-VUB	Golfo de Guayaquil-estuario interior	7-18/agosto/1996 y 2-24/abril/1997	24 meses	2			15 días	si		Magnitud y dirección de corrientes (en 5 estaciones integradas), OD, salinidad, DBO, nitrito, nitrato, fosfato, silicato, hidrocarburo de petróleo y ph, sólidos suspendidos y clasificación de sedimento de fondo, sólidos disueltos, metales pesados y pesticidas en agua y sedimento, macro y meiobentos, fitoplancton y zooplancton	si						
Proyecto VLIR-IUC-ESPOL, Componente 4	VLIR-CENAIM-ESPOL		CENAIM-CEMA-ESPOL	Golfo de Guayaquil																
Capacidad de dilución del Río Guayas para contrarrestar el impacto por vertientes industriales terrestres	Pablo Suárez	1998	INOCAR	Río Guayas	Junio/1997								Temperatura, pH, DQO, DBO, OD, Coliformes fecales	no	si	si	si		Acta Oceanográfica del Pacífico	
Aporte al conocimiento del zooplancton en agua dulce y estuarina del río Guayas-Guayaquil	María Lazuriaga de Cruz	1998	INP	Río Guayas	Septiembre/1990		1						Identificación de especies de zooplancton	si	si				Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 9 No 1	Se muestrearon 5 estaciones del Río Guayas, una de ellas fue en un pozo acuífero
Estudio del meiobentos en el Golfo de Guayaquil (río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), Ecuador de 1996	Manuel Cruz	1998		Golfo interior: Río Guayas, Estero Salado y Canal de Cascajal	Agosto/1996							Sedimento	Temperatura, salinidad, OD y pH e identificación de meiobentos		si			si	Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 9 No 1	Se muestreó el sedimento en 16 estaciones: 7 en el Río Guayas, 3 en el Canal de Cascajal y 6 en el Estero Salado
La dinámica de acumulación del estuario del río Guayas introduciendo una técnica novel para preparación de muestras y estándares para las tasas de acumulación medidas por medio de exceso de Pb-210.	Paula Tagle	1996	VUB-IFAQ	Río Guayas y Estero Salado	18 y 20/agosto/1991			1			si									
Ubicación de piscinas camaroneras y alternativas de manejo en ecosistemas de manglares en el Ecuador	Snedaker Samuel, Dickinson Joshua, Brown Melvin, Lahmann Enrique	1988	PMRC/USAID	Río Guayas - Canal de Cascajal - Estero Salado	Febrero-marzo/1985				10:00 - 15:00				Disco secchi, turbidez, color, pH, salinidad, temperatura, clorofila, biomasa, especies	si					Serie Estudios PMRC	Como parte del estudio se caracterizaron 10 camaroneras en las Provincias de El Oro y Guayas. Se tomaron muestras de agua de las piscinas en las descargas y en las aguas de abastecimiento. Se estudiaron 6 áreas representativas de manglar
Acces channel of Puerto Marítimo, Guayaquil, Ecuador Causes of sedimentation and recommendations on remedial measures. Main report. Final report on investigations (Draft). Volumen I	DelR Hydraulic Laboratory	1985	Delft Hydraulics Laboratory	Río Guayas - Canal de Cascajal - Estero Salado	Enero/1984														Libro, Volumen I	Se dan las condiciones hidromorfológicas, los aspectos náuticos, sedimentológicos, dragado, ecología, económicos, rediseño del canal de acceso
Algunas características químicas de los sedimentos del Golfo de Guayaquil	Manual Valencia Touriz	1980	INOCAR	Golfo de Guayaquil	Octubre/1976	1 mes	1				si	Sedimento	En sedimentos: Carbono orgánico, Nitrógeno orgánico, fosfatos, CaCO3, Cloruros, relación C/N, humedad, análisis textural	si	si					Se tomaron 27 muestras de sedimento con draga Smith McIntire
Evaluación de la contaminación en un ramal del Estero Salado (Puente 5 de junio-Puerto Marítimo) en base a la demanda de oxígeno (DBO5) calculada por el método manométrico	Sonia Pizarro Andrade	1991	ESPOL	Estero Salado (Puente 5 de junio-Puerto Marítimo)	6/Septiembre-22/octubre/1990	2 meses		7			si		Disco secchi, salinidad, temperatura, pH, color, turbiedad, nutrientes, oxígeno disuelto, oxígeno de saturación, fitoplancton, bacteriología, corrientes	si	si		si			Se realizaron 5 muestreos
Ecuador. Perfil de sus recursos costeros	Fundación Pedro Vicente Maldonado	1987	PMRC	Zona costera ecuatoriana																Estudio de tipo recopilatorio de la información disponible a la fecha, mediante talleres y revisión y análisis de los sectores ligados al uso de los recursos costeros
Estado actual del recurso malacológico (bivalvos y gasterópodos) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil	Manuel Cruz	1992	Inocar	Canales de Jambellí, Cascajal, Canal del Morro y Estero Salado	Octubre/1978-febrero/1987	9 años	6					Sedimento	Identificación de moluscos	si	si				Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1	Se analizaron 144 muestras obtenidas en seis cruces diferentes
Distribución del Nitrito en las aguas costeras ecuatorianas	Rocio Trejos de Saúscum y Taizo Okuda	1983	Inocar	Aguas Costeras ecuatorianas	Octubre/1973-marzo/1980	7 años	8				si	Agua	Temperatura, salinidad, oxígeno y nitritos		si		si	si	Acta oceanográfica del Pacífico	Los datos se obtuvieron de 8 cruces oceanográficos realizados entre 1973 y 1980
Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el área Frente al Ecuador	Okuda, Valencia y Trejos	1983	Inocar	Aguas Costeras ecuatorianas	Marzo/1975-marzo/1980	5 años	6				si	Agua	Salinidad, oxígeno disuelto, fosfato, nitrato		si		si	si	Acta oceanográfica del Pacífico	Los datos se obtuvieron de 6 cruces oceanográficos realizados entre 1975 y 1980
Relación ecológica de Crasinella Varians (bivalvo) y Cibicides Bertheloti, F. Boueana (foraminífero) en el Golfo de Guayaquil	Gualancañay y Cruz	1984	Inocar	Estuario exterior e interior	Noviembre/1976						si		Identificación de moluscos y foraminíferos	si	si					Se tomaron 29 muestras de sedimento
Un estado interdisciplinario de la contaminación Marina en el Río Guayas y el Estero Salado	Francisco Medina		ESPOL-CONUEP	Río Guayas y Estero Salado	Noviembre/1992-febrero/1995	36 meses		180		4 días			Temperatura, disco secchi, Salinidad, sólidos suspendidos, pH, turbiedad, color, Oxígeno disuelto, fosfato, nitrato, nitrito y amonio, clorofila a. En sedimento: Cu, Cd, Pb, Fe, Hg, textura granulométrica, carbonato, materia orgánica. Fitoplancton y zooplancton	si	si		si			No se elaboró el informe final del proyecto

Nombre_Estudio	Autor	Año de Publicación	Institución ejecutora	Area del estudio	Fecha periodo de muestreo	Duración total periodo de estudio (muestreo)	Numero de campañas	Periodo entre muestreos (días)	Hora del muestreo	Duración del muestreo (cada campaña)	Posicionamiento	Estratos estudiados	Parámetros medidos	Información formativa digital	Tablas de datos	Mapa(s)	Secciones	Plot xy	Libro/revista/Acta/Boletín científico u otro	Observaciones	
Estudio de la Calidad del Agua Costera Ecuatoriana	Grupo de Trabajo de Calidad de Agua Costera	1993	PMRC	Agua Costeras ecuatorianas	Diciembre/1987-abril/1990								Parámetros físico químicos básicos, microbiología, metales pesados, pesticidas, hidrocarburos	si						Publicación resultado de los muestreos del grupo de trabajo en calidad del agua, presentan muestreos en todas las provincias. Los parámetros monitoreados difieren entre provincias	
Estudio de Impacto Ambiental del Dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil	Inocar	1999	INOCAR	Estero Salado ecuatorianas	Julio/1998							Agua y sedimento	Corrientes, temperatura, salinidad, pH, oxígeno disuelto, DBO, fosfato, nitrato, nitrito, silicato, hidrocarburos disueltos y dispersos, parámetros microbiológicos, metales pesados y pesticidas. En sedimento: materia orgánica total, carbono orgánico, nitrógeno orgánico, fósforo total, parámetros microbiológicos, metales pesados y pesticidas. En organismos: proteínas y grasas	si			si		Informe del EIA en la zona del Estero Salado previo al dragado		
Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas	Roberto Jiménez y Flor Pesantes	1978	INOCAR	Agua Costeras ecuatorianas	24-29/octubre/1973	5 días	1					Agua	Composición superficial y subsuperficial del fitoplancton, conteos celulares, clorofila y producción primaria, temperatura, salinidad y nutrientes		si	si	si	si	Publicación del INOCAR	Se estudio la columna de agua hasta los 50 m, tomándose muestras a los 10,20,30 y 50 m	
Soluciones para el problema de contaminación del Estero Salado - Guayaquil	Robert B. Holden	1978	FIMCM	Estero Salado, zona urbana									Temperatura, salinidad, identificación de dinoflagelados	si	si				Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1	Artículo de análisis de la situación del Estero, de los procesos estuarinos importantes y se dan soluciones provisionales	
Los dinoflagelados como indicadores de El Niño en el mar ecuatoriano	Flor Pesantes S.	1983	INOCAR	Plataforma Continental	4-13/Diciembre/1972	10 días					si		Temperatura, salinidad, identificación de dinoflagelados						Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1	Se recolectaron 37 muestras de fitoplancton mediante arrastre superficial	
Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil	CAAM	1996	INOCAR	Mar ecuatoriano	Agosto/1971, diciembre/1972, mayo, octubre y diciembre/1973 y junio/1974	4 años	6			15 minutos		Agua	Identificación y cálculo de abundancia relativa de Foraminíferos planctónicos		si		si		Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1	Se muestreo aguas superficiales	
Notas hidrológicas de aguas superficiales ecuatorianas según indicadores biológicos foraminíferos planctónicos	María Luzuriaga de Cruz	1992	INOCAR	Mar ecuatoriano	Julio/1984 - junio/1985	1 año						Agua	Identificación de moluscos incrustantes en maderas		si		si		Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1	Se colocaron por periodos de entre 3 y 12 meses paneles de madera en cinco puertos del Ecuador para estudiar los organismos incrustantes	
Moluscos incrustantes de maderas en el mar ecuatoriano	Manuel Cruz	1992	INOCAR	Mar ecuatoriano	Julio/1984 - junio/1985	1 año						Agua	Identificación de moluscos incrustantes en maderas		si		si		Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1	Se estudiaron 61 muestras de sedimento, recolectadas con draga Shipek, el posicionamiento se realizó mediante triangulación	
Estudio de las características sedimentológicas de la Zona litoral comprendida entre Anconito y General Villamil (Playas). Provincia del Guayas, Ecuador	Bolívar Soledispa	1992	INOCAR	Area costera entre Anconito y General Villamil							si	Sedimento	Análisis granulométrico y parámetros estadísticos						Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1	Se estudiaron 61 muestras de sedimento, recolectadas con draga Shipek, el posicionamiento se realizó mediante triangulación	
Variación estacional de la posición del Frente Ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas	T. Okuda et al	1983	INOCAR		1973-1980	7 años	10					Agua	Datos meteorológicos, temperatura, salinidad, OD, nutrientes		si	si	si	si	Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1		
Presencia de Pterópodos tecosomados en el Golfo de Guayaquil	Manuel Cruz	1983	INOCAR	Golfo de Guayaquil	Enero-febrero/1978						si	Agua	Identificación de organismos	si	si				Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1	Se muestrearon 8 estaciones mediante arrastre oblicuo desde los 4 m de profundidad	
Contribución al conocimiento del género Bolivina D'Orbigny, 1839 (foraminífero) en el Golfo de Guayaquil	Elena Gualanahay	1983	INOCAR	Golfo de Guayaquil	Octubre/1976		1				si	Sedimento	Identificación de especies	si					Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1	Se analizaron 29 muestras de fondo, tomadas con dragas Van Veen y smith McIntire	
Diversity of sandy beach macrobenthos as indicators of the climate at the ecuadorian coast using GIS	Nguyen Thi Hai Van	2002	VUB	Costa de la Provincia del Guayas	Area costera Posorja	Agosto/1999- Junio/2002	36373	37437	1999	3 años						Sedimento	Identificación taxonómica, densidad y diversidad de macrobentos, salinidad, temperatura, composición de sestón, clorofila a, material particulado suspendido, materia orgánica particulada, características del oleaje, rango de mareas			si	
Distribución y migraciones verticales del zooplancton en el Golfo de Guayaquil	María Luzuriaga de Cruz																			Trabajo realizado en crucero de junio/78 del INP mismas estaciones de estudio de Peribonio Estudio ecologico del mesoplancton (Calculado en hoja del trabajo original)	
Estudio de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil Exterior (Canal del Morro y Jambell)	Francisco Villamar	1989	INOCAR		17-18 Junio/1986 y 16-20 Febrero/1987		2				si	Sedimento	Identificación de especies	si	si				Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 5 No. 1	Se tomaron 47 muestras bentónicas con draga tipo Van Veen	
Distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil interior y su relación con algunos factores ambientales	Elena Gualanahay	1990	INOCAR	Golfo de Guayaquil Estuario exterior	Marzo y septiembre/1988		2				si	Agua y sedimento	Salinidad, turbidez, sedimentos, pH		si		si		Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 5 No. 1	Se tomaron 59 muestras bentónicas con draga tipo Van Veen	

ANEXO B

MAPAS TEMATICOS

UBICACIÓN DE ESTACIONES DE MUESTREO
EN ALGUNOS ESTUDIOS REALIZADOS EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL



Simbología

AUTOR (Número de estaciones de muestreo)

● CARDENAS 1989-1990	(20)
● DELFT 1984	(11)
● DIGMER-CPPS 1994	(32)
● ESPOL-CONJEP 1992-1995	(13)
● ESPOL-INOCAR-VUB 1996-1997	(25)
● GUERRERO 1998-1999	(5)
● INOCAR 1998	(6)
● INP 1994-1996	(12)
● INP/CPPS 1986	(36)
● Pizarro 1990	(6)
● VALENCIA 1976	(27)

ZONIFICACIÓN GEOGRAFICA DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

Zonificación - Simbología

- CANAL DE CASCAJAL
- CANAL DE JAMBELI
- CANAL DEL MORRO
- ESTERO SALADO
- ESTERO SALADO-ZONA URBANA
- ESTUARIO EXTERIOR
- RIO GUAYAS



GOLFO DE GUAYAQUIL

Meridiano 81° 00' 30" W

Paralelo 03° 23' 33.96" S

Canal del Morro

Isla Puná

Canal de Jambelí

Isla Sta Clara

Estero Salado

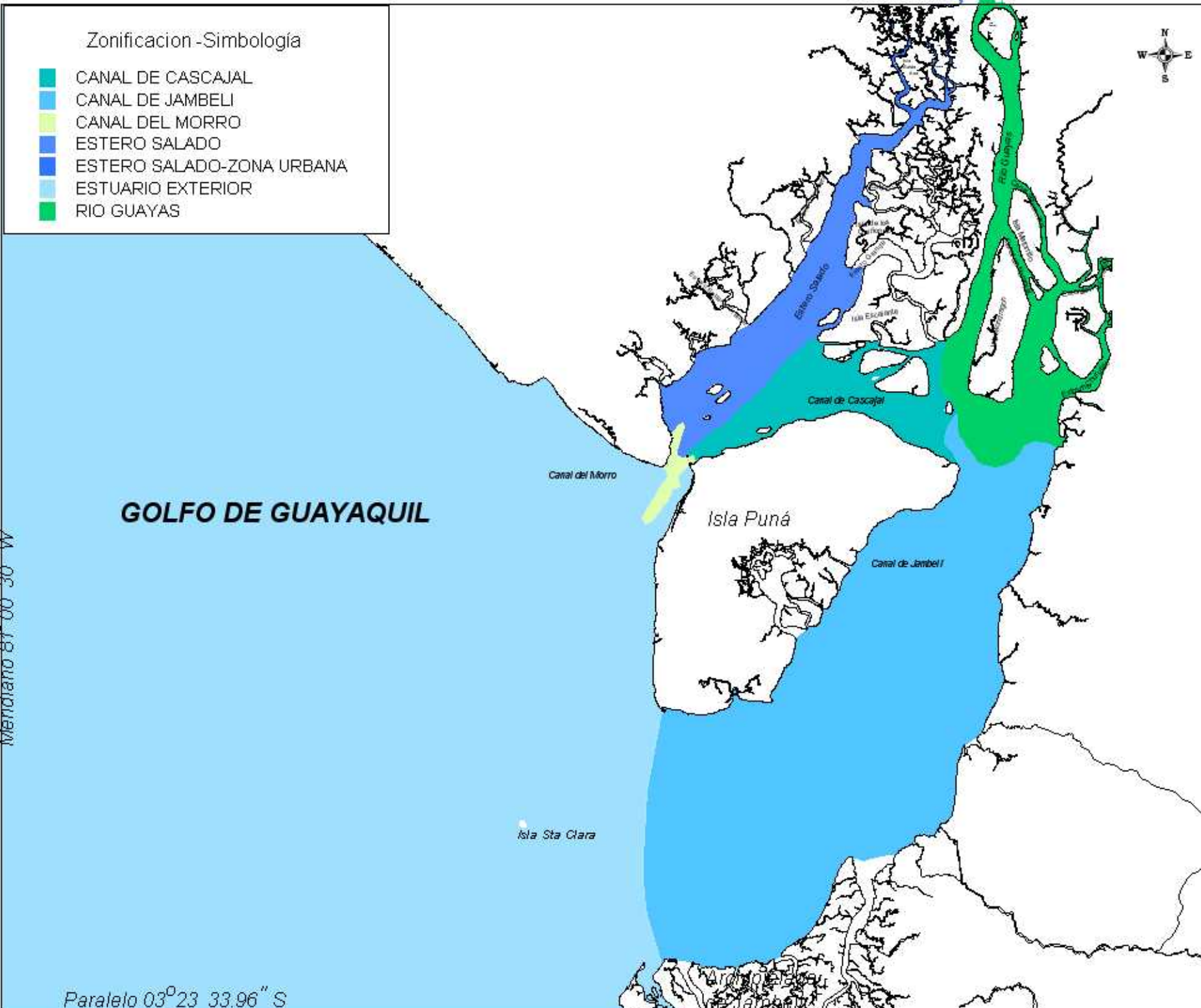
Canal de Cascajal

Río Guayas

Isla Morro

Isla Escobedo

Jambelí



GOLFO DE GUAYAQUIL: ESTUARIO INTERIOR

CORRIENTES MEDIAS EN Z - DELFT, sept.-oct. 1984



Unidad: m/s
Magnitud: Factor de escala 1/4000

Sicigia flujo



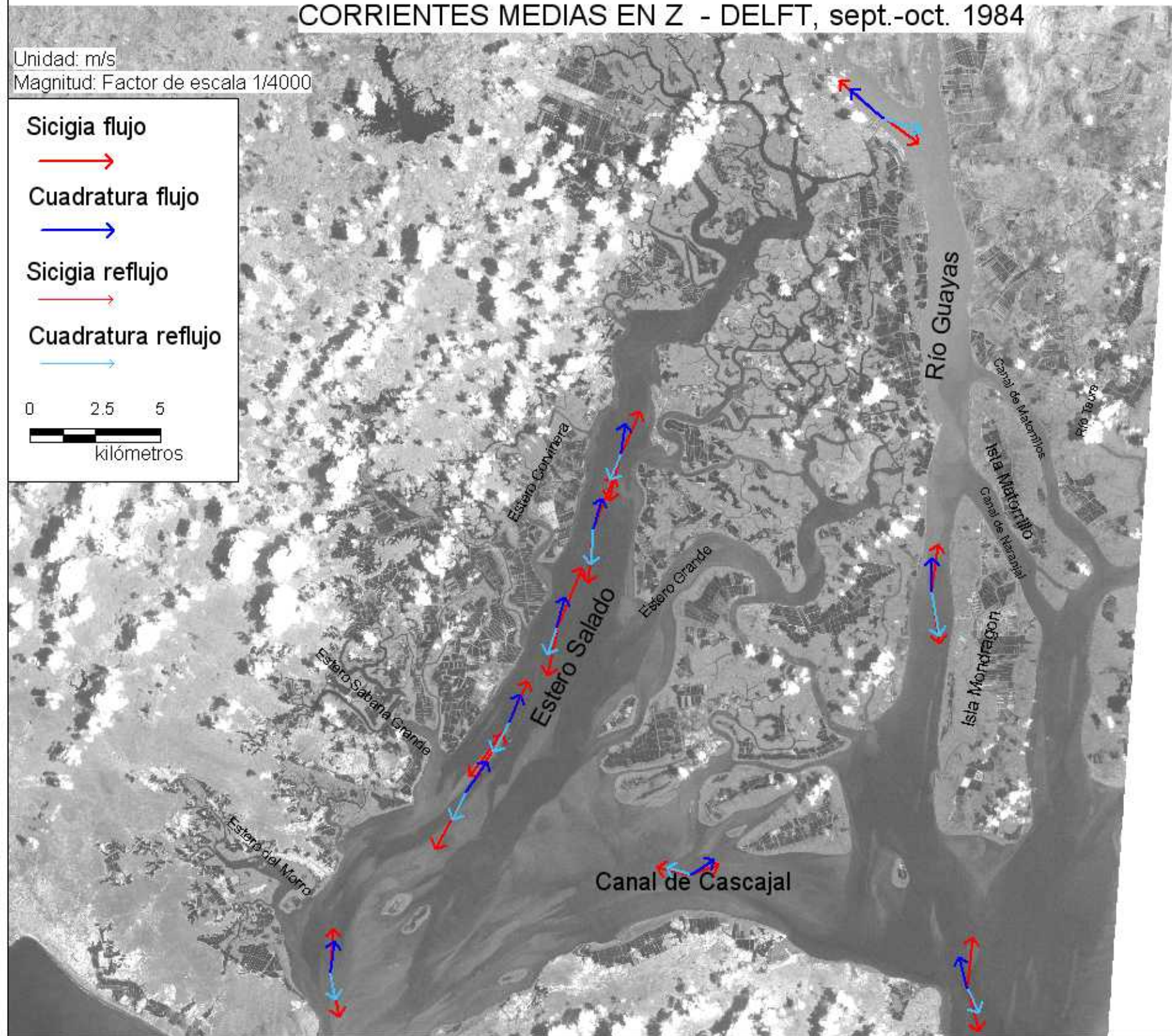
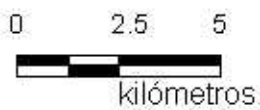
Cuadratura flujo



Sicigia reflujo



Cuadratura reflujo



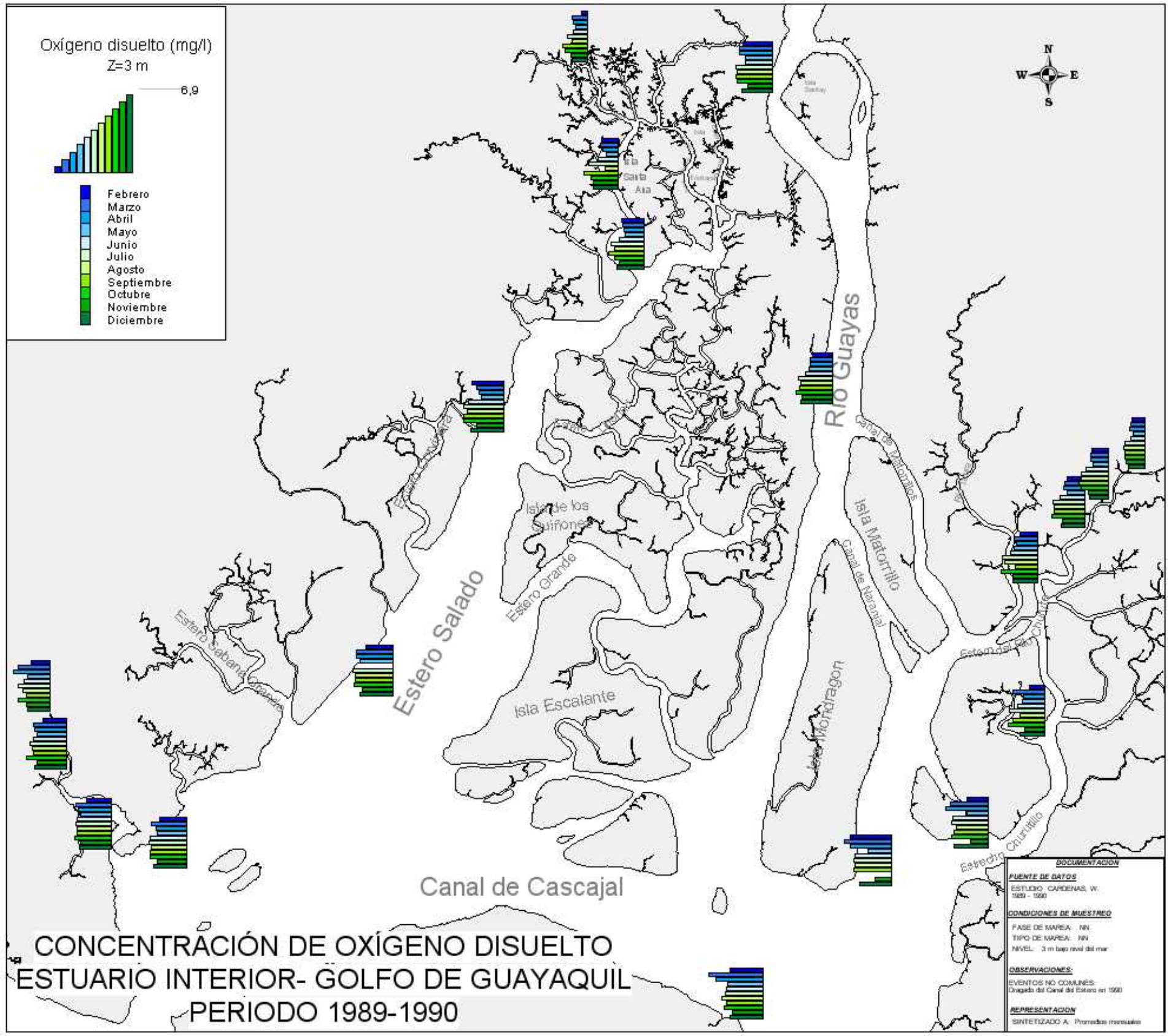
Oxígeno disuelto (mg/l)

Z=3 m

6,9



Febrero
Marzo
Abril
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre
Diciembre



CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELT ESTUARIO INTERIOR- GÓLFO DE GUAYAQUIL PERIODO 1989-1990

DOCUMENTACION	
FUENTE DE DATOS	ESTUDIO CARDENAS, W. 1989 - 1990
CONDICIONES DE MUESTREO	FASE DE MAREA: NN TIPO DE MAREA: NN NIVEL: 3 m bajo nivel del mar
OBSERVACIONES:	EVENTOS NO COMUNES: Dragado del Canal del Estero en 1990
REPRESENTACION	SINTETIZADO A: Promedios mensuales

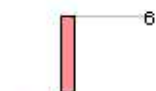
CONCENTRACION DE OXÍGENO DISUELTO EN SUPERFICIE Y FONDO NOVIEMBRE 1992 - ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

Oxígeno Disuelto - Superficie
Noviembre 1992



5.3 - 5.95 (mg/l)

Oxígeno Disuelto - Fondo
Noviembre 1992



4.25 - 5.8 (mg/l)



Canal del Morro

Isla Puná

Canal de Cascajal

Canal de Jambellí

DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

ESPOL - CONUEP
1992 - 1995

CONDICIONES DE MUESTREO

FASE DE MAREA: Fijoy Retiyo
TIPO DE MAREA: Siclogia

OBSERVACIONES:

EVENTOS NO COMUNES:
El Niño 1992 - Infratendencia media

REPRESENTACION

SINTETIZADO A: Promedios por sitio

CONCENTRACIÓN DE OXÍGENO DISUELT
 EN SUPERFICIE Y FONDO
 PARA 5 CAMPAÑAS COMPRENDIDAS ENTRE 1992-1995

Oxígeno Disuelto - Superficial
 (mg/l)

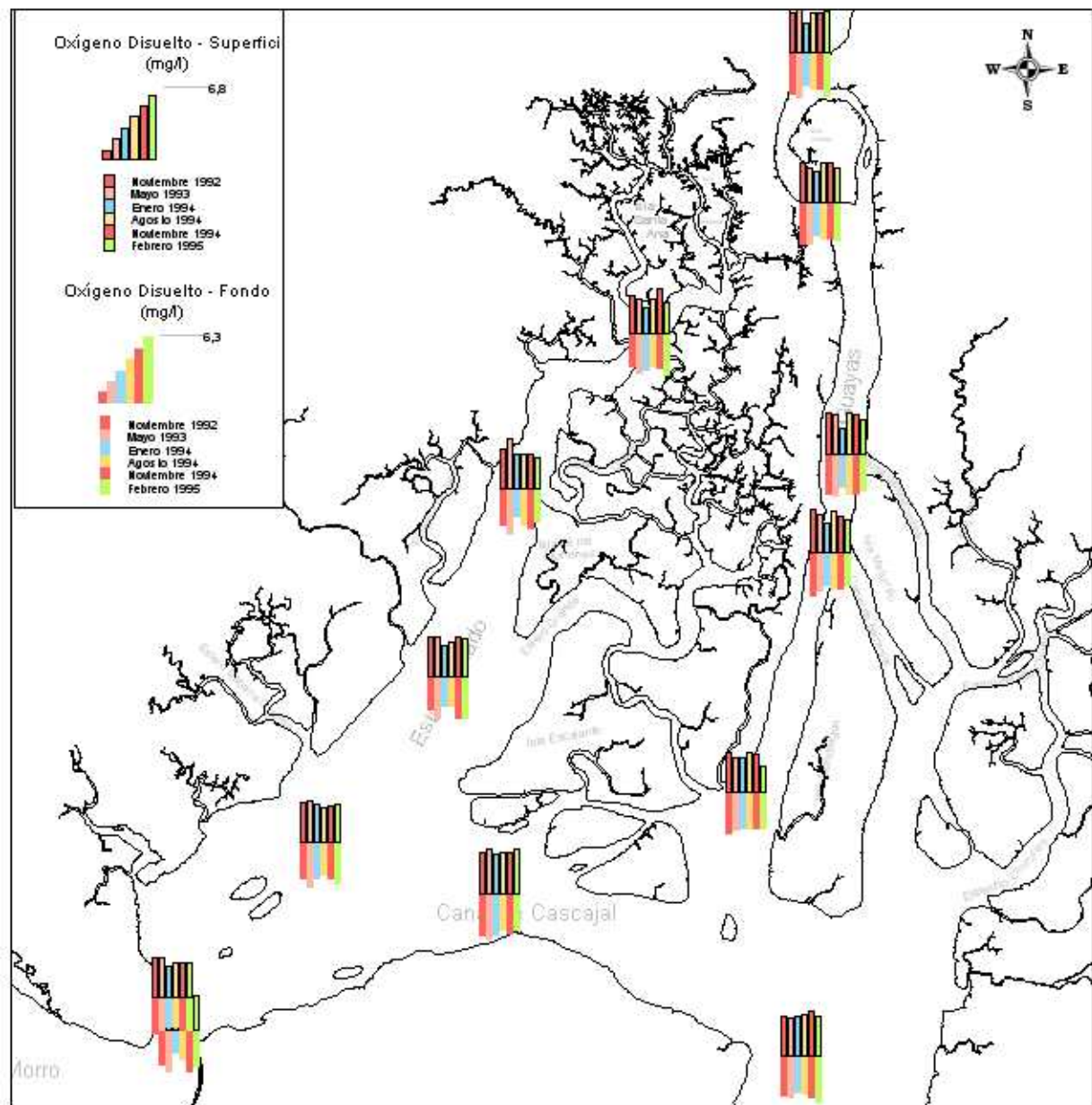


■ Noviembre 1992
 ■ Mayo 1993
 ■ Enero 1994
 ■ Agosto 1994
 ■ Noviembre 1994
 ■ febrero 1995

Oxígeno Disuelto - Fondo
 (mg/l)



■ Noviembre 1992
 ■ Mayo 1993
 ■ Enero 1994
 ■ Agosto 1994
 ■ Noviembre 1994
 ■ febrero 1995



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

ESPOL - COHUEP
 1992 - 1995

CONDICIONES DE MUESTREO

FASE DE MAREA: Flujo y Retiro
 TIPO DE MAREA: Siclogia

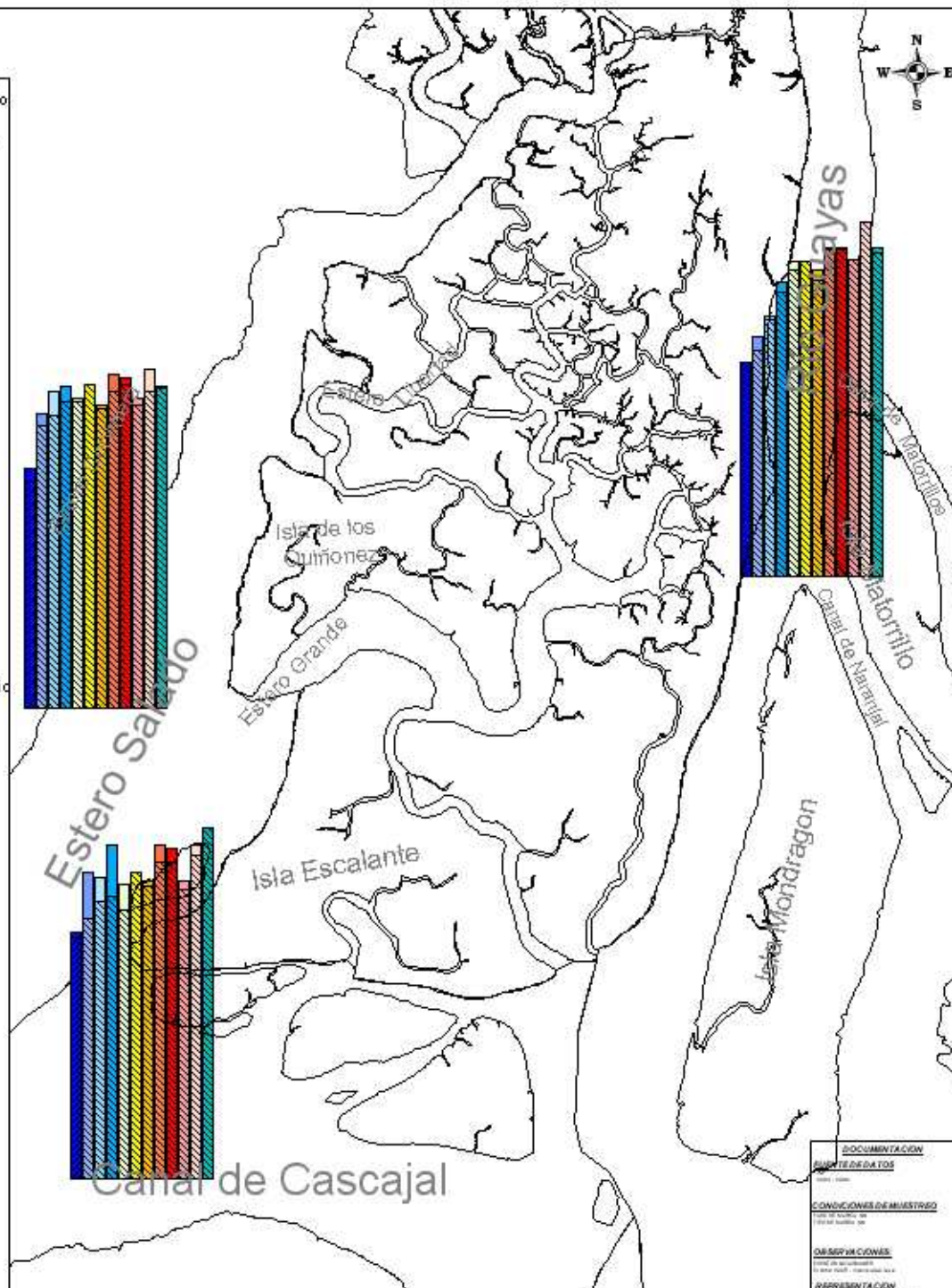
OBSERVACIONES:

EVENTOS NO COMUNES:
 ■ Nifo 1992 evento intensidad media
 ■ Nifo 1995 evento intensidad leve

REPRESENTACION

SINTETIZADO A: Promedios por marea

CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO EN SUPERFICIE Y FONDO MEDIAS MENSUALES EN EL PERIODO 1994-1996 PARA ESTERO SALADO, CANAL DE CASCAJAL Y RIO GUAYAS



DOCUMENTACION
INSTRUMENTOS
 1994-1996

CONDICIONES DE MUESTRO
 Hora de Muestro: 08:00
 Tipo de Muestro: 01

OBSERVACIONES
 Estado de las condiciones:
 1994: 0101 - 0102 - 0103 - 0104

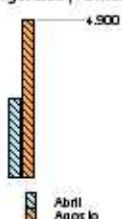
APRESENTACION
 1994-1996 - Presentación Final

CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS
EN SUPERFICIE Y FONDO- ÉPOCAS SECA Y LLUVIOSA
EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL
GOLFO DE GUAYAQUIL

Sólidos Suspendedos (mg/l) - Superficie
Agosto/96 y Abril/97



Sólidos Suspendedos (mg/l) - Fondo
Agosto/96 y Abril/97



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

ESPOL-INOCAR-VUB
GEG GUAYAS SALADO
1996 - 1997

CONDICIONES DE MUESTREO

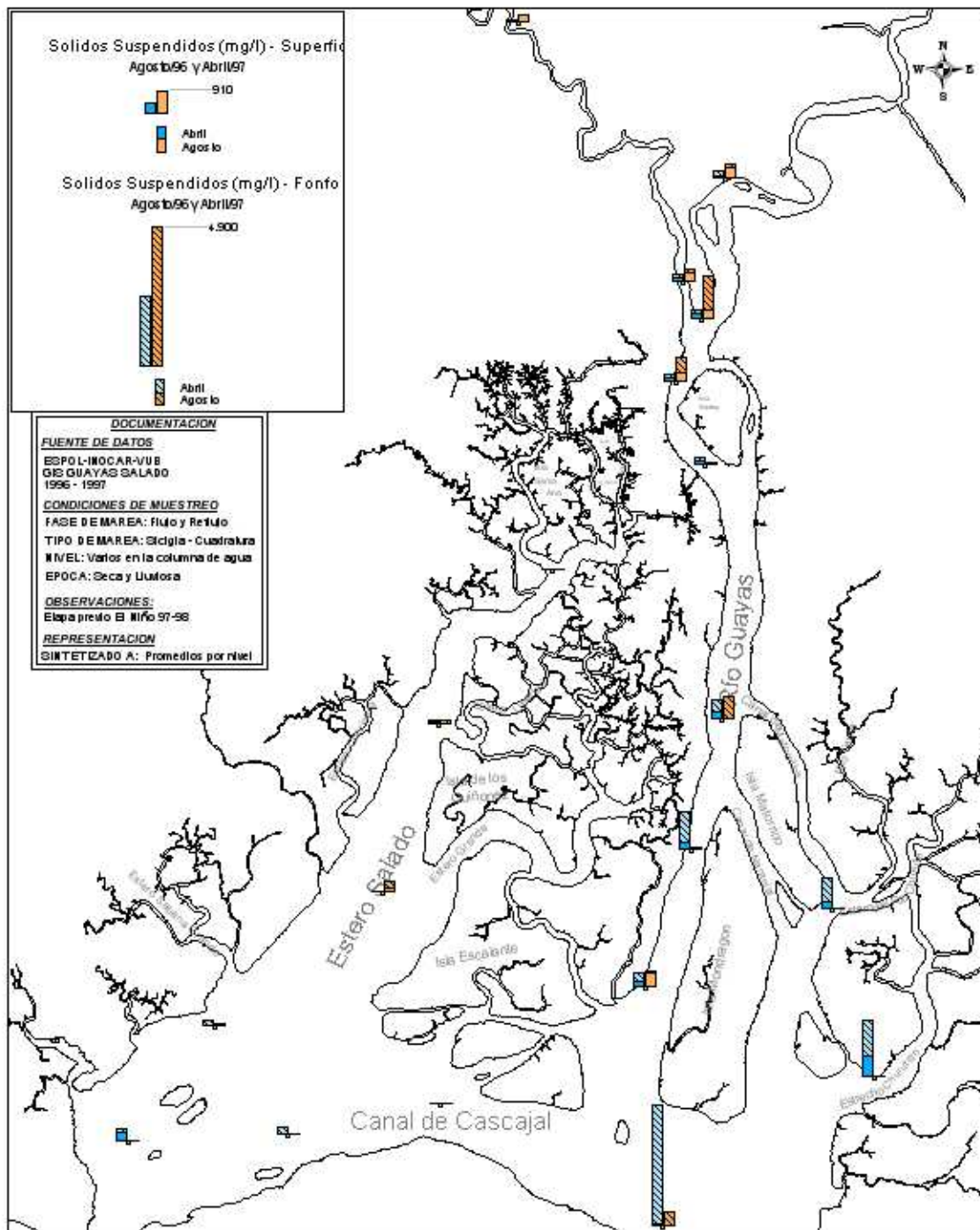
FASE DE MAREA: Flujó y Retlido
TIPO DE MAREA: Sicigia - Cuadratura
NIVEL: Varios en la columna de agua
ÉPOCA: Seoa y Lluvia

OBSERVACIONES:

Elaa ptedo B Niño 97-98

REPRESENTACION

SINTETIZADO A: Promedios por nivel



CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL - PERIODO 1989-1990

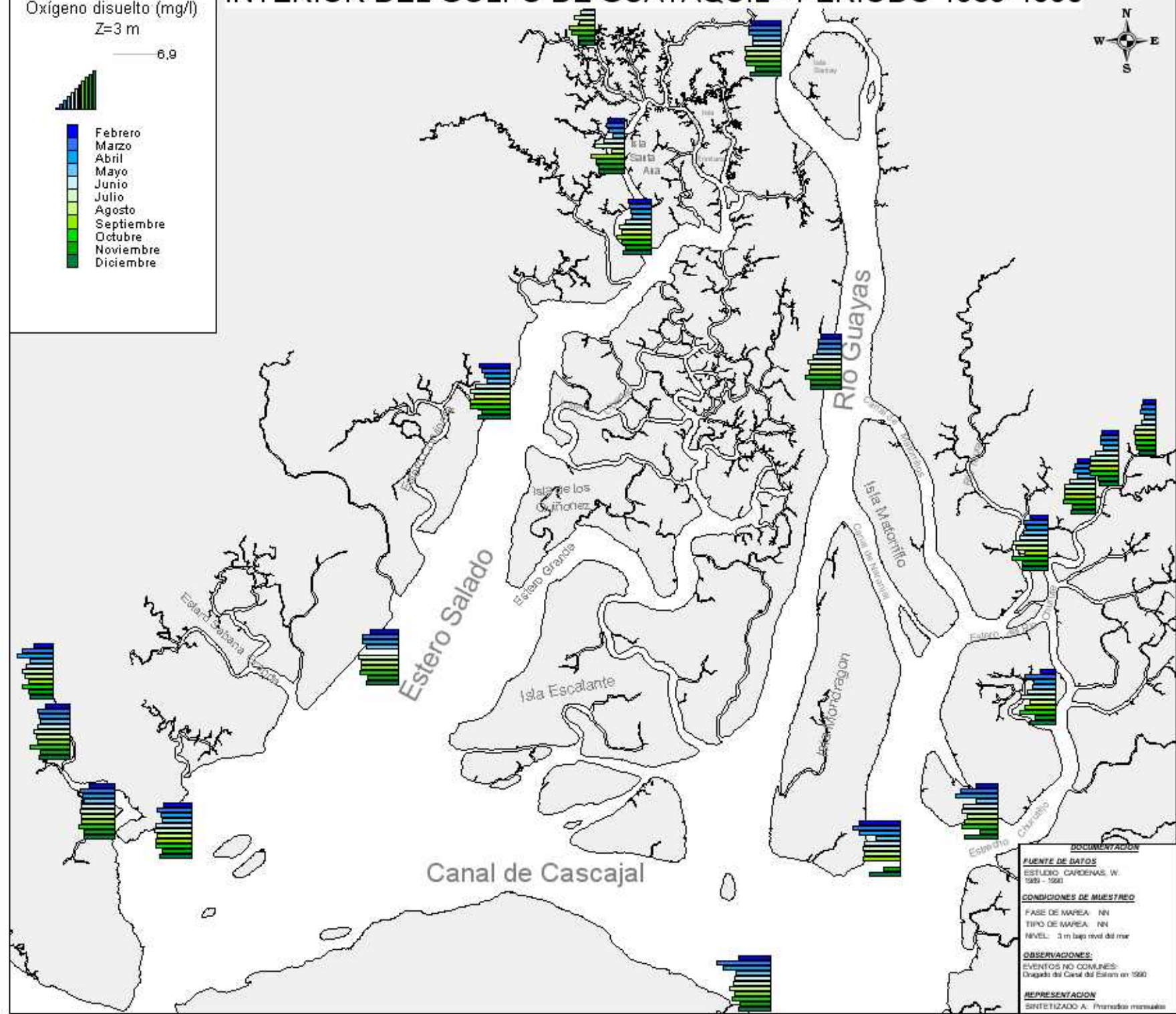
Oxígeno disuelto (mg/l)

Z=3 m

6,9



Febrero
 Marzo
 Abril
 Mayo
 Junio
 Julio
 Agosto
 Septiembre
 Octubre
 Noviembre
 Diciembre



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS
ESTUDIO CARDENAS, W.
1989 - 1990

CONDICIONES DE MUESTREO
FASE DE MAREA: NN
TIPO DE MAREA: NN
NIVEL: 3 m bajo nivel del mar

OBSERVACIONES:
EVENTOS NO COMUNES:
Dragado del Canal del Estero en 1990

REPRESENTACION
SINTETIZADO A: Promedios mensuales

BATIMETRIA DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

MAPAS DE CONTORNOS



GOLFO DE GUAYAQUIL

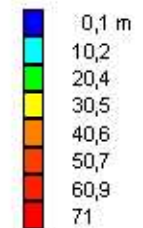
Isla Puná

Isla Sta Clara

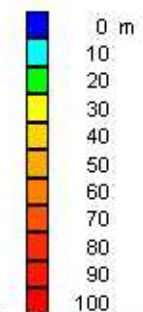
Meridiano 81° 00' 30" W

Paralelo 03° 23' 33.96" S

GIS GuayasSalado 1996 - 1997
Batimetría: mapa de puntos

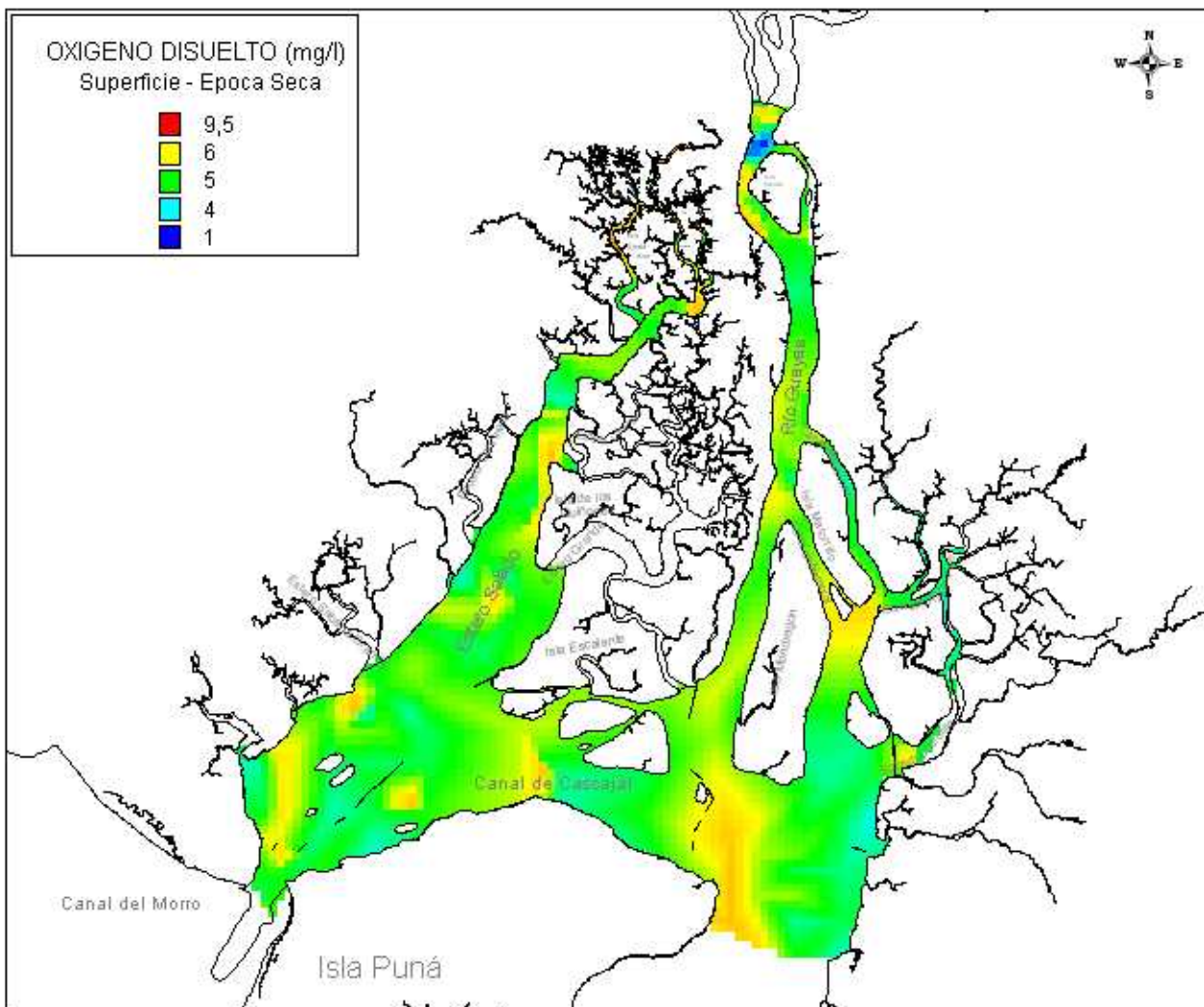
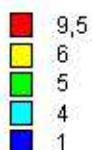


Stevenson 1962-1964
Batimetría: Puntos digitalizados



DISTRIBUCION DE OXIGENO DISUELTO EN EL ESTUARIO INTERIOR

OXIGENO DISUELTO (mg/l)
Superficie - Epoca Seca



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

BASE DE DATOS INTEGRADA

SEPTIEMBRE 1984

AGOSTO 1986

1989-1990

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990

NOVIEMBRE 1992-FEBRERO 1995

JULIO 1994

1994-1996

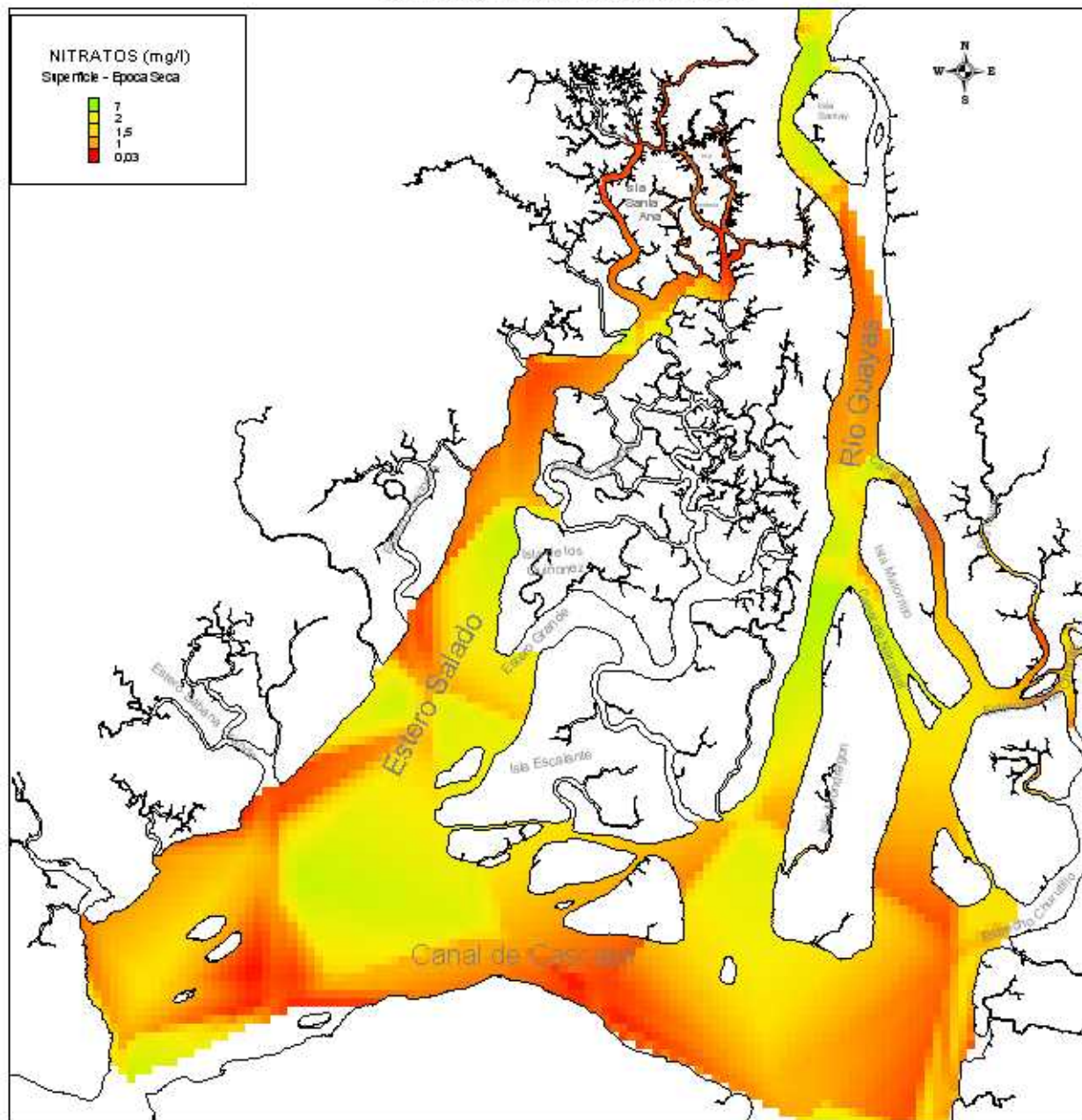
AGOSTO 1996 y ABRIL 1997

AGOSTO 1998-FEBRERO 1999

OBSERVACIONES:

DISTRIBUCIÓN DE NITRATOS EN SUPERFICIE DEL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

NITRATOS (mg/l)
Superficie - Época Seca



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

BASE DE DATOS INTEGRADA

SEPTIEMBRE 1984

AGOSTO 1986

1989-1990

SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990

NOVIEMBRE 1992-FEBRERO 1995

JULIO 1994

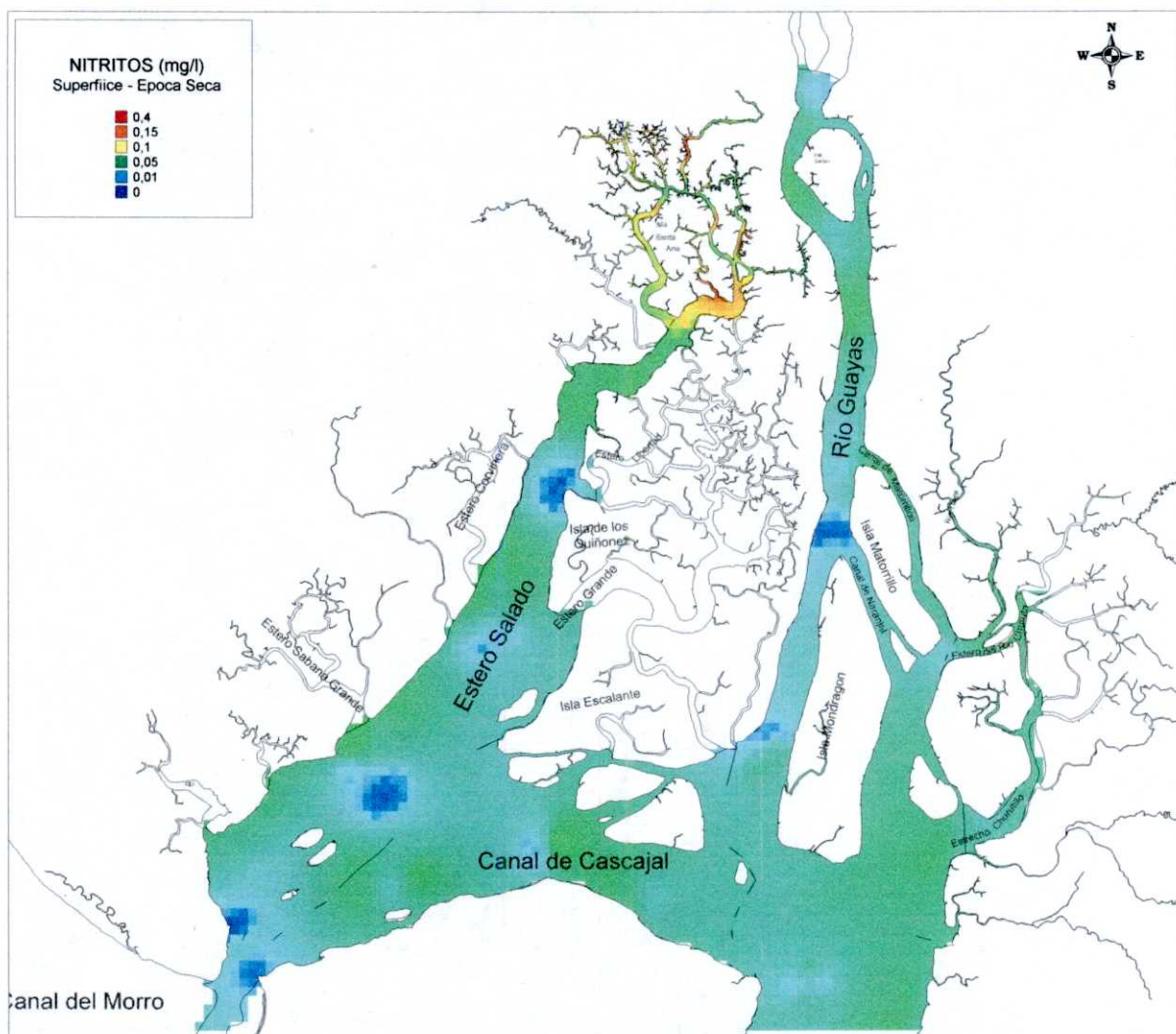
1994-1996

AGOSTO 1996 y ABRIL 1997

AGOSTO 1998-FEBRERO 1999

OBSERVACIONES:

DISTRIBUCIÓN DE NITRITOS EN SUPERFICIE EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL



DOCUMENTACION

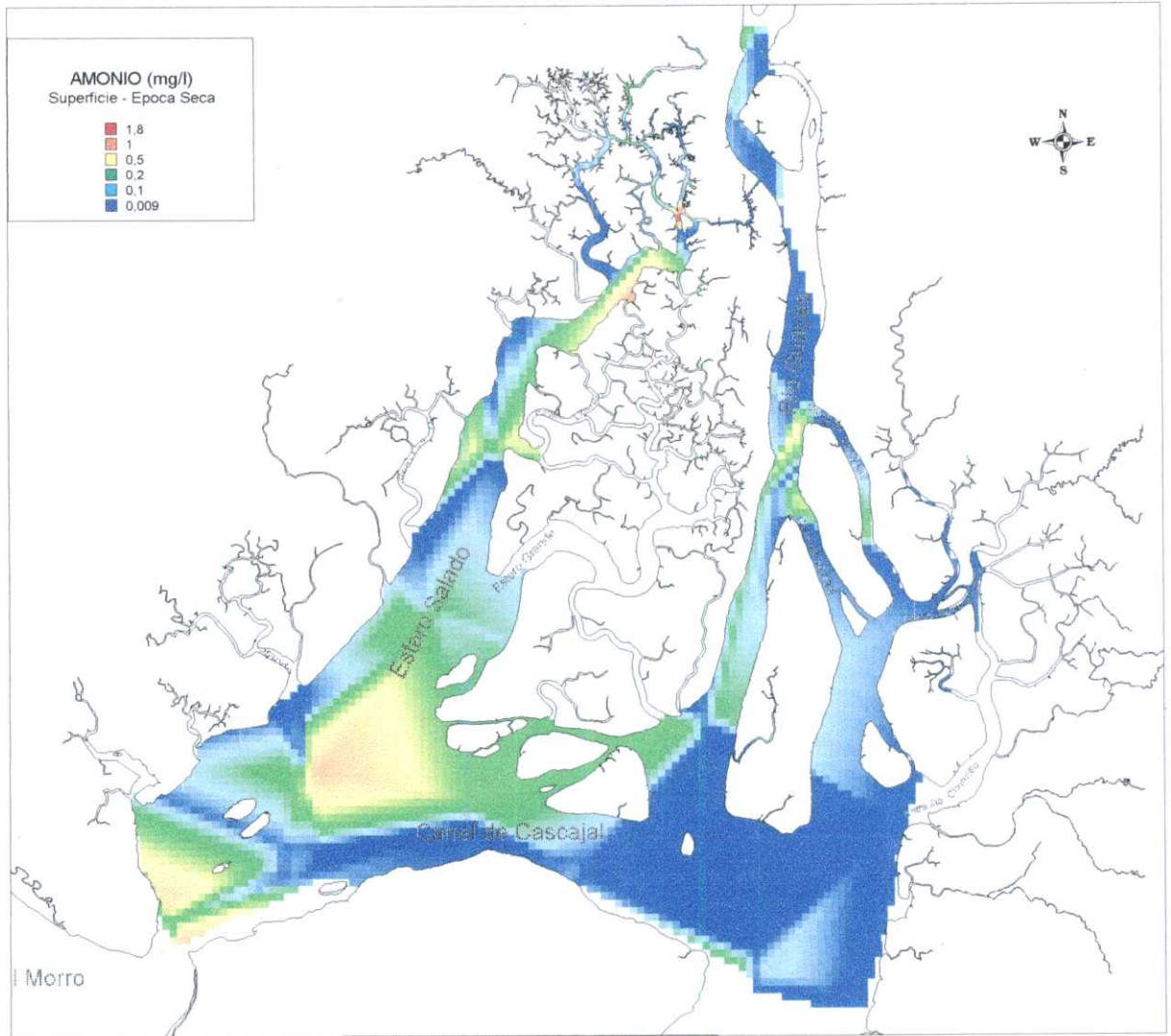
FUENTE DE DATOS

BASE DE DATOS INTEGRADA

SEPTIEMBRE 1984
 AGOSTO 1986
 1989-1990
 SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990
 NOVIEMBRE 1992-FEBRERO 1995
 JULIO 1994
 1994-1996
 AGOSTO 1996 y ABRIL 1997
 AGOSTO 1998-FEBRERO 1999

OBSERVACIONES:

DISTRIBUCIÓN DE AMONIO EN SUPERFICIE EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

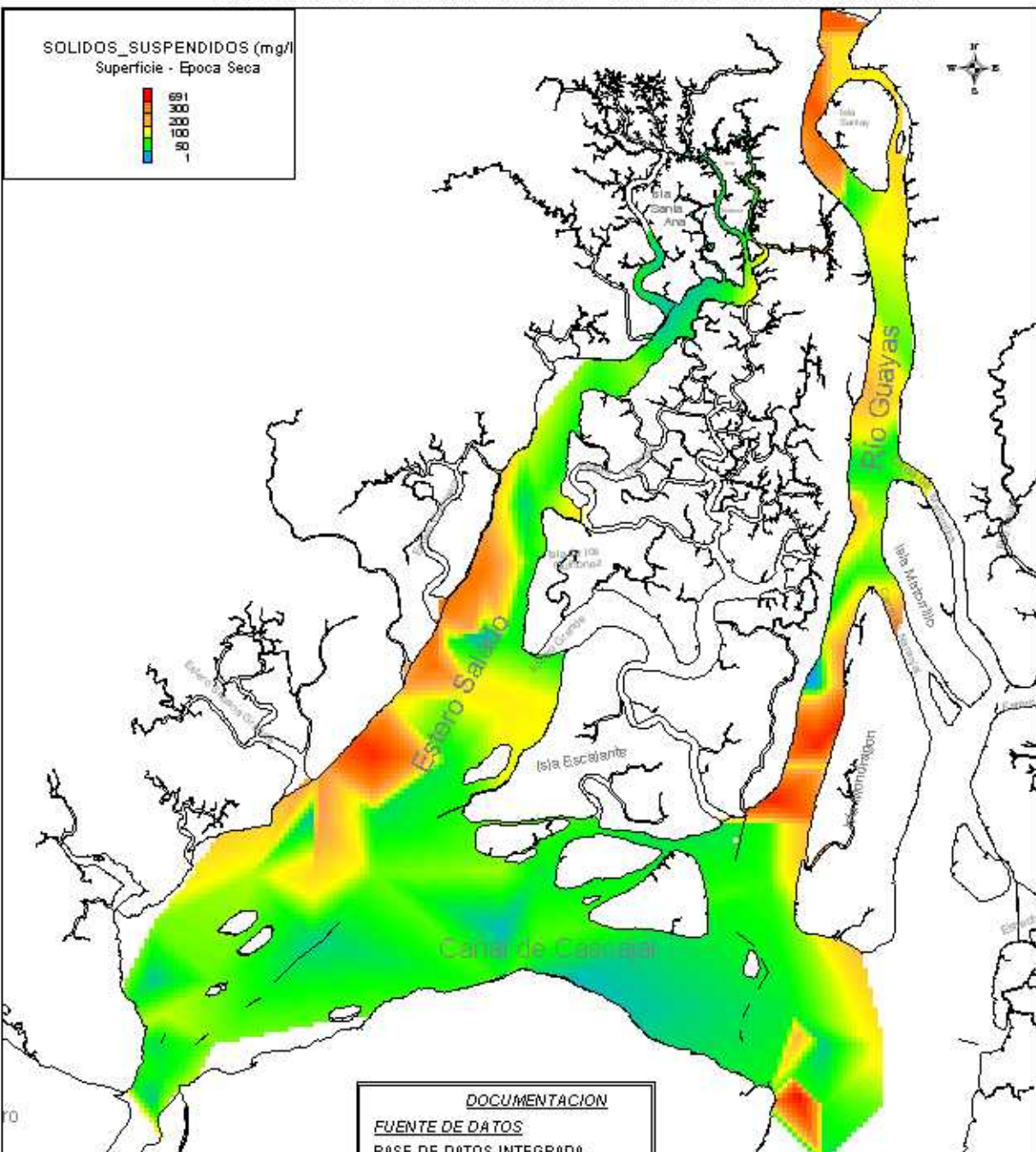
BASE DE DATOS INTEGRADA

SEPTIEMBRE 1984
AGOSTO 1986
1989-1990
SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990
NOVIEMBRE 1992-FEBRERO 1995
JULIO 1994
1994-1996
AGOSTO 1996 y ABRIL 1997
AGOSTO 1998-FEBRERO 1999

OBSERVACIONES:

DISTRIBUCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN SUPERFICIE EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

SOLIDOS_SUSPENDIDOS (mg/l)
Superficie - Epoca Seca



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

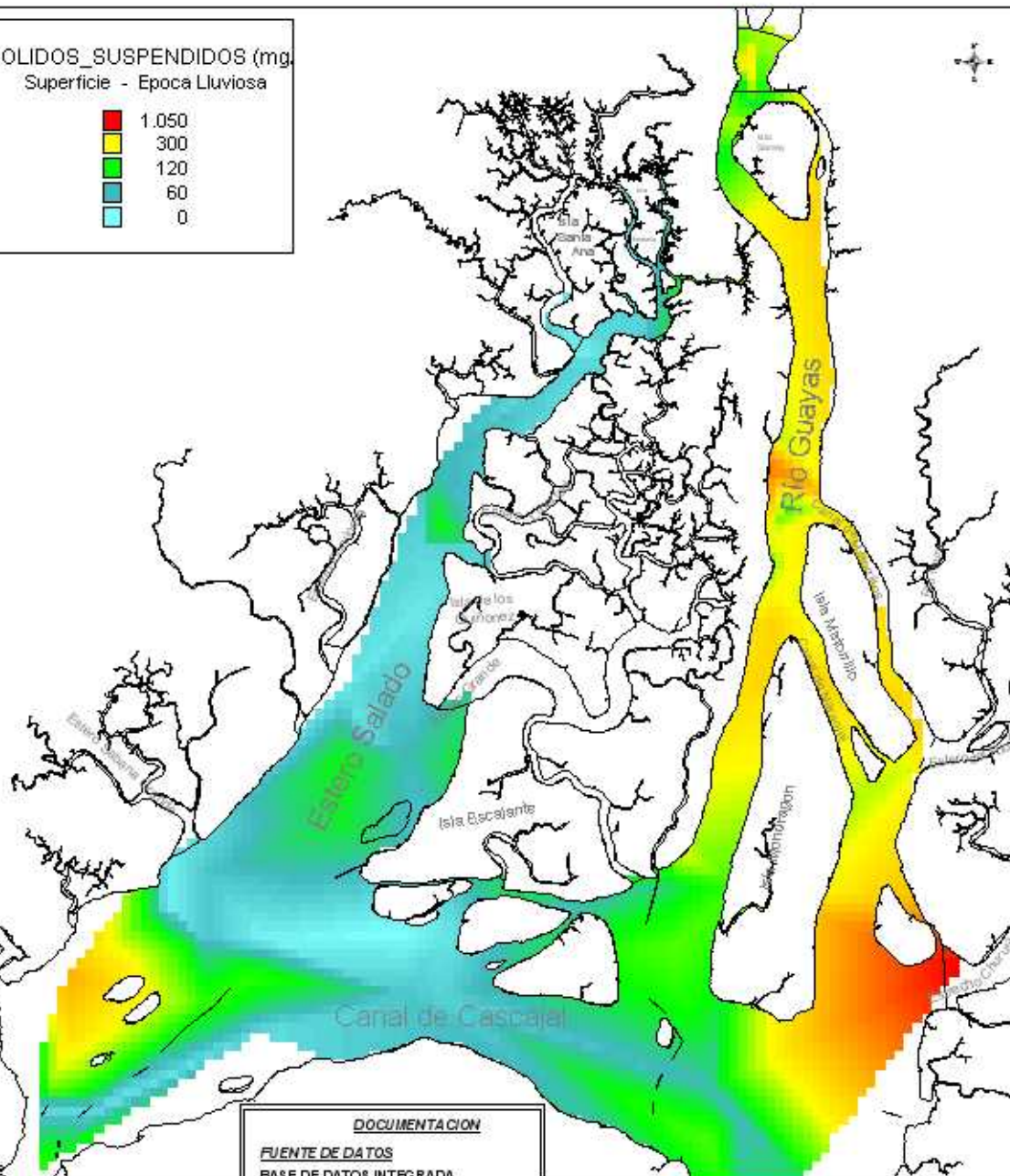
BASE DE DATOS INTEGRADA

SEPTIEMBRE 1964
AGOSTO 1966
1969-1990
SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990
NOVIEMBRE 1992-FEBRERO 1995
JULIO 1994
1994-1996
AGOSTO 1996 y ABRIL 1997
AGOSTO 1998-FEBRERO 1999

OBSERVACIONES:

DISTRIBUCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN SUPERFICIE EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

SOLIDOS_SUSPENDIDOS (mg)
Superficie - Epoca Lluviosa



DOCUMENTACION

FUENTE DE DATOS

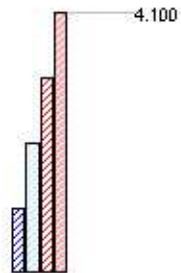
BASE DE DATOS INTEGRADA

SEPTIEMBRE 1984
AGOSTO 1986
1989-1990
SEPTIEMBRE-OCTUBRE 1990
NOVIEMBRE 1992-FEBRERO 1995
JULIO 1994
1994-1996
AGOSTO 1996 y ABRIL 1997
AGOSTO 1998-FEBRERO 1999

OBSERVACIONES:

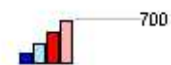
SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN SUPERFICIE Y FONDO EN FUNCIÓN DE LA FASE Y TIPO DE MAREA EN EL ESTUARIO INTERIOR DEL GOLFO DE GUAYAQUIL

Sólidos Suspendedos (mg/l)
DELFT (sept. - oct. 1984)

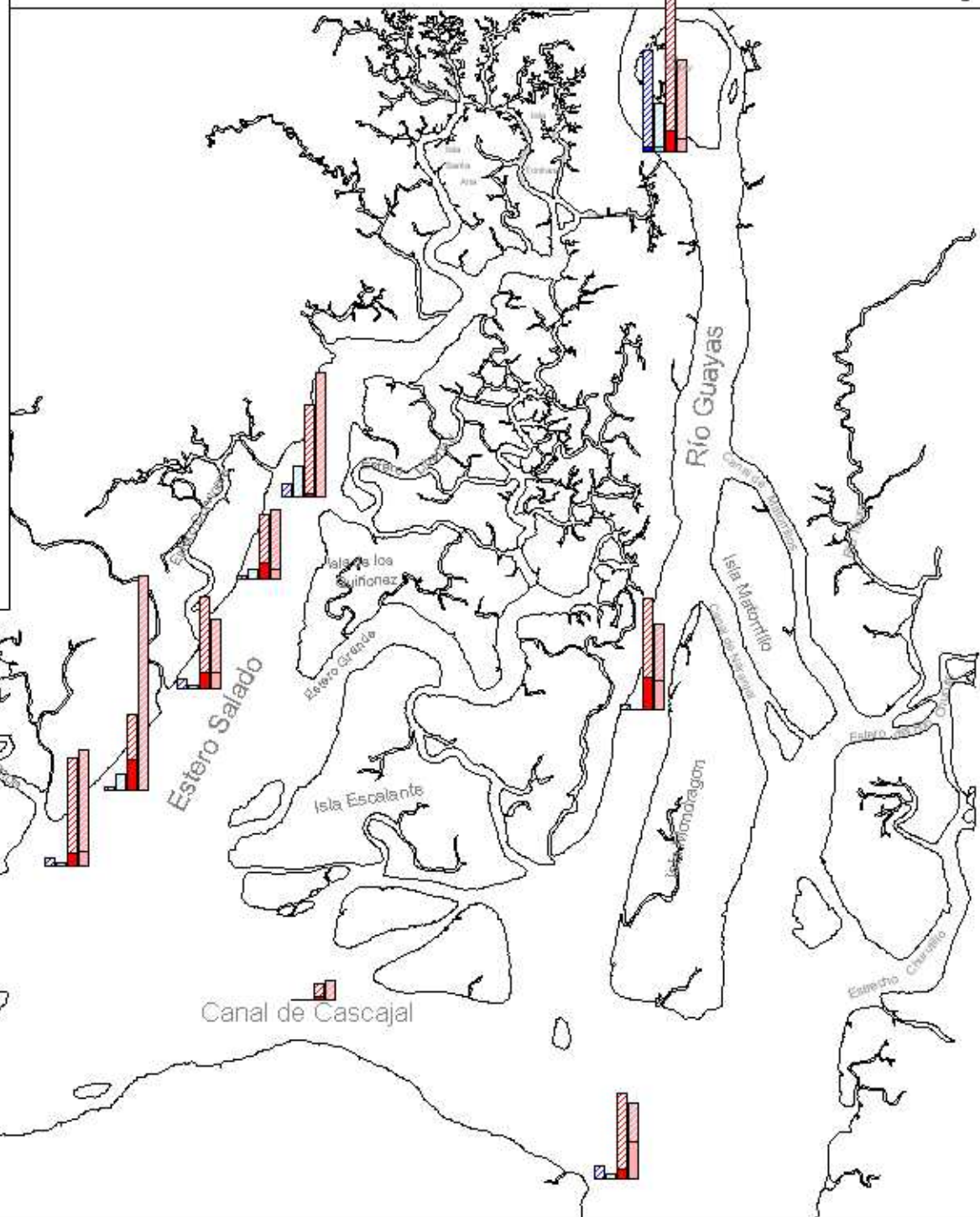


▨ Cuadratura Flujo Fondo
▨ Cuadratura Reflujo Fondo
▨ Sicigia Flujo Fondo
▨ Sicigia Reflujo Fondo

Sólidos Suspendedos (mg/l)



▨ Cuadratura Flujo Superficie
▨ Cuadratura Reflujo Superficie
▨ Sicigia Flujo Superficie
▨ Sicigia Reflujo Superficie



ANEXO C

PROGRAMA DE GRAFICACIÓN DE VELOCIDADES EN AMBIENTE MAPINFO


```
define bandingreso                                ' bandera ingreso clave
Define AppVersion 1.4                             ' define la version del programa ...
```

```
Global vartemp, temp, tbl_list, col_lst, ingr_tab as string
Global verifica1, verifica2, verifica3, verifica4, verifica as string
global este1, norte1 as float
global tablasr(50), columnasr(50) as string
global este2, norte2 as float
global dx, dy, velocidad, teta as float
GLOBAL MAP_SCOPE, bandera, xv, num_cols AS INTEGER
global cpi as float
global user_select, i_numcols, user_scol As SmallInt
global ind01, ind02, ind03, ind04, ind05 as integer
```

```
*****
' 0. Crea un dialogo mediante el cual se ingresa una clave.
'
' MapBasic program to facilitate the navigation through the data
' of the Gisacuicola geographic database.
'
*****
```

```
Sub Main
  cpi = 3.141593
  bandera = 0
  ' OnError Goto HandleError
```

Crea el dialogo que permite seleccionar el tab y las columnas que se requieren para generar las polilyneas.

```
  Create ButtonPad "Generación Vector Velocidad" As
    PushButton
    HelpMsg "Genera Vectores de Velocidad con Fac=1000"
    Calling Dialog_op
      ID 1
    Icon MI_ICON_HOT_LINK
    PushButton
    HelpMsg "Abre Workspace"
    Calling open_work
      ID 2
    Icon MI_ICON_OPEN_FILE
    PushButton
    HelpMsg "Adios"
    Calling GoodBye
      ID 3
    Icon MI_ICON_CUT
    Title "VECTVEL"
    width 4
    Show
```


End Sub

' *****

sub Dialog_op

Dialog

TITLE "Generacion Automatica de Lineas"

Control Button

ID 1

Title "Abrir Tabla"

calling Select_TAB

Control Button

ID 5

Title "Genera Vector Velocidad"

calling dibuja_lin

Control ListBox

Title tbl_list

position 10,5

width 100

height 127

ID 4

calling escoge_cols

Value 1

Into user_select

Control PopupMenu

position 120,40

width 150

Title col_lst

ID 2

calling select_ceste

into user_scol

Control PopupMenu

position 120,70

width 150

Title col_lst

ID 6

calling select_cnorte

value 1

into user_scol

Control PopupMenu

position 120,100

width 150

Title col_lst

ID 7

calling select_azimuth

value 1

into user_scol

Control PopupMenu

position 120,130

width 150

```

        Title col_1st
        ID 8
        calling select_magnitud
        value 1
        into user_scol
Control StaticText
  Title "Escoge CESTE:"
  Position 120, 30
Control StaticText
  Title "Escoge CNORTE:"
  Position 120, 60
Control StaticText
  Title "Escoge AZIMUTH:"
  Position 120, 90
Control StaticText
  Title "Escoge MAGNITIUD:"
  Position 120, 120
Control CheckBox
  Title "Factor Escala:100"
  value false
  ID 9
  Position 25, 155
  calling unchk_box09
Control CheckBox
  Title "Factor Escala:1000"
  value true
  ID 10
  Position 25, 185
  calling unchk_box10

Control CancelButton
  ID 3
  calling Dialogbyby

end sub

! *****

sub open_work
  dim i, f, num_tbls as integer
  run menu command 108

end sub

! *****

sub Select_TAB
  dim i, f, num_tbls as integer
  run menu command M_File_Open
  num_tbls = NumTables()

  if num_tbls = 0 then
    note "No existen Tablas abiertas"
  end if
end sub

```

```

        else
            Alter control 4 Title ""
            for i=1 to num_tbls
                tbl_list = tbl_list + TableInfo(i,TAB_INFO_NAME) + ";"
                tablasr(i) = TableInfo(i,TAB_INFO_NAME)
            next
            Alter control 4 title tbl_list
            tbl_list = ""
        end if
    end sub

```

! *****

```

sub Ident_TAB
'
'    dim i, f, num_tbls as integer
'
'    num_tbls = NumTables()
'    note num_tbls
'
'    if num_tbls = 0 then
'        note "No existen Tablas abiertas"
'    else
'        Alter control 4 Title ""
'        for i=1 to num_tbls
'            tbl_list = tbl_list + TableInfo(i,TAB_INFO_NAME) + ";"
'            tablasr(i) = TableInfo(i,TAB_INFO_NAME)
'        next
'        note tbl_list
'        Alter control 4 title tbl_list
'        tbl_list = ""
'    end if
end sub

```

! *****

```

sub unchk_box09
    dim i, f, num_tbls as integer
    i = readcontrolvalue(9)
    Alter control 10 value false
end sub

```

! *****

```

sub unchk_box10
    dim i, f, num_tbls as integer
    i = readcontrolvalue(10)
    Alter control 9 value false
end sub

```

! *****

```

sub escoge_cols()

```

```

dim temp as string
dim i, f, num_tbls as integer
note xv
xv = readcontrolvalue(4)
note "xv = " & xv

num_cols = TableInfo(tablasr(xv), TAB_INFO_NCOLS)

if num_cols = 0 or xv= 0 then
    note "No existen columnas"
else
    Alter control 2 Title ""
    Alter control 6 Title ""
    Alter control 7 Title ""
    Alter control 8 Title ""
    for i=1 to num_cols
        col_lst = col_lst + ColumnInfo(tablasr(xv),"col" &
str$(i),COL_INFO_NAME) + ";"
        columnasr(i) = ColumnInfo(tablasr(xv),"col" &
str$(i),COL_INFO_NAME)
    next
    note col_lst
    Alter control 2 title col_lst
    Alter control 6 title col_lst
    Alter control 7 title col_lst
    Alter control 8 title col_lst
    col_lst = ""
end if

note "voy a cerrar esta tabla: " & tablasr(xv)
rename table tablasr(xv) as "tablaxx"
'close table tablasr(xv)
'open table tablasr(xv) as tablaxx
end sub

! *****
sub select_ceste
dim i, f, cuenta, num_tbls as smallint
dim xx as float
dim calculo, cestex, cnortex, promediox as float
dim tablaX, columnaX as string

i = readcontrolvalue(2)
f = ColumnInfo(tablaxx,"col" & str$(i),COL_INFO_TYPE)

calculo = 0
cestex = 0
cnortex = 0

tablaX = tablasr(xv)
columnaX = columnasr(i)

```

```

if f >1 and f<5 then
    fetch first from tablaxx
    do while not eot(tablaxx)
        cestex = tablaXx.col(i)
        calculo = calculo + cestex
        cuenta = cuenta + 1
        note cestex & " //" & calculo
    fetch next from tablaxx
    loop

    promediox = calculo / cuenta

    if promediox < 180000 or promediox > 1000000 then
        note "Probablemente la columna contiene datos incorrectos"
        alter control 2 value 1
    else
        note "Promedio de Datos de columna " & columnasr(i) & " es
consistente"
        note "El promedio de la muestra es: " & promediox
    end if
else
    note "Datos NO consistentes...Escoja otro campo"
    alter control 2 value 1
end if
ind01 = i
end sub

```

```

' *****
sub select_cnorte
    dim i, f, cuenta, num_tbls as smallint
    dim xx as float
    dim calculo, cnortex, promediox as float
    dim tablay, columnay as string

    i = readcontrolvalue(6)
    f = ColumnInfo(tablaxx,"col" & str$(i),COL_INFO_TYPE)

    calculo = 0
    cnortex = 0

    tablay = tablasr(xv)
    columnay = columnasr(i)

    if f >1 and f<5 then
        fetch first from tablaxx
        do while not eot(tablaxx)
            cnortex = tablaXx.col(i)
            calculo = calculo + cnortex
            cuenta = cuenta + 1
            note cnortex & " //" & calculo
        fetch next from tablaxx
    loop

```

```

        promediox = calculo / cuenta

    if promediox < 9000000 or promediox > 10000000 then
        note "Probablemente la columna contiene datos incorrectos"
        alter control 6 value 1
    else
        note "Promedio de Datos de columna " & columnasr(i) & " es
consistente"
        note "El promedio de la muestra es: " & promediox
    end if
else
    note "Datos NO consistentes...Escoja otro campo"
    alter control 6 value 1
end if
ind02 = i
end sub

```

```

! *****

```

```

sub select_azimuth
    dim i, f, cuenta, num_tbls as smallint
    dim xx as float
    dim calculo, azimuthx, promediox as float
    dim tablay, columnay as string

    i = readcontrolvalue(7)
    f = ColumnInfo(tablaxx,"col" & str$(i),COL_INFO_TYPE)

    calculo = 0
    azimuthx = 0

    tablay = tablasr(xv)
    columnay = columnasr(i)

    if f >1 and f<5 then
        fetch first from tablaxx
        do while not eot(tablaxx)
            azimuthx = tablaXx.col(i)
            calculo = calculo + azimuthx
            cuenta = cuenta + 1
            note azimuthx & " //" & calculo
            fetch next from tablaxx
        loop

        promediox = calculo / cuenta

        if promediox < 0 or promediox > 360 then
            note "Probablemente la columna contiene datos incorrectos"
            alter control 7 value 1
        else
            note "Promedio de Datos de columna " & columnasr(i) & " es
consistente"
            note "El promedio de la muestra es: " & promediox
        end if
    end if
end sub

```

```

        else
            note "Datos NO consistentes...Escoja otro campo"
            alter control 7 value 1
        end if
        ind03 = i
    end sub

```

```

' *****

```

```

sub select_magnitud
    dim i, f, cuenta, num_tbls as smallint
    dim xx as float
    dim calculo, magnitudx, promediox as float
    dim tablay, columnay as string

    i = readcontrolvalue(8)
    f = ColumnInfo(tablaxx,"col" & str$(i),COL_INFO_TYPE)

    calculo = 0
    magnitudx = 0

    tablay = tablasr(xv)
    columnay = columnasr(i)

    if f > 1 and f < 5 then
        fetch first from tablaxx
        do while not eot(tablaxx)
            magnitudx = tablaXx.col(i)
            calculo = calculo + magnitudx
            cuenta = cuenta + 1
            note magnitudx & " //" & calculo
            fetch next from tablaxx
        loop

        promediox = calculo / cuenta
    else
        note "Datos NO consistentes...Escoja otro campo"
        alter control 8 value 1
    end if
    ind04 = i
end sub

```

```

' *****

```

```

sub Dibuja_LIN()

    dim i, f, cuenta, num_tbls as smallint
    note tbl_list
    xv = readcontrolvalue(4)
    note tablasr(xv) & " " & xv

    if numtables()=0 or ind01=0 or ind02=0 or ind03=0 or ind04=0 then
        note "acción no puede ser procesada, verifique que las tablas esten
abiertas"
    end if
end sub

```

```

else
    set CoordSys Earth Projection 8, 82, "m", -81, 0, 0.9996, 500000, 10000000
    Bounds (-7746230.6469, 1712.61611073) (8746230.6469, 19998287.3839)

    set map
        layer 0 editable on

    fetch first from tabla
do while not eot(tabla)
    temp = tabla.col(ind01)
    note "temp = " + temp
    este1 = tabla.col(ind01)
    norte1 = tabla.col(ind02)
    velocidad = tabla.col(ind04) * 1000
    note este1 + " , " + norte1 + " , " + velocidad

    if tabla.col(ind03) >=0 and tabla.col(ind03) < 90 then
        teta = (90 - tabla.col(ind03))*cpi/180
        dx = velocidad * cos(teta)
        dy = velocidad * sin(teta)
        este2 = tabla.col(ind01) + dx
        norte2 = tabla.col(ind02) + dy
    elseif tabla.col(ind03) >=90 and tabla.col(ind03) < 180 then
        teta = (tabla.col(ind03) - 90)*cpi/180
        dx = velocidad * cos(teta)
        dy = velocidad * sin(teta)
        este2 = tabla.col(ind01) + dx
        norte2 = tabla.col(ind02) - dy
    elseif tabla.col(ind03) >=180 and tabla.col(ind03) < 270 then
        teta = (270 - tabla.col(ind03))*cpi/180
        dx = velocidad * cos(teta)
        dy = velocidad * sin(teta)
        este2 = tabla.col(ind01) - dx
        norte2 = tabla.col(ind02) - dy
    else
        teta = (tabla.col(ind03) - 270)*cpi/180
        dx = velocidad * cos(teta)
        dy = velocidad * sin(teta)
        este2 = tabla.col(ind01) - dx
        norte2 = tabla.col(ind02) + dy
    end if

    note este1 + " , " + norte1 + " , " + este2 + " , " + norte2 + " , " + cpi + " , " +
teta
        create line (este1,norte1) (este2,norte2)

    fetch next from tabla
loop

end if

end sub
! *****

```



```
Sub DialogHandler
  OnError Goto HandleError

  Exit Sub

HandleError:
  Note "DialogHandler: " + Error$()
  Resume Next

End Sub
```

```
' *****
```

```
Sub About

  OnError Goto HandleError

HandleError:
  Note "About: " + Error$()
  Resume Next

End Sub
```

```
' *****
```

```
Sub GoodBye

  OnError Goto HandleError

  End Program

  Exit Sub

HandleError:
  Note "GoodBye: " + Error$()
  Resume Next

End Sub
```

```
' *****
```

```
Sub Dialogbyby

  ' OnError Goto HandleError

  dialog remove

  ' Exit Sub

'HandleError:
' Note "GoodBye: " + Error$()
' Resume Next

End Sub
```

```
' *****
```

BIBLIOGRAFÍA

1. ARCOS, FERNANDO; MARTÍNEZ, LORENA, 1986. Variación mensual y mareal del zooplancton en una estación fija del Estero del Muerto, Golfo de Guayaquil. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1). INOCAR.
2. ARRIAGA, LUIS. El proyecto de la Presa Daule Peripa, el Desarrollo Urbano de Guayaquil y sus efectos en la Maricultura del camarón
3. AYARZA, S; COELLO, N; CHALÉN DE PADILLA, P; GARCÉS, L; GARCÍA, M.L.; GARCÍA, F; ORMAZA, E; PÉREZ, F; PESANTES Y L. SOLÓRZANO. 1993. Estudios geobioquímicos de la sección urbana del Estero Salado. Ecuador. Rev. Cien. Mar. Limn. Vol 3, No. 1 (1993) 1-19. INP.
4. BAYOT, B.; BETANCOURT, I.; PANCHANA, F.; MELENA, J. Monitoreo exploratorio de patologías de camarón.
5. BOYD, CLAUDE y PBS&J, 1999. Estero Salado – Guayaquil Ship Channel Contaminant Assessment. PBS&J.
6. BOYD, CLAUDE E. Shrimp Farming & the environment: A white paper

7. CAAM, 1995. Desarrollo y Problemática ambiental del área del Golfo de Guayaquil. CAAM.
8. CAAM, 1996. Sistemas Biofísicos en el Golfo de Guayaquil.
9. CAAM, 1995. Plan Integral Ambiental para el Golfo de Guayaquil.
10. CÁRDENAS, WASHINGTON B, 1995. Patterns of phytoplankton distribution related to physical and chemical characteristics of the Guayas River Estuary, Ecuador.
11. CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS/CEDEGE, MADRID, 1982. Información básica y orientación productiva, 1. Datos físicos de la Península de Sta. Elena.
12. CHAVARRIA, JOHNNY, 2000. Evaluación de Impactos Ambientales: Industria Camaronera Características, Impactos Ambientales y legislación Aplicable para la EIA (no publicado).
13. CHAVARÍA, JOHNNY, 1988. Tesis de graduación de oceanografía. Facultad de ingeniería Marítima y Ciencias del Mar – ESPOL.
14. COORDINADOR GENERAL SEMINARIO INTERNACIONAL, ACUICULTURA Y MEDIO AMBIENTE, 1993. Conclusiones del seminario Acuicultura y Medio Ambiente

15. CORNEJO, MA. DEL PILAR y GRIFFITH, DAVID. Extreme climatic events: El Niño and La Niña effects in the ecuadorian shrimp industry
16. CORNEJO RODRÍGUEZ, MARÍA HERMINIA y BONILLA COELLO, MA AUXILIADORA, 1994. Descripción de la situación ambiental en el Golfo de Guayaquil. CENAIM.
17. CPPS/INP, 1986. Proyecto CPPS / INP. CPPS/INP.
18. CRUZ, MANUEL; GONZÁLEZ DE, MATILDE; GUALANCAÑAY, ELENA VILLAMAR, FRANCISCO; 1980. Lista de la fauna sublitoral bentónica del Estero Salado Inferior, Ecuador. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 1(1). INOCAR.
19. CRUZ, MANUEL, 1992. Moluscos incrustantes de maderas en el mar ecuatoriano. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1. INOCAR.
20. CRUZ, MANUEL, 1983. Presencia de Pterópodos tecosomados en el Golfo de Guayaquil. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1. INOCAR.
21. CRUZ, MANUEL, 1998. Estudio del meiobentos en el Golfo de Guayaquil (río Guayas, Canal Cascajal y Estero Salado), ecuador de 1996. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 9 No 1.

22. CRUZ P, MANUEL, 1986. Contribución al conocimiento de los bivalvos vivos en los esteros de El Salado y Cascajal del Golfo de Guayaquil interior. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1). INOCAR.
23. CRUZ, MANUEL, 1992. Estado actual del recurso malacológico (bivalvos y gasterópodos) de la zona infralitoral del Golfo de Guayaquil. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1. INOCAR.
24. DELFT HYDRAULICS LABORATORY, 1984. Hydro-Sedimentologic Measurements Dry Season 1984 Estero Salado Río Guayas Ecuador. INOCAR.
25. DELFT HYDRAULICS LABORATORY, 1985. Acces chanel of Puerto Marítimo, Guayaquil, Ecuador. Causes of sedimentation and recommendations on remedial measures. Main report. Final report on investigations (Draft). Libro, Volumen I. Delft Hydraulics Laboratory.
26. DIGMER, CPPS, 1995. Programas de vigilancia y control de la contaminación proveniente de fuentes domésticas, industriales, agrícolas y mineras de las provincias del Guayas y El Oro. Informe de avance del CONPACSE-Fase II. Informe. DIGMER-CPPS.

27. EASTMAN J.R., KYEM P., TOLEDANO J., JIN W., "GIS and Decision Making" in Explorations in Geographic Information Systems Technology, UNITAR, rev. ed. 1995
28. ESPOL-INOCAR-VUB, . Implantación de un GIS en el Golfo de Guayaquil. ESPOL-INOCAR-VUB.
29. FUNDACIÓN CENAIM ESPOL, . Biología del Camarón Curso básico de capacitación.
30. FUNDACIÓN PEDRO VICENTE MALDONADO, 1987. Ecuador. Perfil de sus recursos costeros. PMRC.
31. GILFILLAN, E.S.,1992. Impacts of Human Activity on Marine Ecosystems.
32. GUERRERO ALVARADO, CAMILO E, 2000. Monitoreo de la Calidad del agua en afluentes y efluentes de cinco camaroneras ubicadas en la zona del Golfo de Guayaquil (Ecuador). CENAIM
33. GUALANCAÑAY, ELENA, 1986. Distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1). INOCAR/Universidad de Duke, Carolina del Norte.

34. GUALANCAÑAY, ELENA, 1983. Contribución al conocimiento del género Bolivina D'Orbigny, 1839 (foraminífero) en el Golfo de Guayaquil. INOCAR.
35. GUALANCAÑAY Y CRUZ, 1984. Relación ecológica de Crasinella Varians (bivalvo) y Cibicides Bertheloti, F. Boueana (foraminífero) en el Golfo de Guayaquil. INOCAR.
36. GRUPO DE TRABAJO DE CALIDAD DE AGUA COSTERA, 1993. Estudio de la Calidad del Agua Costera Ecuatoriana. PMRC.
37. GUALANCAÑAY, ELENA, 1990. Distribución de los foraminíferos bentónicos del Golfo de Guayaquil interior y su relación con algunos factores ambientales. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 5 No.1. INOCAR.
38. HARLEMAN, D.R.F. Pollution in estuaries
39. HOLDEN, ROBERT B, 1978. Soluciones para el problema de contaminación del Estero Salado – Guayaquil. Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar – ESPOL.
40. INOCAR, 1999. Estudio de Impacto Ambiental del Dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. INOCAR.

41. JIMÉNEZ, ROBERTO; PESANTES, FLOR; 1978. Fitoplancton, producción primaria y pigmentos en aguas costeras ecuatorianas. INOCAR.
42. LUZURIAGA DE CRUZ, MARÍA, 1998. Aporte al conocimiento del zooplancton en agua dulce y estuarina del río Guayas-Guayaquil. Acta Oceanográfica del Pacífico Vol. 9 No 1. INP.
43. LUZURIAGA DE CRUZ, MARÍA, 1992. Notas hidrológicas de aguas superficiales ecuatorianas según indicadores biológicos foraminíferos planctónicos. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1. INOCAR.
44. LUZURIAGA DE CRUZ, MARÍA, . Distribución y migraciones verticales del zooplancton en el Golfo de Guayaquil.
45. MANUEL VALENCIA TOURIZ, 1980. Algunas características químicas de los sedimentos del Golfo de Guayaquil.
46. MARIDUEÑA, LEONARDO. Características biológicas del Estero Salado.
47. MASSUH, P.; SUÉSCUM, R. DE; MARIDUEÑA, A.; MONCAYO, D.; MORAM, C.; ESTRELLA, T; GUALE, M.; SONNENHOLZNER, M.; FREIRE, M. Condiciones físicas químicas y biológicas del estuario interior del Golfo de Guayaquil durante 1994-1996

48. MEDINA, FRANCISCO. Un estudio interdisciplinario de la contaminación Marina en el Río Guayas y el Estero Salado. ESPOL-CONUEP.
49. MONTGOMERY, G.E., SCHUCH, H.C., 1993. Gis Data Conversión Handbook. Gis World Books.
50. MONT.,MARIANO, 1995. Plan Ambiental Integral del Golfo de Guayaquil Componente Calidad de Agua. Proyecto PATRA –CAAM.
51. MURRAY, CONLON, SIRIPONG, SANTORO, 1975. Circulation and salinity distribution in the Rio Guayas estuary, Ecuador. Estuarine Research, Vol II, Academic Press, N.Y. 345-363 Office of Naval Research, Geography Programs.
52. NATH NIETO, JORGE, 1993. Características Físicas y cálculo del prisma de marea en el Estero Cobina. Tesis de oceanografía.
53. OCHOA, E., OLSEN S. y ARRIAGA L. 2000. Macrozonificación de la zona costera continental. Programa de Manejo de Recursos Costeros.
54. OKUDA, T, 1983. Variación estacional de la posición del Frente Ecuatorial y su efecto sobre la fertilidad de las aguas superficiales ecuatorianas. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1. INOCAR.

55. OKUDA, VALENCIA Y TREJOS, 1983. Nutrientes en las aguas superficiales y subsuperficiales en el área Frente al Ecuador. Acta oceanográfica del Pacífico. INOCAR.
56. ORELLANA, JOHN -PROGRAMA DEL MUCHACHO TRABAJADOR, 1995. Mapa de Impactos ambientales sobre el Estero Salado.
57. PERIBONIO DE, ROSA G. Estudio ecológico del mesoplancton del Golfo de Guayaquil. INP - 13 CT IV No.2. INP.
58. PERIBONIO DE, ROSA G, 1981. Distribución de clorofila a y feopigmento en el Golfo de Guayaquil. Rev. Cien. Mar. Limn. Vol 1, No. 1 (1993) 1-7. INP.
59. PESANTES, FRANCISCO; PÉREZ, EFRAÍN, 1982. Condiciones hidrográficas y químicas en el estuario del Golfo de Guayaquil. RCML, Vol 1 No.2, Sept . INP-ORSTOM.
60. PESANTES S, FLOR, 1983. Los dinoflagelados como indicadores de El Niño en el mar ecuatoriano. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 2 No. 1. INOCAR.
61. PIZARRO ANDRADE, SONIA, 1991. Evaluación de la contaminación en un ramal del Estero Salado (Puente 5 de junio-Puerto Marítimo) en

base a la demanda de oxígeno (DBO5) calculada por el método manométrico. ESPOL.

62. PLAN DE ACCIÓN PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN MARINA EN EL PACÍFICO SUR, 1989. Anexo al inventario de fuentes de contaminación a partir de actividades terrestres (período 1985-1988).
63. PROGRAMA DE MANEJO DE RECURSOS COSTEROS, 1988. Ubicación de piscinas camaroneras y alternativas de manejo en ecosistemas de manglares en el Ecuador.
64. QUINTELA, J.2000. Sistemas de Información Geográfica e impacto social de la geografía.
65. RADA, FRANCISCO, 1986. Morfología y sedimentación del sistema estuarino Estero Salado – Río Guayas. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1). INOCAR.
66. REGUEIRA E., 2001. Patrones Espaciales y temporales de la Producción Camaronera en el Golfo de Guayaquil. Tesis Magíster en Ciencias. ESPOL.
67. ROBLES GRANDA, MÓNICA, 1993. Características de circulación y mezcla en el Estero Cobina. Tesis de graduación oceanografía. ESPOL.

68. SNEDAKER SAMUEL, DICKINSON JOSHUA, BROWN MELVIN, LAHMANN ENRIQUE. 1988. Ubicación de piscinas camaroneras y alternativas de manejo en ecosistemas de manglares en el Ecuador. Serie Estudios PMRC. PMRC/USAID.
69. SOLEDISPA, BOLÍVAR, 1992. Estudio de las características sedimentológicas de la Zona litoral comprendida entre Anconcito y General Villamil (Playas). Provincia del Guayas, Ecuador. Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 7 No. 1. INOCAR.
70. SOLÓRZANO C, LUCÍA; VITERI A, GALO, 1993. Investigación Química del Estero Salado. Rev. Cien. Mar. Limn. Vol3, No. 1 (1993) 41-48. INP
71. STEVENSON, MERRIT R, 1981. Variaciones estacionales en el Golfo de Guayaquil-Un estuario tropical. Boletín científico y técnico, Vol 4 No. 1. INP-CIAT.
72. SUARÉZ, PABLO, 1998. Capacidad de dilución del Río Guayas para contrarrestar el impacto por vertientes industriales terrestres. Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR.
73. SUESCUM, R. DE, A. MARIDUEÑA, R.CASTRO, D.MONCAYO, C.MORAN, T. ESTRELLA, M.GUALE, J. SONNENHOLZNER, M.

FREIRE Y P. ODUM, HOWARD T. y ARDING, JAN E. 1991. Emergy Analysis of Shrimp Mariculture in Ecuador.

74. SUTINEN, JON G., SPURRIER WALTER B. . An economic Analysis of trends in the shrimp cultivation industry in Ecuador
75. TAGLE, PAULA, 1996. La dinámica de acumulación del estuario del río Guayas introduciendo una técnica novel para preparación de muestras y estándares para las tasas de acumulación medidas por medio de exceso de Pb-210. VUB-IFAQ.
76. THI HAI VAN, NGUYEN, 2002. Diversity of sandy beach macrobenthos as indicators of the climate at the ecuadorian coast using GIS. VUB.
77. TREJOS DE SUÉSCUM, ROCÍO; OKUDA, TAIZO, 1983. Distribución del Nitrito en las aguas costeras ecuatorianas. Acta oceanográfica del Pacífico
78. TWILLEY, R.R. 1989. Impacts of Shrimp Mariculture Practices on the Ecology of Coastal Ecosystems in Ecuador, pp. 91-120. In: Stephen Olsen and Luis Arriaga (eds.), Establishing a Sustainable Shrimp Mariculture Industry in Ecuador. University of Rhode Island, Technical Report Series TR-E-6.

79. TWILLEY, ROBERT R, . Impacts of shrimp Mariculture practices on the ecology of coastal Ecosystems in Ecuador.
80. VÁSCONEZ G, JOSÉ, 1991 Directrices generales para la preparación de un documento de evaluación de impacto ambiental de cultivos de especies bioacuáticas en áreas costeras.
81. VILLAMAR, FRANCISCO, 1989. Estudio de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil, Exterior (Canal del Morro y Jambelí). Acta oceanográfica del Pacífico, Vol 5 No. 1. INOCAR.
82. VILLAMAR, FRANCISCO, 1986. Distribución de los poliquetos bentónicos en el Golfo de Guayaquil. Acta oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador, 3(1). INOCAR.
83. VLIR-CENAIM-ESPOL, . Proyecto VLIR-IUC_ESPOL, Componente 4. CENAIM-CEMA-ESPOL.
84. WILLIAMS, ROD DR, .. Water quality in shrimp culture.
85. ZAPATA, B. y FIERRO, M, 1988. Grandes rasgos geomorfológicos de la Costa ecuatoriana-Diagnóstico del Sector Pesquero y Camaronero, PMRC.
86. <http://www.wrm.org.uy/boletin/51/Ecuador.html>

87. http://www.fao.org/sofia/index_es.html
88. <http--www.agrocadenas.gov.co-inteligencia-documentos-Piscicultura.pdf>
89. <http--www.fao.org/DOCREP/004/y6000s/y6000s05.htm>
90. <http--www.fao.org/W9900S/w9900s04.htm>
91. <http—www.red-arpe.cl>