



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar

“Aplicación del Índice de Calidad de Agua ICA en el proceso de auditoria ambiental de dragado en un canal de navegación. Caso de estudio”.

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del título de

OCEANOGRAFO

Presentada por:

Laura Mercedes Aguayo Alcívar

DIRECTOR

Msc. José. V Chang Gómez

Guayaquil – Ecuador

2007 – 2008

TRIBUNAL DE GRADUACION



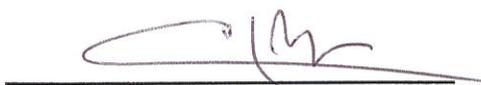
A handwritten signature in dark ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the bottom, positioned above a solid horizontal line.

Francisco Medina Peñafiel M.Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



A handwritten signature in dark ink, featuring a large, oval-shaped loop at the beginning and a long horizontal stroke at the end, positioned above a solid horizontal line.

José Chang Gómez M.Sc.
DIRECTOR DE TESIS



A handwritten signature in dark ink, consisting of a large, sweeping loop followed by a horizontal stroke, positioned above a solid horizontal line.

Héctor Ayon Jo Ing.
EVALUADOR



A handwritten signature in dark ink, consisting of a series of connected loops and a horizontal stroke at the end, positioned above a solid horizontal line.

Alba Calles Procel Ph.D.
EVALUADOR

AGRADECIMIENTOS

... A DIOS por estar en todo momento junto a mi, por ser el pilar fundamental en mi vida ,por ayudarme a soportar las vicisitudes presentadas en mi vida y enviarme a una madre excepcional ,que aunque yo no la merezco me ha sabido inculcar valores que van mucho mas allá de todo....

....A DIOS por enviarme en el momento apropiado el mejor regalo de mi vida Mi HIJO, el cual me ha ayudado infinitamente a madurar, a ser fuerte, ha trazarme metas e ideales.

... A DIOS por haber escogido la carrera idónea para mí.

... A DIOS por darme la oportunidad de haber contado con el mejor director de tesis del mundo el Ing. José Chang Gómez, quien con su valiosa ayuda, dedicación, y paciencia me ha permitido culminar esta tesis exitosamente.

.. A Dios infinitamente por enviarme a los mejores maestros del mundo que han sabido guiarme e implantar en mí la semillita de la investigación con miras hacia un mejor futuro para mi prójimo.

... A DIOS, por enviarme a sus angelitos que realmente fueron muy comprensivos conmigo y me apoyaron incondicionalmente durante mi carrera universitaria: El Ing. Héctor Ayon; Ing. Enrique Sanchez, Dr. Fernando Arcos; Dr. José Luís Santos; M.Sc. Francisco Medina; Dr. Matamoros; Dr. José Marín, Dr. Ma. Pilar Cornejo; Dr. Alba Calles; Oc. Patricia Urdiales; a mis valiosos compañeros de clases, y a todas las personas increíbles de Mi Maravillosa Facultad.

MIL GRACIAS...

DEDICATORIA

A MI MADRE y MI PADRE

Por toda la confianza

Y apoyo incondicional.

A MI HIJO

Por ser la fuente de mis

Fuerzas y dedicación.

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden; y, el Patrimonio Intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL.)

A handwritten signature in dark ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is cursive and appears to read 'Laura M. Aguayo Alcívar'.

Laura M. Aguayo Alcívar

RESUMEN

En el primer capítulo se describe de manera bastante clara los antecedentes, la descripción física, y climatológica del área de estudio, su componente hídrico, y su circulación.

En el segundo capítulo se refiere al Perfil metodológico que incluye: descripción, cálculo, valoración cualitativa.

En el tercer capítulo, se describe los resultados y discusiones por parámetro de Calidad de agua, la aplicación de la norma de calidad de agua propuesta por la Comisión Nacional del agua de México, y la propuesta por la Fundación Nacional de Sanidad (NSF), por sus siglas en inglés, de los E.E.U.U, con el fin Contribuir con una herramienta eficaz para la toma de decisiones, al identificar potenciales impactos ambientales dentro de un cuerpo hídrico, en base a la caracterización de sus componentes, estimación de los índices de calidad de sus aguas y su análisis espacial y temporal.

INDICE GENERAL

	Pág.
Resumen.....	VII
Índice General.....	VIII
Índice de tablas.....	XI
Índice de figuras.....	XIII
Índice de anexos.....	XVIII
Introducción.....	XX

Capítulo I

1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción del área de estudio	2
1.2.1 Físico.....	2
1.2.1.1 Climatología de la región.....	6
Estación húmeda y seca.....	6
Evento ENSO (El Niño oscilación del Sur).....	8
1.2.1.2 Componente Hídrico.....	11
Circulación Oceánica.....	11
Onda de marea.....	12

Circulación en el sistema estuarino.....	14
Circulación en el canal externo y sitio de depósito.....	19
Intrusión salina.....	20
Olas.....	23

Capítulo II

2.1 Perfil metodológico.....	26
2.1.1 Descripción.....	26
2.1.2 Calculo del Índice de Calidad de agua propuesto por la Comisión Nacional del agua de México y su valoración Cualitativa.....	30
2.1.2.1 Antecedentes.....	30
2.1.2.2 Definición.....	32
2.1.2.3 Cálculos.....	33
2.1.2.4 Parámetros.....	34
2.1.2.5 Coeficientes de ponderación por parámetro.....	36
2.1.3 Calculo del Índice de Calidad de agua propuesto por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) y su valoración Cualitativa.....	39
2.1.3.1 Antecedentes.....	39
2.1.3.2 Definición.....	42
2.1.3.3 Cálculo.....	43
2.1.3.4 Parámetros.....	44
2.1.3.5 Coeficientes de ponderación por parámetro.....	44

Capitulo III.

3.1 Resultados y Discusiones.....	46
3.1.1 Análisis grafico y estadístico por parámetro de Calidad de agua dentro del área aledaña al canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil.....	47
3.1.2 Aplicación de la Norma de calidad de agua por Parámetro propuesta por la Comisión Nacional del agua de México.....	113
3.1.21 Aplicación de la Norma de calidad de agua Global propuesta por la Comisión Nacional del agua de México.....	128
3.1.3 Aplicación de la Norma de calidad de agua por parámetro propuesta por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF).....	131
3.1.3.1 Aplicación de la Norma de calidad de agua Global propuesta por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF).....	149
Conclusiones.....	156
Recomendaciones.....	162

Anexos.....	XXI
Bibliografía.....	LVIII

INDICE DE TABLAS

Tabla	1.1	Promedios Meteorológicos normales en la estación Guayaquil (INOCAR). Promedios Anuales Normales. Periodo 1948–2001.....	10
Tabla	1.2	Promedios Meteorológicos mensuales del año 1997-1998 en la estación Guayaquil (INOCAR) Promedios Mensuales. Año 1998.....	11
Tabla	1.3	Salinidades máximas y mínimas promedio ($^{\circ}/_{00}$) en Estuario del Estero Salado y Río Guayas (1984).....	23
Tabla	1.4	Datos de olas del OCEAN WAVE STATISTICS NÚMERO DE OBSERVACIÓN DE OLAS.....	25
Tabla	2.1	Parámetros que se consideran para determinar el ICA global.	34
Tabla	2.2	Agrupación de Parámetros para ICA particulares.....	35
Tabla	2.3	Coeficiente de Ponderación por Parámetro.....	36

Tabla	2.4	Rangos de calificación del ICA según el criterio general.	37
Tabla	2.5	Escala de Clasificación del Índice de Calidad de agua en función del uso.....	38
Tabla	2.6	Profesiones de los participantes en el Panel QWI NSF.	40
Tabla	2.7	35 Variables Candidatas consideradas para el WQI del cuestionario num. 1 de la NSF.....	41
Tabla	2.8	Parámetros que se consideran para determinar el ICA global.	44
Tabla	2.9	Coefficiente de Ponderación por Parámetro- NSF.....	44
Tabla	2.10	Rangos de calificación del ICA según el Criterio general.....	45
Tabla	3.1	Comparación entre Criterios de Calidad de Agua (CNA-General Vrs CNA-Específico).....	155
Tabla	3.2	Comparación entre Criterios de Calidad de Agua (NSF-General Vrs CNA-Específico).....	155

INDICE DE FIGURAS

Fig.	1.1	Ubicación geográfica del área de estudio.....	3
Fig.	1.2	Mapa de uso actual del suelo.....	5
Fig.	1.3	Acumulado mensual de precipitación.....	7
Fig.	1.4	Dirección de Corrientes de fondo durante el flujo y el reflujó durante el E02 (Boya 13) y el sitio de depósito, Sep 1998.....	16
Fig.	1.5	Dirección de las Velocidades Subsuperficiales (medio) durante el flujo y reflujó en la E02 (boya 13) y lugar de depósito, Septiembre/98.....	17
Fig.	1.6	Dirección de las corrientes superficiales durante el flujo y reflujó en las E02 (boya 13) y el lugar de depósito de los sedimentos, Septiembre98.	18
Fig.	2.1	Estaciones de muestreo del Estudio de Impacto Ambiental 2001.....	29
Fig.	3.1	Variación de temperatura en el fondo.....	48
Fig.	3.2	Variación de temperatura en profundidad media.	50

Fig.	3.3	Variacion de temperatura en superficie.....	52
Fig.	3.4	Variacion de Salinidad en aguas de fondo.....	54
Fig.	3.5	Variacion de salinidad en profundidad media.....	56
Fig.	3.6	Variacion de salinidad en superficie.....	57
Fig.	3.7	Variacion de PH en el fondo.....	58
Fig.	3.8	Variacion de PH en profundidad media.....	60
Fig.	3.9	Variacion de PH en superficie.....	61
Fig.	3.10	Variacion de oxigeno disuelto en el fondo.....	63
Fig.	3.11	Variacion de oxigeno disuelto en profundidad media.....	65
Fig.	3.12	Variacion de oxigeno disuelto en superficie.....	67
Fig.	3.13	Variacion de conductividad eléctrica en el fondo.	69
Fig.	3.14	Variacion de conductividad eléctrica en profundidad media.	71
Fig.	3.15	Variacion de conductividad eléctrica en superficie.	73
Fig.	3.16	Variacion de sólidos totales disueltos en el fondo.	75
Fig.	3.17	Variacion de sólidos totales disueltos en profundidad media.	77

Fig.	3.18	Variacion de sólidos totales disueltos en superficie.	78
Fig.	3.19	Variacion de turbidez en el fondo.....	80
Fig.	3.20	Variacion de turbidez en profundidad media.....	82
Fig.	3.21	Variacion de turbidez en superficie.....	83
Fig.	3.22	Variacion de fosfatos en el fondo.....	85
Fig.	3.23	Variacion de fosfatos en profundidad media.....	87
Fig.	3.24	Variacion de fosfatos en superficie.....	88
Fig.	3.25	Variacion de sólidos suspendidos en el fondo.....	89
Fig.	3.26	Variacion de sólidos suspendidos en profundidad media.....	91
Fig.	3.27	Variacion de sólidos suspendidos en superficie.....	92
Fig.	3.28	Variacion de DBO5 en el fondo.....	93
Fig.	3.29	Variacion de DBO5 en profundidad media.....	95
Fig.	3.30	Variacion de DBO5 en superficie.....	96
Fig.	3.31	Variacion de nitratos en el fondo.	97
Fig.	3.32	Variacion de nitratos en profundidad media.	99
Fig.	3.33	Variacion de nitratos en superficie.	100
Fig.	3.34	Variacion de nitritos en el fondo.	101
Fig.	3.35	Variacion de nitritos en profundidad media.	103

Fig.	3.36	Variacion de nitritos en superficie.	104
Fig.	3.37	Variacion de amonio en el fondo.	105
Fig.	3.38	Variacion de amonio en profundidad media.....	107
Fig.	3.39	Variacion de amonio en superficie.	108
Fig.	3.40	Variacion de DQO en el fondo.	109
Fig.	3.41	Variacion de DQO en profundidad media.	111
Fig.	3.42	Variacion de DQO en superficie.	112
Fig.	3.43	Índices de calidad para oxigeno disuelto-(CNA).	113
Fig.	3.44	Índices de calidad para DBO5 -(CNA).	116
Fig.	3.45	Índices de calidad para PH-(CNA).	118
Fig.	3.46	Índices de calidad para sólidos suspendidos- (CNA).	119
Fig.	3.47	Índices de calidad para sólidos disueltos-(CNA).	121
Fig.	3.48	Índices de calidad para conductividad eléctrica- (CNA).	122
Fig.	3.49	Índices de calidad para turbiedad-(CNA).....	123
Fig.	3.50	Índices de calidad para nitratos-(CNA).....	125
Fig.	3.51	Índices de calidad para fosfatos-(CNA).....	126
Fig.	3.52	índice de calidad de agua global-(CNA).....	128
Fig.	3.53	Índices de calidad para oxigeno disuelto-(NSF).....	131
Fig.	3.54	Índices de calidad para DBO5 -(NSF).	134
Fig.	3.55	Índices de calidad para PH-(NSF).	137

Fig. 3.56	Índices de calidad para sólidos suspendidos- (NSF).....	139
Fig. 3.57	Índices de calidad para turbiedad-(NSF).....	141
Fig. 3.58	Índices de calidad para nitratos-(NSF).....	143
Fig. 3.59	Índices de calidad para fosfatos-(NSF).....	145
Fig. 3.60	Índices de calidad para temperatura-(NSF).....	147
Fig. 3.61	Índice de calidad de agua global-(NSF).....	149
Fig. 3.62	Índice de Calidad de Agua Global. Criterio para Pesca y Vida Acuática (CNA).....	152
Fig. 3.63	Índice de Calidad de Agua Global. Criterio General (CNA).	153
Fig. 3.64	Índice de Calidad de Agua Global. Criterio General (NSF).....	154

INDICE DE ANEXOS

- I. Datos de campos por parámetro individual en sus tres niveles de profundidad.....XXII

- II. Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua. México (1999).....XXXVII

- III. Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF).....XLI

- IV. Índice de Calidad de Agua Global según la Comisión Nacional del Agua. México (1999). & Índice de Calidad de Agua Global según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF).....XLIV

V. Digitalización de las curvas Individuales por parámetro de Calidad de Agua Global según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF)	XLVI
VI. Estaciones de Muestreo del Estudio de Impacto Ambiental 2001.....	LIV
VII. Descripción de Fechas de Muestreo.....	LVI

INTRODUCCION

El éxito del comercio marítimo, depende del desarrollo de los puertos y bahías, que para el caso del Puerto Marítimo de Guayaquil, moviliza casi el 65% el total de la carga de importación y exportación del país, requiere mantener expeditas sus vías navegables, por lo que se hacen necesarios dragados de mantenimiento para cumplir con este objetivo.

La alteración temporal de las aguas naturales, el desarrollo de los canales artificiales, la eliminación de materiales de estas, y el mayor tránsito marítimo, puede ocasionar cambios físicos, químicos y biológicos en la masa de agua, dando como resultado impactos adversos, directos e indirectos, sobre los correspondientes ecosistemas y comunidades que se encuentran aledañas.

Capítulo I

1.2 Antecedentes

El monitoreo de un cuerpo de agua para detectar su grado de contaminación, conduce a obtener una inmensa cantidad de datos de varios parámetros, incluso dimensionalmente distintos, que hace difícil detectar patrones de contaminación. Lograr esto, de una manera eficaz al emplear un sistema indicador que agrupe los parámetros contaminantes más representativos dentro de un marco de referencia unificado, serviría de herramienta útil al evaluar la calidad de las aguas para identificar zonas críticas por contaminación, elaborar investigaciones más detalladas y elaborar planes de descontaminación.

Conocer las características o la situación de los ríos, fuentes o cuerpos de agua, que se desea evaluar; coleccionar información de su

calidad y volumen, en una forma confiable, periódica y lineal, sería lo ideal.

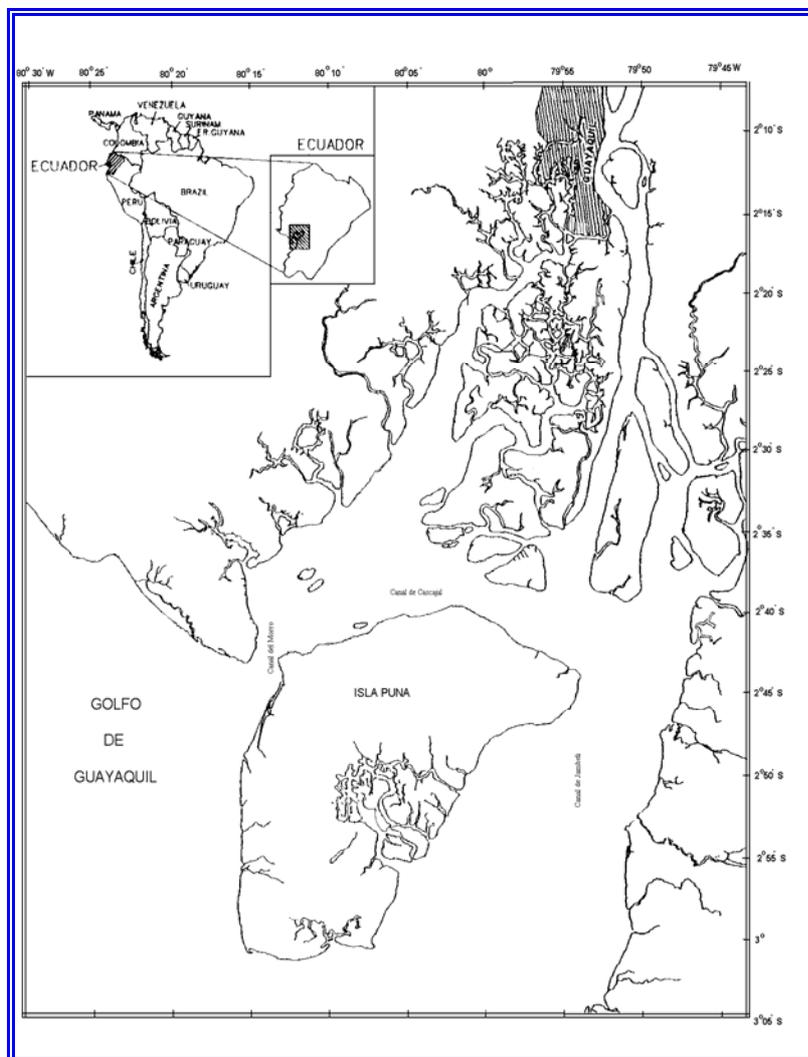
Emplear un ICA adecuado, daría como resultado un valor representativo e indicativo del nivel de contaminación y comparable con otros para enmarcar rangos y detectar tendencias.

1.3 Descripción del área de estudio

1.2.1 Físico

El Estero Salado es el canal natural de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, por lo que existe un tráfico de buques que utilizan un canal dragado con un ancho de 120 metros; sin embargo, el ancho natural del estero se estrecha gradualmente de unos 11km., a la altura de las Islas Manglecitos cerca de la boya 17 a unos 2.5 Km., a la altura de la boya 66. La longitud del Estero Salado entre el Canal del Morro, al sur, y el puerto, al norte, es de unos 66 km aproximadamente.

Fig. 1.1 Ubicación geográfica del área de estudio



Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.1998

A lo largo del Estero Salado se encuentran unas cuatro pequeñas comunidades con población mayoritariamente flotante, dos de ellas, Chicago y Tigrillos, deshabitadas actualmente, mientras que Puerto Diamante y Bajén (o El Pueblito), tienen escasos habitantes. Durante el muestreo de 1998, se encontró alrededor de unas 200 personas. Hacia el sur del canal, se asienta la población de Posorja con aproximadamente unos 15,734 habitantes (1999), aquí existen varias instalaciones pesqueras con muelles para el atraque de los buques dedicados a esta actividad.

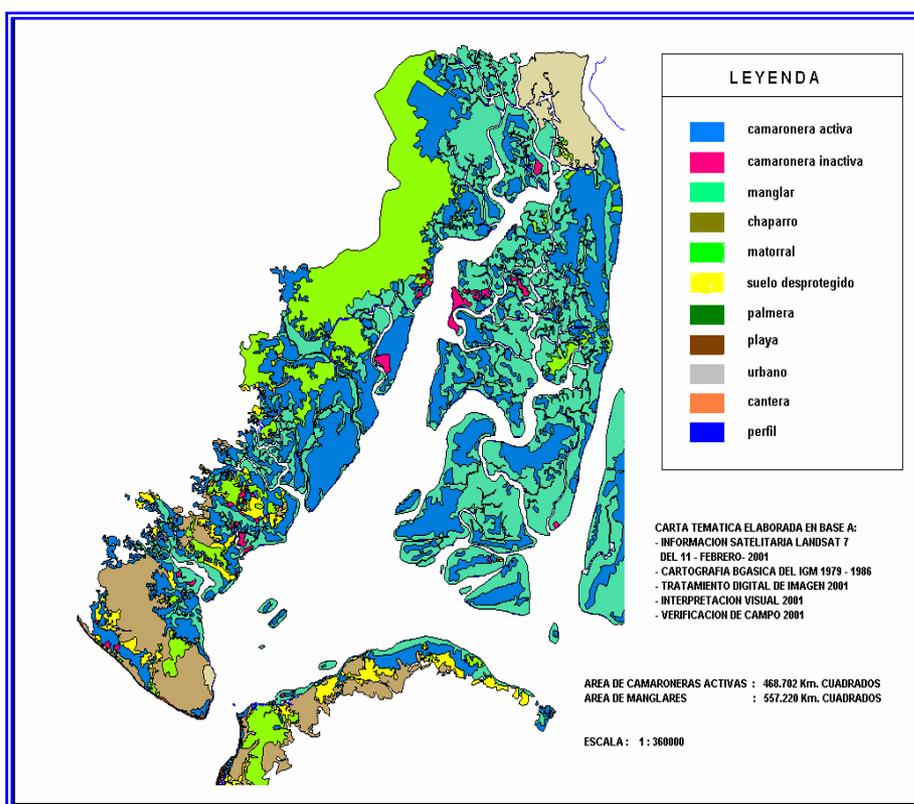
En un contexto más amplio, todo el suelo está dominado por la presencia de manglar y camaroneras. El estudio de la cobertura y uso del suelo realizado de una imagen del 11 de febrero de 2001 con el Satélite Landsat 7, indica las siguientes coberturas:

- Área de camaroneras : 468,70 kilómetros cuadrados
- Área de manglar :557,22 kilómetros cuadrados.

Estas superficies corresponden a un área de estudio con las siguientes coordenadas 2° 10' a 2° 50' latitud sur, y 79° 50' a 80° 21' longitud oeste.

Dentro de esta área se han identificado también otros usos del suelo como: matorral, suelos desnudos, playas, ríos y esteros, urbano, cantera y sembríos de palma.

Fig. 1.2 Mapa de uso actual del suelo



Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.1998.

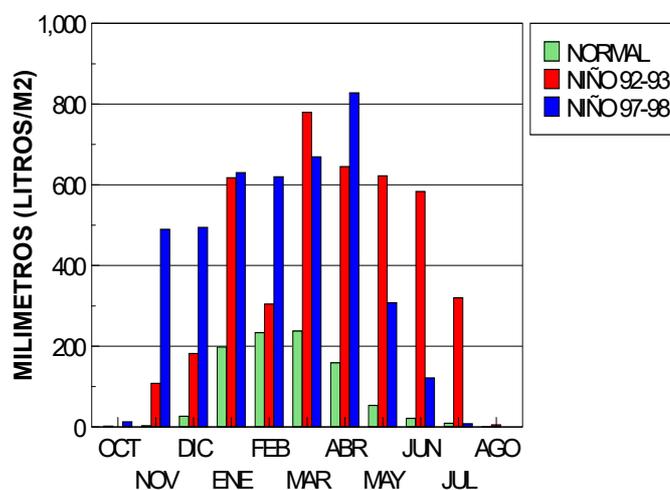
1.2.1.1 Climatología de la región

El clima del área de estudio esta clasificada según Koppen como "tropical húmedo" con una temperatura media del aire de 25.2 grados centígrados y un acumulado anual de precipitación de 955 milímetros, y es el resultado de la interacción del océano y la atmósfera y en particular del régimen de corrientes oceánicas y la posición de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT). Se distinguen dos épocas bien diferenciadas, la estación húmeda caracterizada por las precipitaciones y la época seca caracterizada por la ausencia de ellas.

Estación húmeda y seca

La temporada de lluvias normales (estación húmeda), se desarrolla entre los meses de Diciembre y Abril de cada año. Responde al desplazamiento hacia el sur de la ZCIT, al debilitamiento de la corriente costera de Humbolt y a la presencia normal de la corriente El Niño, que es un flujo costero de agua cálida y de baja salinidad proveniente de la cuenca de Panamá.

La estación seca, cuando es normal, se manifiesta entre Mayo y Noviembre, y es el resultado del desplazamiento hacia el Norte de la ZCIT por efecto de los vientos alisios del sureste y a la intensificación de la corriente costera de Humbolt que crea la inversión estable que inhibe los procesos convectivos, por lo que las precipitaciones disminuyen a niveles muy bajos (Figura 1.3).

Fig. 1.3 Acumulado mensual de precipitación

Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. INOCAR, 1998.

Evento ENSO (El Niño oscilación del Sur)

Frente a este régimen climático, se presentan en forma aleatoria, variaciones interanuales como el evento ENOS (El Niño-Oscilación Sur), que consiste en la invasión masiva de aguas cálidas al Pacífico Oriental Tropical y en especial a las Costas de Ecuador y Perú, lo que conlleva a una elevación significativa de la temperatura del agua y del nivel del mar y a un aumento sustancial de las precipitaciones que pueden alcanzar valores espectaculares en los eventos extremos como el de los años 1982-83 y 1997-98.

Durante el último El Niño de 1997-98, la precipitación llegó a valores acumulados extraordinarios, como ejemplo se puede citar el mes de Marzo, que alcanzó cerca de 660 mm en 1998, comparado con 249 mm obtenidos de un promedio de los últimos 50 años; para el mes de Abril 98 se obtuvo 828 mm, mientras que en el mismo periodo de 50 años se encontró 170 mm.

La temperatura del aire alcanzó anomalías positivas de hasta 4 grados Celcius. Durante esta época también se presentaron varias tormentas eléctricas. En las Tablas 6.1 y 6.2 se presentan los valores de varios parámetros meteorológicos que caracterizan el clima de la zona de estudio para un periodo largo que se considera que son los valores normales, así como los valores para el último El Niño 1997-98.

Tanto las estaciones normales como los eventos moderados y extremos de El Niño, tienen efectos variados, sobre la cuenca de Río Guayas, y en consecuencia sobre el sistema estuarino y sobre la producción acuícola y agrícola del sector.

Tabla 1.1 Promedios Meteorológicos normales en la estación Guayaquil (INOCAR).Promedios Anuales Normales. Periodo 1948 – 2001

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura	°C	26.1	26.2	26.6	26.6	26	24.7	23.9	23.8	24.1	24.3	24.8	25.8
Lluvia	mm	202.7	244	249	170.2	53.3	227	91	0.5	1.2	2	12.8	35.7
Humedad relativa	%	75	79	78	76	75	77	76	74	73	73	72	70
Viento	Puntos / m/s	SW/1.2	NE/1.1	N/1.1	SW/1.2	SW/1.3	SW/1.5	SW/1.7	SW/1.9	SW/2.0	SW/2.0	SW/1.9	SW/1.7
Nubosidad	Oktas	6	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6
Punto de Rocío	°C	26.1	22.5	22.7	22.4	21.6	20.8	19.8	19.3	19.3	19.6	19.6	20.3
Tension de vapor	mb	25.9	27.3	27.7	27.2	25.9	24.6	23.2	22.4	22.5	22.8	22.9	20.3
Heliofanía	horas	91.3	90.3	129	138.2	136.4	113.2	120.8	131.5	141.5	118.4	109.2	118.5
Brillo Solar	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Balance	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
nd: no disponible													

Fuente: Promedios Meteorológicos normales-INOCAR

Periodo 1948 – 2001

Tabla 1.2 Promedios Meteorológicos mensuales del año 1997-1998 en la estación

Parámetro	Unidad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Temperatura	°C	27.6	27.9	27.9	28	27.9	26.9	25.6	24.7	25			
Lluvia	mm	630.1	619.9	670	827.8	307.6	121.7	8	0.2	0			
Humedad relativa	%	85	83	83	82	82	80	79	77	76			
Viento	Puntos / m/s	SWW2.4	NEZ.6	SWW3.0	SWW2.4	SWW2.2	SWW2.3	SWW2.8	SWW2.5	SWW2.6			
Nubosidad	Oktas	7	7	7	7	7	6	7	7	7			
Punto de Rocío	°C	25	24.8	24.9	24.8	24.8	23.4	22	20.9	20.7			
Tensión de vapor	mb	31.7	31.4	31.6	31.3	31.3	28.8	26.5	24.7	24.5			
Heliofania	horas	83.2	88.5	131	141.2	102.7	140.5	117.6	96.2	119.4			
Brillo Solar	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Balance	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
nd: no disponible													

Guayaquil (INOCAR) Promedios Mensuales. Año 1998

Fuente: INOCAR. Promedios Meteorológicos mensuales Periodo 1997-1998

1.2.1.2 Componente Hídrico

Circulación Oceánica

La circulación oceánica frente a nuestras costas, está dominada por el movimiento de las masas de aguas del Pacífico Tropical Oriental, por lo que el área del Golfo de Guayaquil está fuertemente

influenciada por el aporte estacional de dichas masas. Hacia el norte domina la masa de Agua Tropical Superficial proveniente de la Cuenca de Panamá, caracterizada por temperaturas superiores a los 25°C y salinidades menores a 33.5 ‰, esta masa de agua cálida se extiende normalmente desde el ecuador geográfico hasta los 13°N y hacia el oeste hasta los 120°W. Al sur del ecuador hasta los 5°S, está localizada el extremo oriental del Agua Ecuatorial Superficial, originada por una mezcla de Agua Tropical Superficial, cálida y poco salina, con aguas de la Corriente del Perú, fría y salina; esta masa de agua está caracterizada por un gradiente térmico que incluye las isotermas de 25 a 19°C y una salinidad de 33.5 a 35 ‰

Onda de marea

La marea en el Ecuador es de tipo semidiurna, que se caracteriza por presentar dos pleamares y dos bajamares en algo más de 24 horas con desigualdades diurnas. En el golfo la amplitud varía de 1.5 m en la fase de cuadratura a 2.3 m en la fase de sicigia. La complicada geometría del sistema estuarino y la fricción hidráulica, causan una deformación gradual de la onda. Cuando esta ingresa por el Estero Salado, la amplitud se incrementa gradualmente a medida que avanza hacia el interior, de manera que en el Puerto Marítimo de Guayaquil, estos valores llegan a 2.1 y 3.6 m, respectivamente, tardándose aproximadamente tres horas en llegar al puerto. En el estuario del Río Guayas, la onda de marea se tarda cerca de cuatro

horas hasta la ciudad de Guayaquil, y se interna aguas arriba hasta una distancia de 50 y 100 km. desde el Canal de Cascajal, dependiendo del caudal del río.

Con el fin de mantener un conocimiento más exacto del comportamiento de las mareas, el Instituto Oceanográfico registra información en las estaciones de Posorja y Puerto Marítimo llamadas "puerto patrón", desde los años 1984 y 1979 respectivamente.

Circulación en el sistema estuarino

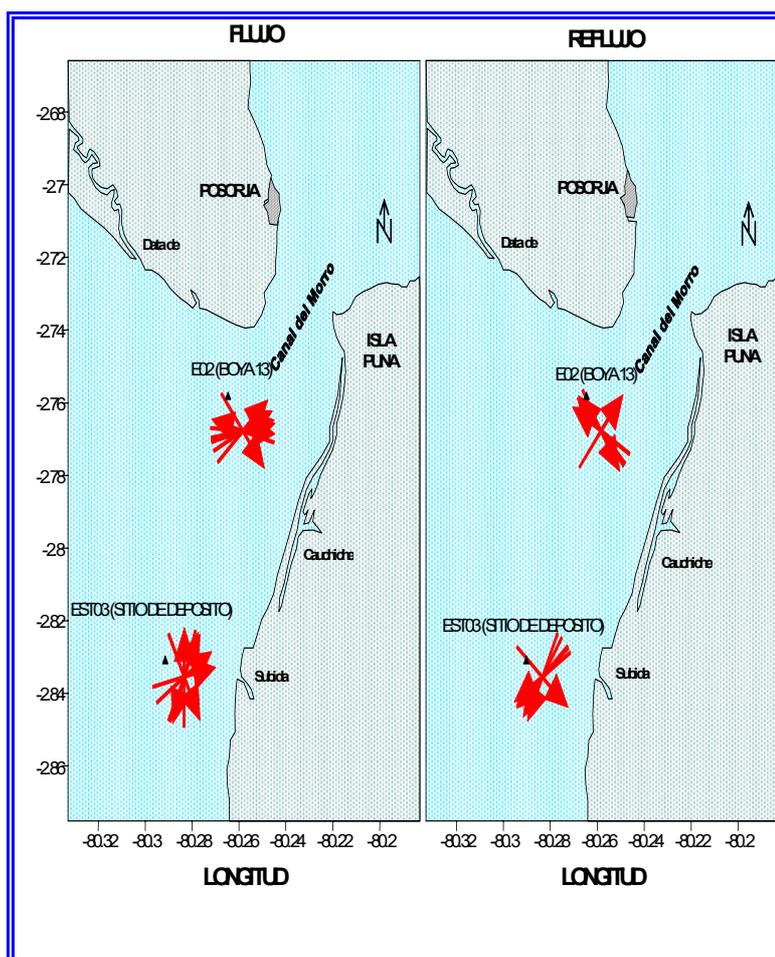
En el estuario interior de ambos canales, las corrientes o circulación son el producto de la entrada y salida del agua en cada ciclo de marea creado por el flujo (entrada) y reflujó (salida) de las aguas; tanto la magnitud como la dirección dependen principalmente de la amplitud de la marea, presentando las máximas velocidades en la mitad del ciclo, esto es entre la plea y baja y viceversa.

La circulación al interior del Estero Salado, debe vérsela como parte de un contexto más amplio, y no solo como la influencia de la onda de marea, sino también, de la geometría de todo el sistema estuarino y la conexión con el Río Guayas a través del Canal de Cascajal. Mediciones realizadas en varias oportunidades en el Estero Salado, indican que el agua oscila

horizontalmente sobre distancias entre 10 y 30 km., con velocidades máximas de 0.5 a 2.0 m/s, dependiendo de la amplitud y tipo de la marea, y del lugar del estuario considerado.

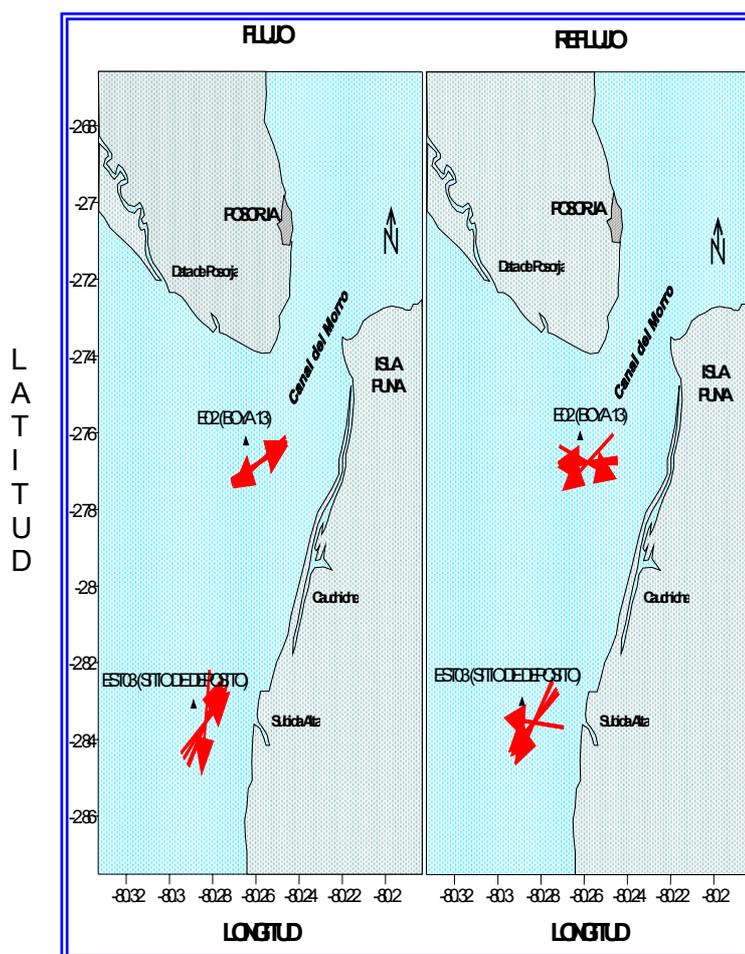
Investigaciones más amplias relacionadas a la circulación en todo el sistema estuarino, fueron realizadas por Murray, et al., (1970), quienes encontraron que la geometría del sistema estuarino y las diferencias de fases entre los niveles de agua, forman un complicado patrón de corrientes en todo el sistema. Estos desniveles de agua producen en ciertos momentos, sobre todo en el Canal de Cascajal, flujos convergentes o divergentes de acuerdo a la amplitud de la marea en ambos estuarios. En el estuario del Río Guayas - Canal de Jambelí, las presiones relacionadas a las gradientes de densidad provocan corrientes residuales, con la principal características de que el flujo es hacia el interior en el fondo y hacia el mar en la superficie.

Fig. 1.4 Dirección de Corrientes de fondo durante el flujo y el refluo durante el EO2 (Boya 13) y el sitio de depósito, Sep 1998.



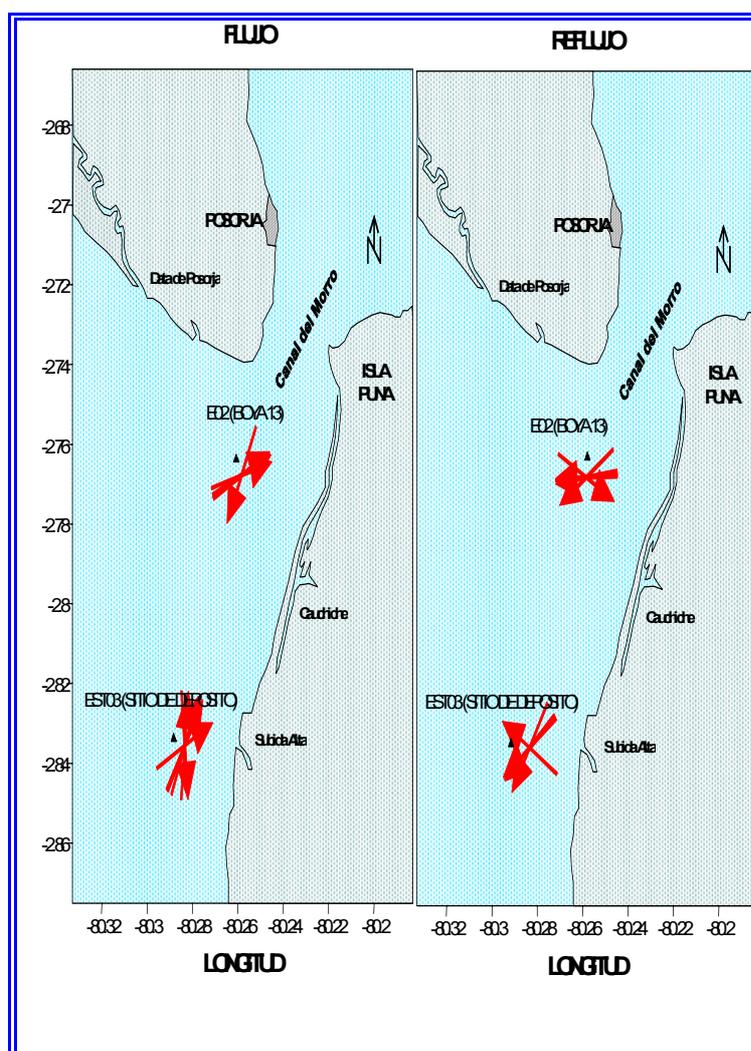
Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. 1998

Fig. 1.5 Dirección de las Velocidades Subsuperficiales (medio) durante el flujo y refluo en la E02 (boya 13) y lugar de depósito, Septiembre/98.



Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, 1998.

Fig. 1.6 Dirección de las corrientes superficiales durante el flujo y refluo en las E02 (boya 13) y el lugar de depósito de los sedimentos, Septiembre98.



Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, 1998

La geometría de los canales y esteros, las variaciones de profundidad, la fricción hidráulica, la descarga de los ríos, las corrientes de densidad y los efectos del viento, provocan una asimetría en la oscilación del flujo, y consecuentemente en la circulación resultante en el estuario. Estos movimientos combinados con las corrientes litorales en el Golfo de Guayaquil, que convergen hacia el estuario, forman un patrón de corrientes residuales que son de gran importancia en relación con el transporte de sedimentos y de sal en todo el sistema, además también lo son para la distribución de elementos contaminantes en el mismo.

Circulación en el canal externo y sitio de depósito

Las condiciones que imponen el sistema de circulación predominante en los estuarios, no ha cambiado en los últimos tres años de manera que pueda alterar el patrón de circulación. (según estudios realizados en 1998- en el cual se utilizó el método de Euler, que consiste en monitorear el flujo que pasa por un punto fijo, a diferentes niveles y durante largos períodos de tiempo.)

Las corrientes en el canal son básicamente de marea, su dirección predominante está en función del flujo o reflujo de las mareas, se alinean por lo general con el eje del canal. En dos estaciones las corrientes residuales tienen la misma dirección que las corrientes durante el flujo. En la columna

de agua las corrientes mantienen el mismo patrón variando con las mareas y disminuyendo a medida que se acercan al fondo.

Se debe considerar que en la marea de sicigia las corrientes suelen ser más fuertes y que los vientos también ejercen influencia en la superficie del agua, por lo que en meses de mayor intensidad de viento y durante la sicigia las velocidades superficiales también tenderán a ser mayores.

Intrusión salina

En el Estero Salado las diferencias entre los valores máximos y mínimos de salinidad en la columna de agua son pequeñas comparadas con las del Río Guayas, lo cual indica que se encuentra bien mezclado. Adicionalmente, se debe destacar que durante la época de lluvias las salinidades en el sistema estuarino se reducen dramáticamente como producto de la dilución de las aguas con las provenientes de las lluvias locales; salinidades máximas típicas en la parte media del Estero Salado están entre los 28 y 30 ‰ en época seca, mientras que en época húmeda se reducen entre 16 y 18 ‰. Esto se puede observar en los datos de campo obtenidos en los estudios de los años 1984, Tabla 6.7; mediciones realizadas en 1996, tabla 6.10, confirman el comportamiento de la intrusión salina en el sistema.

En general, se presenta un sistema bien mezclado con bajos gradientes de salinidad, especialmente en el interior del Estero Salado. La mezcla de las aguas marinas y dulces tiene lugar en la zona de la interfase, motivada permanentemente por los movimientos de cada ciclo de marea.

La distancia a la cual el agua salada ingresa en el estuario es un problema de equilibrio entre la descarga de agua dulce y la gradiente de densidad. Este mecanismo es predominante en el Río Guayas - Canal de Jambelí, con una máxima intrusión hasta de 70 km aguas arriba de Guayaquil. Con una descarga del río cerca de $400 \text{ m}^3/\text{s}$, la máxima gradiente de densidad está localizada entre San Guillermo y Guayaquil. Mayores descargas permiten que esta gradiente se desplace hacia el sur, probablemente a la vecindad de Puná en condiciones extremas.

La situación es completamente diferente en el Estero Salado, pues la falta de agua dulce permite una mayor penetración del agua salada en el estero. Las salinidades en ocasiones descienden debido a las lluvias locales o a los desechos ciudadanos, o en su defecto por el ingreso de flujos de agua dulce provenientes de las cuencas hidrográficas de los ríos Daular, Cerecita y Camarona.

Tabla 1.3 Salinidades máximas y mínimas promedio (‰) en el Estuario del Estero Salado y Río Guayas.

EPOCA		SECA		HUMEDA	
MAREA		Cuadratura min/max	Sicigia min/max	Cuadratura min/max	Sicigia min/max
LUGAR	Estación				
Estero Cobina	12	19.9 / 28.0		19.9 / 24.7	
Estero Salado	1	26.5 / 27.9	27.3 / 29.2	15.1 / 16.1	14.4 / 16.2
	2	27.0 / 28.5	27.8 / 30.2	15.3 / 15.8	15.0 / 16.7
	3	27.2 / 28.7	28.6 / 30.6	15.5 / 16.4	14.8 / 17.1
	4	28.9 / 29.8	29.0 / 31.2	14.4 / 15.9	15.8 / 19.2
	5	29.4 / 30.4	30.3 / 31.4	15.4 / 17.9	17.8 / 19.8
	6	31.4 / 31.7	32.7 / 33.7	19.6 / 24.6	19.1 / 24.9
Canal de Cascajal	7	31.4 / 32.8	33.2 / 33.8	14.6 / 16.1	16.5 / 18.0
Río Guayas	10	6.7 / 11.5	6.8 / 13.4	0.0 / 0.0	0.0 / 0.01
	9	20.5 / 27.1	18.7 / 29.7	0.00 / 2.2	0.02 / 6.0
Canal de Jambelí	8	35.0 / 35.9	32.5 / 34.4	13.1 / 22.8	10.5 / 25.0

Fuente: INOCAR –Salinidades máximas y mínimas (1984)

Olas

La presencia de las olas es más significativa en el sector entre la boya de mar y la boya 13, en donde se recibe la mar de leva del Pacífico Sur y la ola de viento generada especialmente en la estación seca. No se disponen de registros de largo tiempo in situ, pero la información del Ocean Wave Statistics, muestra que el 53.5% corresponde a olas del mar de leva y el 46.5% a la ola de viento, Tabla 6.11.

En el interior del canal de navegación, la ola de viento con alturas de unos pocos centímetros no es relevante; sin embargo, las olas generadas por los buques que navegan por el canal, pueden alcanzar alturas mayores de 1 m., que al reventar en las playas o zonas de manglar, provocan acresión o erosión de las arenas o lodos en los lugares de impacto.

Tabla 1.4 Datos de olas del OCEAN WAVE STATISTICS NÚMERO DE OBSERVACIÓN DE OLAS.

MESES	TODAS LAS DIRECCIONES			DIRECCIONES 200-280°			
	OLAS	OLAS DE VIENTO		OLAS		OLAS DE VIENTO	
	No.	No.	%	No.	%	No.	%
DIC-FEB	3.036	1796	59.2	199	6.6	120	4
MAR-MAY	3.713	1829	49.3	172	4.6	100	2.7
JUN-AGO	2.739	998	36.4	128	4.7	66	2.4
SEP-NOV	3.067	1218	39.7	165	5.4	301	2.8
TOTAL	12.555	5.841	46.5	665	5.3	367	2.9

Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil. 1998

NOTA: Las olas moderadas de viento son definidas como olas con una altura de 1m o menos y un período de 7 segundos o menos.

C a p í t u l o I I

2.1 Perfil metodológico

2.1.1 Descripción

Con la finalidad de obtener una vista panorámica de la variación de cada uno de los parámetros de calidad de agua dentro del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, se procedió a hacer un análisis espacio-temporal individual por parámetro en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, y superficie); en las 14 diferentes estaciones o puntos de muestreos (Boya 66, Estero Corvinera, Boya 59 , Estero Grande, Boya 48, Boya 39, Boya 33, Boya 12, Boya 9 , Boya 7, Boya 2, Boya 1 Depósito, y Boya 2 Depósito); en los diferentes 18 Ciclos o Fechas de muestreo (EIA 1998(Flu, Re), EIA

2001, MAE 2003(Ciclo 1, Ciclo 2, Ciclo 3, Ciclo 4, Ciclo 5, Ciclo 6, Ciclo 7, Ciclo 8, - Ciclo 9, Ciclo 10, Ciclo 11, Ciclo 12, Ciclo 13, Ciclo 14-Flu, Ciclo 14-Re). Cabe recalcar que las condiciones climáticas pudieron retrasar o adelantar las condiciones de lluvia, provocando un ligero desplazamiento en las fechas de muestreos.

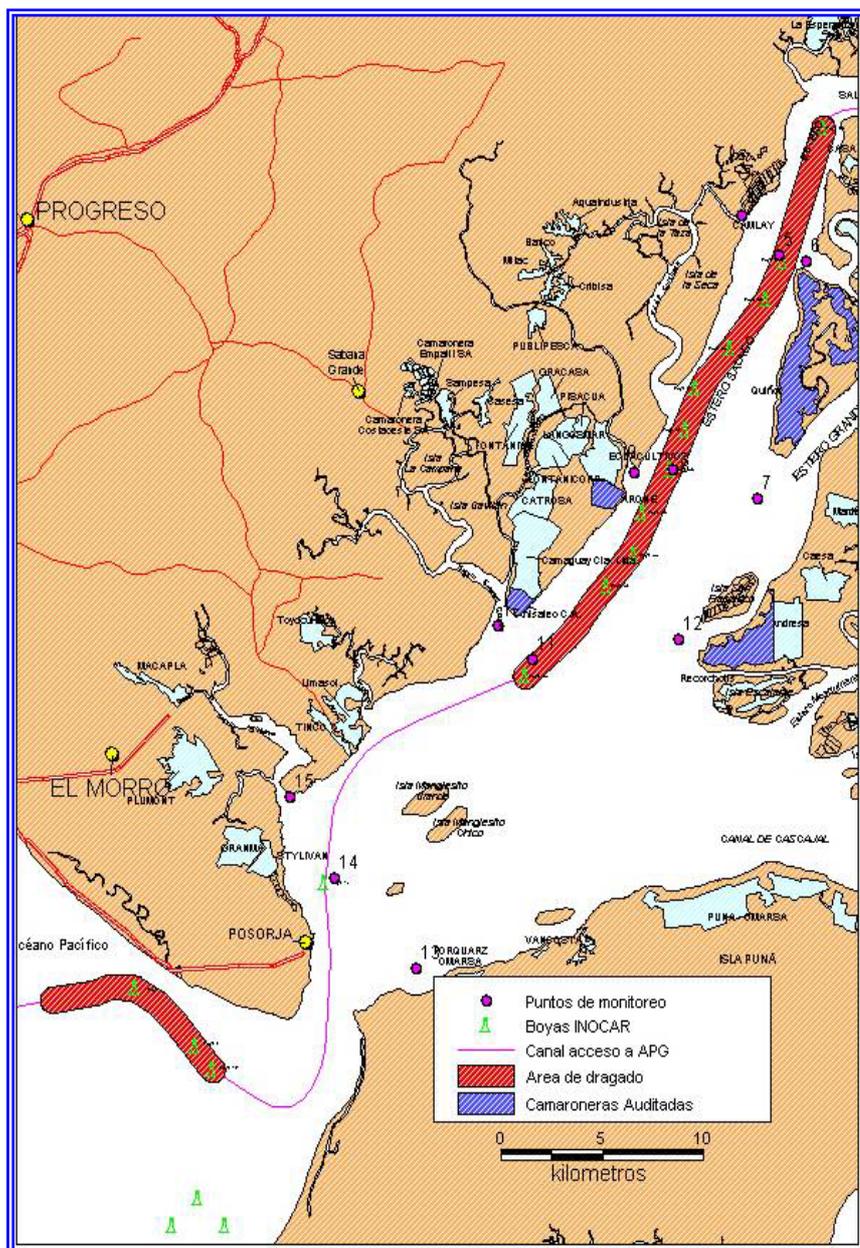
Para la obtención del Índice de Calidad de Agua propuesto por la Comisión Nacional del Agua de México, se procedió a obtener el promedio individual, de cada uno de los parámetros en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, y superficie); en los 18 diferentes Fechas o Ciclos de muestreo. Con los resultados obtenidos se procedió a elaborar las tablas en EXCEL, con el fin de obtener el ICA individual por parámetro en los diferentes niveles, ciclos y estaciones de muestreo.

Con la finalidad de simplificar el análisis de los gráficos se tomo en consideración el valor máximo individual por parámetro de cada estación, para de ahí sacar el valor máximo general entre las diferentes estaciones y ciclos de muestreo. El mismo procedimiento se llevo a cabo para obtener el valor mínimo general entre las diferentes estaciones y ciclos de muestreo.

Para la obtención del Índice de Calidad de Agua propuesto por la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), se procedió a realizar una digitalización de las graficas por parámetros propuestas por Ott 1978, citada por Canter 1998, con el propósito de obtener datos confiables mas ajustados a las graficas.

Los datos numéricos producto de la Digitalización fueron llevados a EXCEL, con la finalidad de escoger una ecuación polinomial que mas se ajustara a cada una de las graficas. Para solo reemplazar y obtener resultados más cercanos a la realidad. Luego estos resultados fueron verificados a través de la utilización oficial del ICA-NSF, de los Estados Unidos encontrado el la Web.

Fig. 2.1 Estaciones de muestreo del Estudio de Impacto Ambiental 2001.



Fuente: Informe Final de Estudio de Impacto Ambiental para el dragado del Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil, 2001.

2.1.2 Cálculo del Índice de Calidad de agua propuesto por la Comisión Nacional del agua de México y su valoración Cualitativa.

2.1.2.1 Antecedentes

La metodología propuesta por la Comisión Nacional del agua de México aplicada en la primera parte de este documento es el resultado de la recopilación simplificada de las teorías de los diferentes investigadores que con afán impetuoso de conseguir una metodología unificada para el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA) han desarrollado diferentes metodologías, siendo los pioneros en el intento de generar una metodología unificada para el cálculo del Índice de Calidad de Agua (ICA) Horton (1965) y Liebman (1969).

Posteriormente la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), realizó un estudio para evaluar el ICA en base a nueve parámetros, el cual desarrolló el método DelpHi de encuestas (creado con el objeto de integrar efectivamente las opiniones de expertos y eliminar las desventajas colaterales de un proceso de comité), agrupó a un panel de expertos en cuestiones ambientales y diseñó, a partir de la evaluación e interacción de ellos, un ICA de tipo multiplicativo y con asignación de pesos específicos por parámetro.

Mas tarde Pratti (1971), presento un trabajo con trece parámetros y Dinius (1972) realiza un trabajo similar con once parámetros. La evaluación numérica del ICA, con técnicas multiplicativas y ponderadas pueden o no ponderarse con pesos específicos para cada parámetro, Brown et al. (1973), Landwehr (1974) realizo una recopilación de las diferentes descripciones de los sistemas mencionados. Landwehr y Denninger (1976), demostraron la superioridad del cálculo a través de técnicas multiplicativas, que son mucho más sensibles que los aritméticos a la variación de los parámetros, por lo que reflejan con mayor precisión un cambio de calidad.

En cuanto a la ponderación, Ott (1978) indica que el asignar pesos específicos a los parámetros tiene el riesgo de introducir cierto grado de subjetividad en la evaluación, pero por otro lado sugiere que es importante una asignación racional y unificada de dichos pesos de acuerdo al uso del agua y de la importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración.

2.1.2.2 Definición

El Índice de Calidad del Agua (ICA), es una agrupación simplificada de algunos parámetros, los cuales son indicadores de un deterioro en calidad del agua, a su vez ,es una manera efectiva y fácil de comunicar y evaluar la calidad de los cuerpos de agua a la fecha del

muestreo, el cual está expresado como porcentaje del agua pura; así, el agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero por ciento, mientras el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano

2.1.2.3 Cálculos

Según esta metodología el cálculo del ICA se realiza aplicando la siguiente ecuación:

$$ICA = \frac{\sum_{i=1}^n I_i W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Donde:

ICA = índice de calidad del agua global

I_i = índice de calidad para el parámetro i

W_i = Coeficiente de ponderación del parámetro i

n = Número total de parámetros.

El valor del ICA que arroja la ecuación es un número en un rango que va de 0 y 100 que califica la calidad, a partir del cual y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación.

2.1.2.4 Parámetros

El número de parámetros que se consideran para determinar el ICA global son 18.

Parámetros que se consideran para determinar el ICA global		
DBO5	Sólidos Disueltos	Nitrógeno de nitratos
Oxígeno Disuelto	Sólidos Suspendidos	Nitrógeno amoniacal
Coliforme Fecales	Cloruros	Fosfatos totales
Coliforme Totales	Conductividad Eléctrica	Sustancias de Azul de Metileno
Ph	Alcalinidad	Color
Dureza Total	Grasas y Aceites	Turbiedad

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua. México (1999).

Además del ICA general, es factible calcular los valores del ICA para las siguientes categorías: materia orgánica, bacteriológico, material iónico, material en suspensión y nutrientes.

Parametros/Variables	Tabla 2.2 Agrupacion de Parametros para ICA particulares				
	Material iónico	Material suspendido	Nutrientes	Materia orgánica	Bacteriológico
pH	X				
Color		X			
Turbiedad		X			
Grasas y Aceites		X			
Sólidos Suspendidos		X			
Sólidos Disueltos	X				
Conductividad Eléctrica	X				
Alcalinidad	X				
Dureza Total	X				
Nitrógeno de nitratos			X		
Nitrógeno amoniacal			X		
Fosfatos totales			X		
Cloruros	X				
Oxígeno Disuelto				X	
DBO				X	
Coliformes Totales					X
Coliformes Fecales					X
SAAM			X		

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua. México (1999).

Como parte del cálculo del ICA, en el caso en los que no existe un dato, se considerara un coeficiente de ponderación nulo para el parámetro al que corresponda en la evaluación del ICA.

2.1.2.5 Coeficientes de ponderación por parámetro

Los Coeficientes de Ponderación por Parámetro se dan con el fin de determinar su importancia relativa dentro del índice de calidad del Agua Global.

Tabla 2.3- Coeficiente de Ponderación por Parámetro			
Parámetro	Peso (W _i)	Parámetro	Peso (W _i)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	5	Nitrógeno en nitratos (NO ₃ ⁻¹)	2
Oxígeno disuelto	5	Alcalinidad	1
Coliformes fecales	4	Color	1
Coliformes totales	3	Dureza total	1
Sustancias activas al azul de metileno (Detergentes)	3	Potencial de Hidrógeno (pH)	1
Conductividad eléctrica	2	Sólidos suspendidos	1
Fosfatos totales (PO ₄ ⁻³)	2	Cloruros (Cl ⁻¹)	0.5
Grasas y aceites	2	Sólidos disueltos	0.5
Nitrógeno amoniacal (NH ₃)	2	Turbiedad	0.5

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua. México (1999).

Para evitar datos disparados u outlines es necesario que durante la aplicación de las ecuaciones para el cálculo del ICA por parámetro tomar en cuenta ciertos criterios de cálculo en la metodología, basados en el comportamiento matemático de las ecuaciones.

En caso de que no exista ningún parámetro para el cálculo del ICA, no se tomará en cuenta el período de evaluación de donde no haya

información. Y se llevara acabo el cálculo del ICA con los datos de los parámetros disponibles en la estación de monitoreo, en caso de que no existan los 18 parámetros.

Para la obtención de estos índices se utiliza la misma fórmula de ICA general (promedios ponderados), y los coeficientes correspondientes para cada parámetro.

ICA	CRITERIO GENERAL
85 -100	No Contaminado
70 - 84	Aceptable
50 - 69	Poco Contaminado
30 - 49	Contaminado
0 - 29	Altamente Contaminado

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua. México (1999).

Tabla 2.5 Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua en función del Uso						
ICA	Criterio General	Abastecimiento Público	Recreación	Pesca y Vida Acuática	Industrial y Agrícola	
100	NO CONTAMINADO	NO REQUIERE PURIFICACION	ACEPTABLE PARA CUALQUIER DEPORTE ACUATICO	ACEPTABLE PARA TODOS LOS ORGANISMOS	NO REQUIERE PURIFICACION	
95						
90						
85		LIGERA PURIFICACION			LIGERA PURIFICACION PARA ALGUNOS PROCESOS	
80	ACEPTABLE	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	ACEPTABLE ,EXCEPTO PARA ESPECIES SENSIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL	
75						
70						
65	POCO CONTAMINADO	MAYOR NECESIDAD DE TRATAMIENTO	ACEPTABLE PERO NO RECOMENDABLE	DUDOSO PARA ESPECIES SENSIBLES	SIN TRATAMIENTO PARA LA INDUSTRIA NORMAL	
60						
55						
50	CONTAMINADO	DUDOSO	DUDOSO PARA EL CONTACTO DIRECTO	SOLO ORGANISMOS RESISTENTES	TRATAMIENTO EN LA MAYOR PARTE DE LA INDUSTRIA	
45						
40						
35			SIN CONTACTO CON EL AGUA			
30	ALTAMENTE CONTAMINADO	NO ACEPTABLE	SEÑAL DE CONTAMINACION	NO ACEPTABLE	USO RESTRINGIDO	
25						
20						
15						
10			NO ACEPTABLE		NO ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
5						
0						

Fuente: Semarnap, Comisión Nacional del Agua. México (1999).

2.1.3 Cálculo del Índice de Calidad de agua propuesto por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) y su valoración Cualitativa.

2.1.3.1 Antecedentes

Detectar el grado de contaminación presente en un cuerpo de agua a través de monitoreos, nos conduce a obtener una inmensa cantidad de datos de diversos parámetros, incluso dimensionalmente distintos, que dificulta el detectar patrones de contaminación.

La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), realizó un estudio para evaluar el ICA en base a nueve parámetros, el cual desarrolló el método DelpHi de encuestas (creado con el objeto de integrar efectivamente las opiniones de expertos y eliminar las desventajas colaterales de un proceso de comité), agrupó a un panel de expertos en cuestiones ambientales y diseñó, a partir de la evaluación e interacción de ellos, un ICA de tipo multiplicativo y con asignación de pesos específicos por parámetro.

El método de Delphi consistió en su primera fase en la utilización de 142 personas con experiencia en los diferentes aspectos que involucran la gestión de calidad de agua, alrededor de todo los Estados Unidos.

Tabla 2.6 Profesiones de los participantes en el Panel QWI NSF	
Inspectores(federal, Interestatal, estatal, territorial y regional)	101
Gerente de instalaciones publicas	5
Ingenieros consultores	6
Académicos	26
Otras(Ing. de control de residuos y representantes de org. profesionales	4
TOTAL	142

Fuente: Ott, W. 1978, Pág. 203

Para la cual procedieron a enviar a cada uno de los miembros del panel tres cuestionarios.

- En el primer cuestionario a cada uno de los panelistas se les solicitaba que consideraran 35 variables para su posible inclusión en un índice de calidad de agua.

Tabla 2.7 35 Variables Candidatas consideradas para el WQI del cuestionario num. 1 de la NSF				
Oxígeno Disuelto	Pesticidas	Extracto de cloroform de Carbono	Hierro	Dureza
Coliforme Fecales	Fosfatos	Amoniaco	Color	Sodio y Potasio
ph	Nitratos	Sólidos Totales	Manganeso	Acidez
DBO5	Sólidos Disueltos	Aceites y grasas	Fluoruros	Bicarbonatos
Coliforme Totales	Radioactividad	Turbidez	Cobre	Magnesio
Herbicidas	Fenoles	Cloruros	Sulfato	Aluminio
Temperatura	DQO	Alcalinidad	Calcio	Silice

Fuente: Ott, W. 1978, Pág. 203

- En el segundo cuestionario a cada uno de los panelistas se les solicitaba que revisaran sus puntuaciones iniciales y cambiaran sus respuestas si lo estimaban convenientes. También se les pedía anotar sus respuestas y compararlas con la de los demás panelistas. Luego de recibidos todos los cuestionarios se identificaron las variables de mayor relevancia y el peso de estas.
- En el tercer cuestionario a cada uno de los panelistas se les solicitaba que desarrollaran una

curva de puntuación para cada una de las variables que se habían incluido (Ott,1978),que representaran según su opinión, la variación del agua con respecto a la cantidad de cada contaminante. Cabe recalcar que aproximadamente alrededor de un 80 % de las curvas dibujado por cada uno de los encuestados se encontraban dentro de la zona sombrada en cada una de las graficas.

Los investigadores concluyeron las medias de las curvas que les enviaban los encuestados, se género un conjunto de “curvas media”, una por cada variable contaminante.

2.1.3.2 Definición

El Índice de Calidad de Agua se refiere a la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de “Usos Específicos”.

2.1.3.3 Cálculo

Los índices se calcularon de acuerdo al índice de la calidad del agua (WQI) desarrollado por la Fundación de Sanidad Nacional (NSF) en 1970 y citado por Canter (1998); fórmula que es una función ponderada de agregación producto cuya expresión matemática es:

$$NSPWQL_m = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i}$$

Donde:

WQI= Índice de calidad de agua

n= Número de variables

I= Subíndices

W =Pesos de importancia asignados a las variables, los cuales se detallan en la tabla 2.9.

El valor del ICA que arroja la ecuación es un número en un rango que va de 0 y 100 que califica la calidad, a partir del cual y en función del uso del agua, permite estimar el nivel de contaminación.

2.1.3.4 Parámetros

El número de parámetros que se consideran para determinar el ICA global son 9.

Tabla 2.8 Parámetros que se consideran para determinar el ICA global		
Oxígeno disuelto	DBO5	Desviación de Temperatura
Coliformes fecales	H03	Turbidez
Potencial de Hidrogeno	P04	Sólidos Totales

Fuente: Ott, W. 1978

2.1.3.5 Coeficientes de ponderación por parámetro

Los Coeficientes de Ponderación por Parámetro se dan con el fin de determinar su importancia relativa dentro del índice de calidad del Agua Global.

Tabla 2.9 Coeficiente de Ponderación por Parámetro-NSF	
Parámetro	Peso (W)
Oxígeno disuelto	0.17
Coliformes fecales	0.15
Potencial de Hidrogeno	0.12
DBO5	0.1
H03	0.1
P04	0.1
Desviación de Temperatura	0.1
Turbidez	0.08
Sólidos Totales	0.08

Fuente: Ott. W. 1978

Para evitar datos disparados u outlines es necesario que durante la aplicación de las ecuaciones para el cálculo del ICA por parámetro tomar en cuenta ciertos criterios de cálculo en la metodología, basados en el comportamiento matemático de las ecuaciones

Tabla 2.10 Rangos de calificación del ICA según el criterio general-NSF	
Descriptores	Arbitrio numerico
Muy Malo	0-25
Malo	26-50
Medio	51-70
Bueno	71-90
Excelente	91-100

Fuente: Ott, W. 1978, Pág. 212

Capítulo III

3.1 Resultados y Discusiones

Los resultados incluyen:

3.1.1 Análisis Gráfico y estadístico por parámetros de calidad de agua, a saber: Temperatura, Salinidad, Potencial de Hidrogeno (pH), Oxígeno disuelto, Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales disueltos, Turbidez, Fosfatos, Sólidos Suspendidos, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Nitratos, Nitritos, Amonio, Demanda Química de Oxígeno (DQO), considerando los 18 ciclos de muestreos (EIA 1998, EIA 2001, MAE 2003 y MAE 2004 con sus 14 ciclos) con respecto a cada una de las diferentes 14 estaciones muestreadas (Boya 66, Estero Corvinera, Boya 59, Estero Grande, Boya 48, Boya 39, Estero Sabana Grande, Boya 33, Boya 12, Boya 9, Boya 7, Boya 2, Boya 1 Depósito, Boya 2 Depósito). Graficados según sus niveles (fondo, medio y superficie).

3.1.2 Aplicación de la Norma de calidad de agua por parámetro propuesta por la Comisión Nacional del agua de México, cuya estadística muestra el comportamiento espacial y temporal de

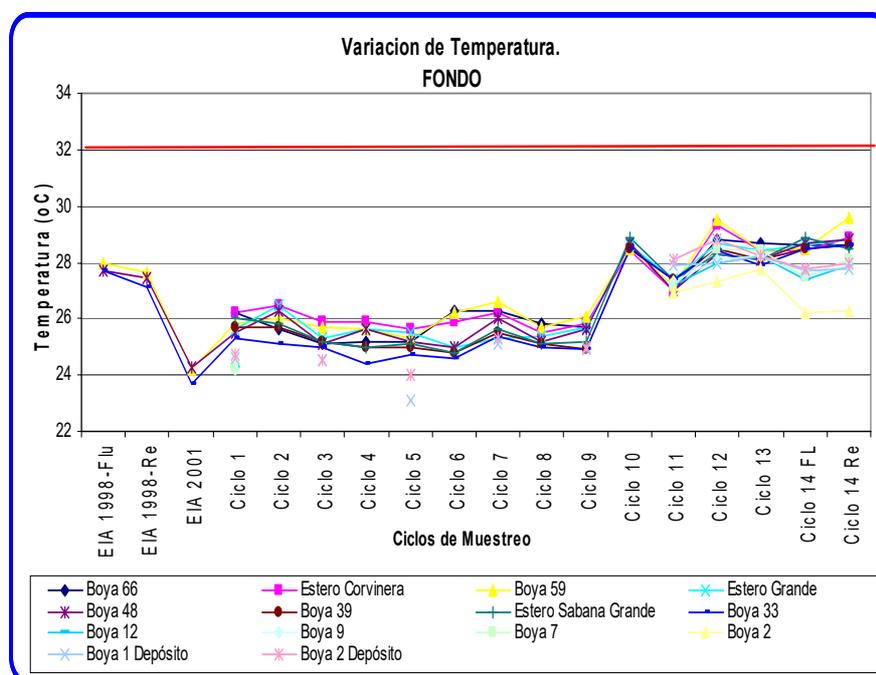
aquellos parámetros más indicativos de la calidad del agua dentro del área aledaña a Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

3.1.3 Aplicación de la Norma de calidad de agua global propuesta por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF), citada por Canter (1998) cuya estadística muestra el comportamiento espacial y temporal de aquellos parámetros más indicativos de la calidad del agua dentro del área aledaña a Canal de Acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

3.1.1 Análisis gráfico y estadístico por parámetro de Calidad de agua dentro del área aledaña al canal de acceso al puerto marítimo de Guayaquil.

A continuación se procede a hacer un análisis de los parámetros más significativos. La descripción de la simbología de las estaciones además de las leyendas correspondientes en los ciclos de muestreo se encuentran detalladas en los Anexos 6 y 7.

Fig. 3.1 Variación de temperatura en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Nota: la línea roja representa el límite máximo permisible de temperatura según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

La temperatura del agua es un factor preponderante al momento de analizar la calidad de agua, puesto que este indicador influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas.

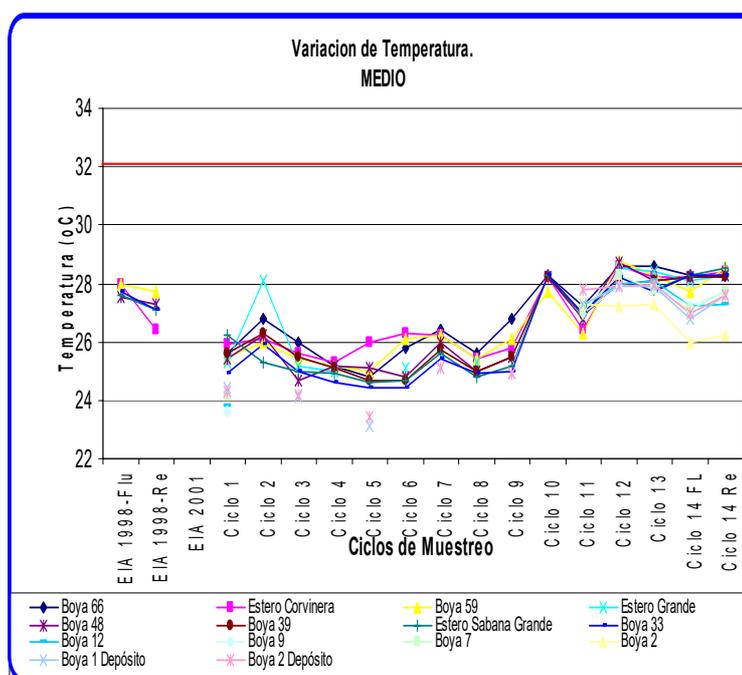
Una de las causas de variación estacional de la temperatura del agua es la temperatura ambiental sin embargo, existen otros aspectos físicos de un río que causan dicha variación. Por ejemplo, los ríos tributarios alteran la temperatura al ir mezclando sus aguas con las del río principal, la velocidad es otro factor pues una partícula de agua en corrientes más rápidas estará expuesta a la luz por periodos más cortos de tiempo por tanto el agua tenderá a ser más fría al compararla con un flujo de corriente más lenta. La cobertura de orilla es otro factor que contribuye a reducir el impacto de las altas temperaturas al igual que la profundidad y ancho de la sección del canal (Michaud, 2001).

Los rangos de temperatura encontrados en el fondo fluctúan entre 24-29⁰C, con un promedio de temperatura de 26.7⁰C aproximadamente.

El valor máximo de temperatura es 29.3⁰C en el Estero Corvinera [MAE-2004(Ciclo 14 Re)] y el valor mínimo de temperatura es de 23.1⁰C, en la Boya 1 de Deposito [MAE-2003(Ciclo 5)].

Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios, los rangos de temperaturas en el agua de fondo encontradas en las diferentes estaciones y ciclos de muestreos son óptimas puesto que estas estaban por debajo de el limite máximo permisible de temperatura (32°C).

Fig. 3.2 Variacion de temperatura en profundidad media



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

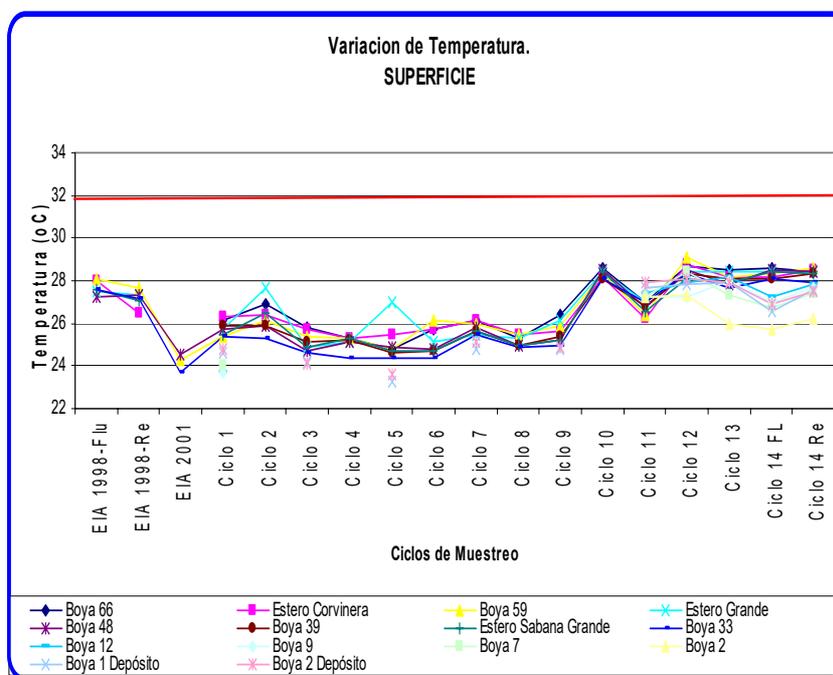
Nota: la línea roja representa el limite máximo permisible de temperatura según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

Los rangos de temperatura encontrados en aguas medias fluctúan entre 23-29⁰C, con un promedio de temperatura de 26.6⁰C aproximadamente.

El valor máximo de temperatura es 28.8⁰C en la Boya 59 [MAE-2004(Ciclo 12)] y el valor mínimo de temperatura es de 23.1⁰C en la Boya 1 Deposito [MAE-2003(Ciclo 5)].

Los rangos de temperaturas en el agua de fondo encontradas en las diferentes estaciones y ciclos de muestreos son óptimos puesto que estas estaban por debajo del límite máximo permisible de temperatura (32⁰C), según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios.

Fig. 3.3 Variación de temperatura en superficie



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Nota: la línea roja representa el límite máximo permisible de temperatura según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

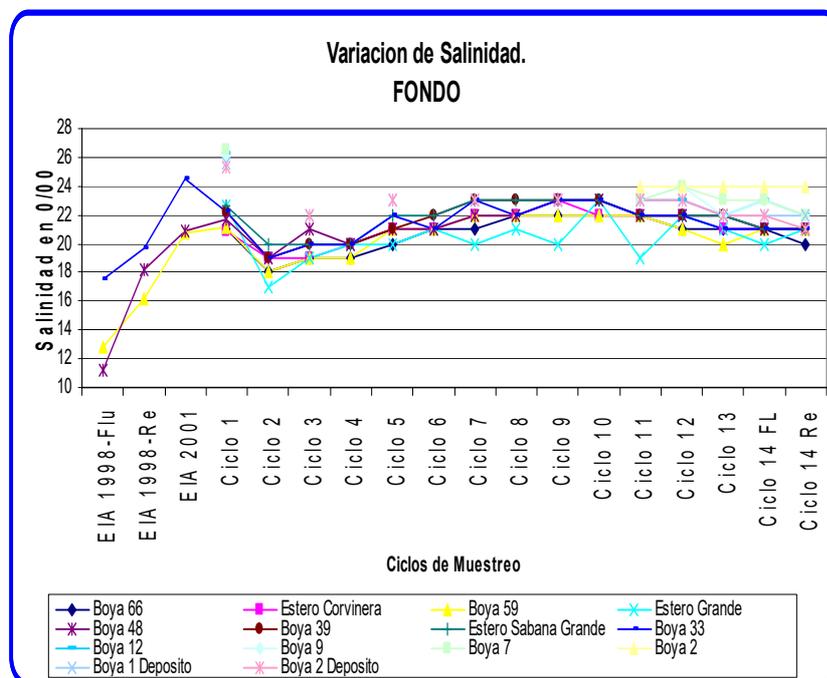
Los rangos de temperatura encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 24-29⁰C, con temperatura promedio de 26.5⁰C aproximadamente.

El valor máximo de temperatura es 29.1⁰C en la Boya 59 [MAE-2004(Ciclo 12)] y el valor mínimo de temperatura es

de 23.3⁰C en la Boya 1 de Deposito [MAE-2003(Ciclo 5)]. Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios, los rangos de temperaturas en el agua de fondo encontradas en las diferentes estaciones y ciclos de muestreos son óptimos puesto que estas estaban por debajo de el limite máximo permisible de temperatura (32 ⁰C).

En general al contrastar las graficas de temperatura en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento de temperatura no presenta variacion en su tendencia; es decir se mantiene la tendencia a aumentar la temperatura conforme avanzan los meses de muestreo (desde temporada de estiaje a temporada lluviosa), provocado por el natural ascenso del sol en el día y las condiciones estacionales propias del período, se puede inferir una influencia de la temperatura en la depleción de la solubilidad del oxígeno debido al incremento de la productividad Sawyer, (1978).

Fig. 3.4 Variación de Salinidad en aguas de fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

La vida en el estuario está marcada por la salinidad, cuyo gradiente disminuye desde el mar abierto hasta las desembocaduras de los ríos. Según decrece la salinidad, la biodiversidad disminuye, porque la mayoría de los organismos que viven en un estuario son marinos.

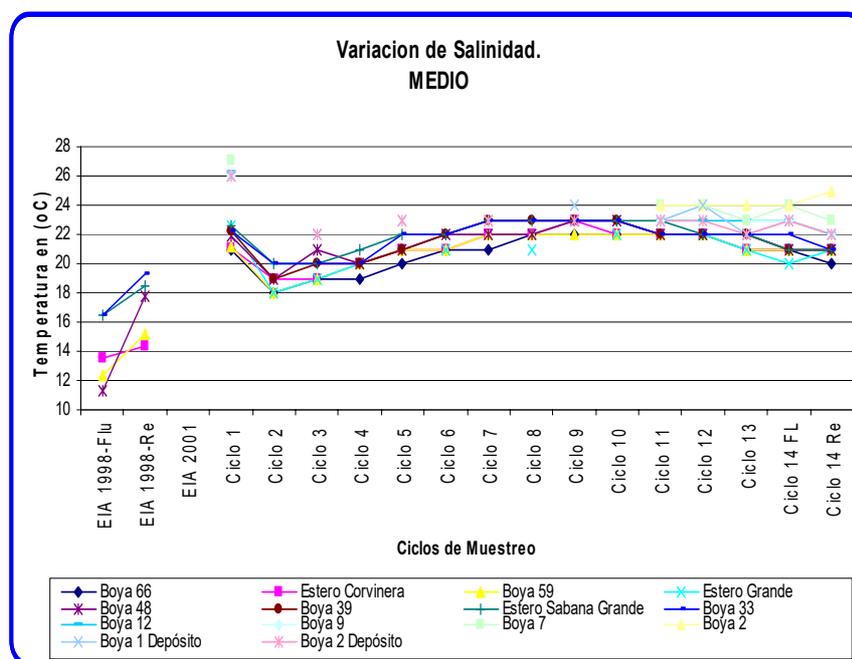
La salinidad puede estimarse con precisión midiendo la conductividad eléctrica de una muestra a una temperatura conocida.

La temperatura y la salinidad son los trazadores más importantes para indicar las regiones originales de las masas de agua. Se llaman trazadores conservativos porque no hay procesos, fuera de la superficie, que añadan o sustraigan calor o sal; así, en las capas más profundas se conservan sus valores.

Los rangos de salinidad encontrados en el fondo fluctúan entre 11 -26 ‰, con una salinidad promedio de 22 ‰ aproximadamente.

El valor máximo de salinidad es 26.5 ‰ en la Boya 7 [MAE-2003(Ciclo 1)] el cual es un valor coherente puesto que la salinidad es influenciada por la evaporaciones y precipitaciones. El valor mínimo de salinidad es de 11.3 ‰ en la Boya 48 [EIA-1998(Flu)].

Fig. 3.5 Variación de salinidad en profundidad media

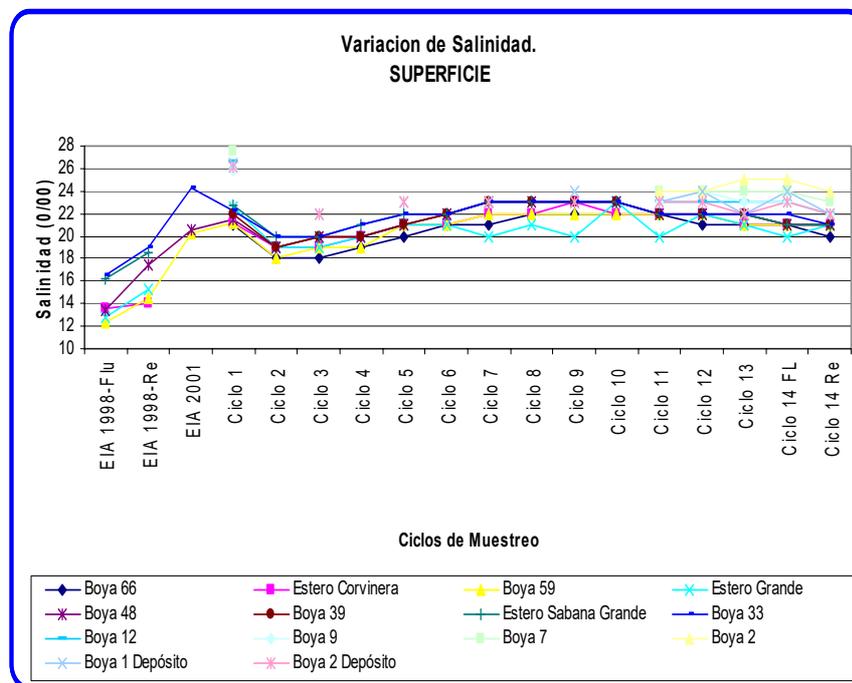


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de Salinidad encontrados en aguas medias fluctúan entre 11-27 ‰, con una salinidad promedio de 22 ‰ aproximadamente.

El valor máximo de salinidad es 27.1 ‰ en la Boya 7 [MAE-2003(Ciclo 1)] el cual es un valor coherente puesto que la salinidad es influenciada por las evaporaciones y precipitaciones. El valor mínimo de salinidad es de 11.3 ‰ en la Boya 48 [EIA-1998(Flu)].

Fig. 3.6 Variación de salinidad en superficie



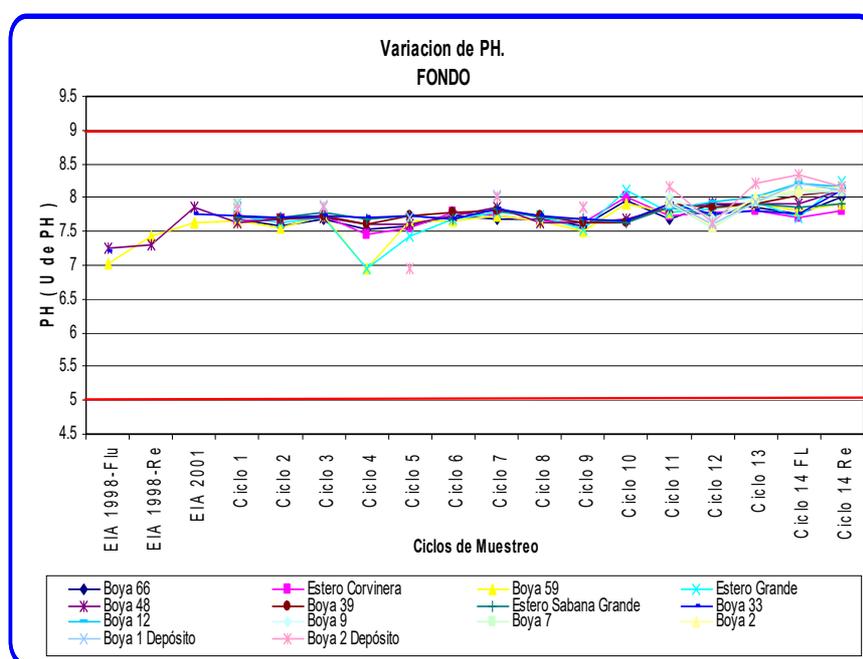
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de salinidad encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 12-27 ‰, con una salinidad promedio de 22 ‰ aproximadamente.

El valor máximo de salinidad es 27.6 ‰ en la Boya 7 [MAE-2003(Ciclo 1)] el cual es un valor coherente puesto que la salinidad es influenciada por la evaporaciones y precipitaciones. El valor mínimo de salinidad es de 12.4 ‰ en la Boya 59 [EIA-1998(Flu)].

En general al contrastar las graficas de salinidad en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento de estas no presentan variacion relevante en su tendencia.

Fig. 3.7 Variacion de PH en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

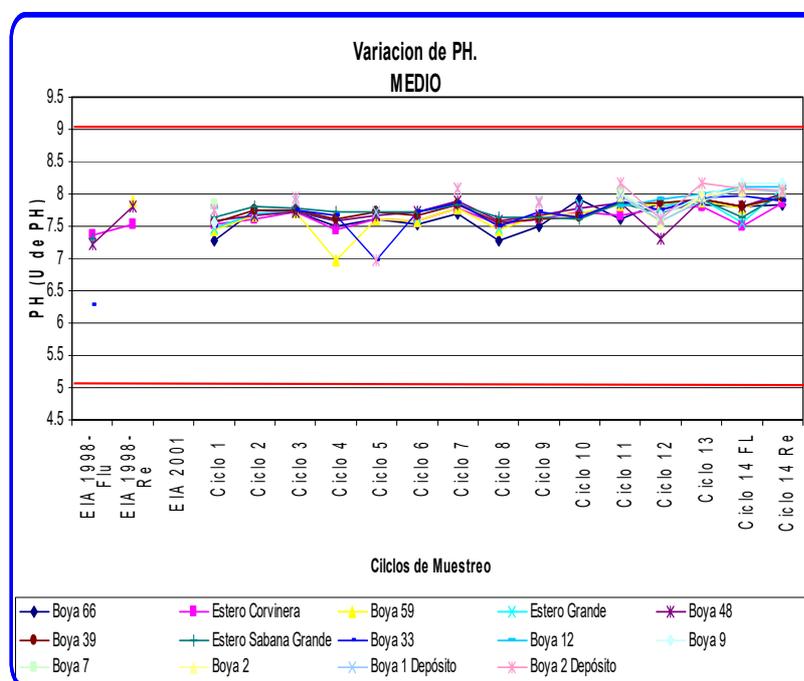
Nota: las líneas rojas representan el rango permisible de PH según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

El PH del agua es una expresión de la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de un líquido (ó una suspensión,

en el caso de los suelos); aguas fuera del rango normal de 5 a 9 pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. Su valor define en parte la capacidad de auto depuración de una corriente y, por ende, su contenido de materia orgánica (DQO, DBO), además de la presencia de otros contaminantes, como metales pesados.

Los rangos de PH encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 7–8.3 (U de PH), Con un PH promedio de 7.8 (U de PH) aproximadamente. El valor máximo de PH 8.3 en la Boya 2 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14)] el cual es un valor coherente puesto que el PH es influenciada por la conductividad y la salinidad. El valores mínimo de PH 7 (U de PH) en la Boya 59 [EIA-1998(Flu)], Boya 2 de Deposito [MAE-2003(Ciclo 5)], Estero Grande [MAE-2003(Ciclo 4)].

Fig. 3.8 Variación de PH en profundidad media



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

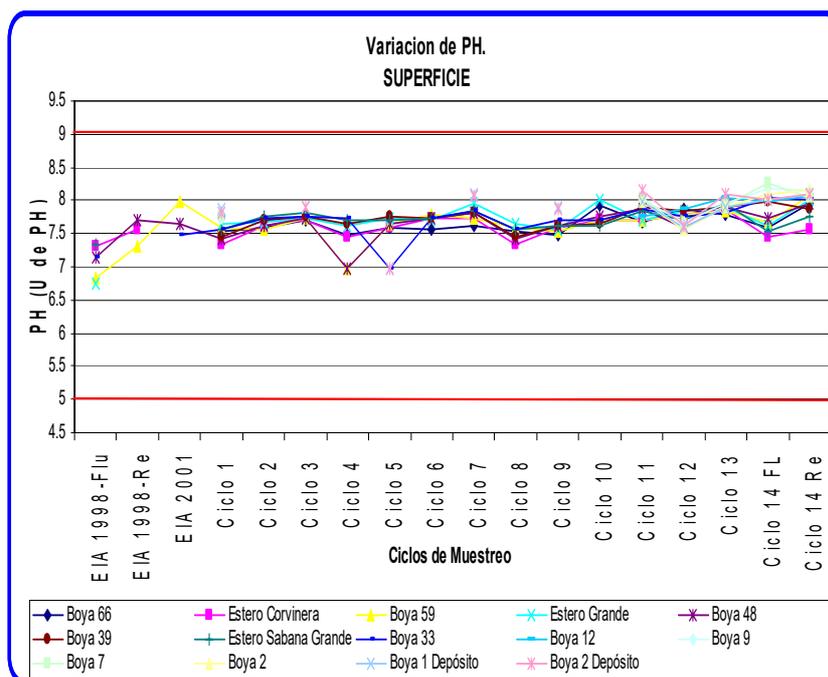
Nota: las líneas rojas representan el rango permisible de PH según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

Los rangos de PH encontrados en aguas medias fluctúan entre 6 – 8.3 (U de PH), con un PH promedio de 7.8 (U de PH) aproximadamente.

El valor máximo de PH 8.2 en las Boya 2 de Deposito [MAE-2003(Ciclo 11)] y Boya 2 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 13)].

Los valores mínimos de PH es 6.3(U de PH) en la Boya 33 [EIA-1998(Flu)].

Fig. 3.9 Variación de pH en superficie



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

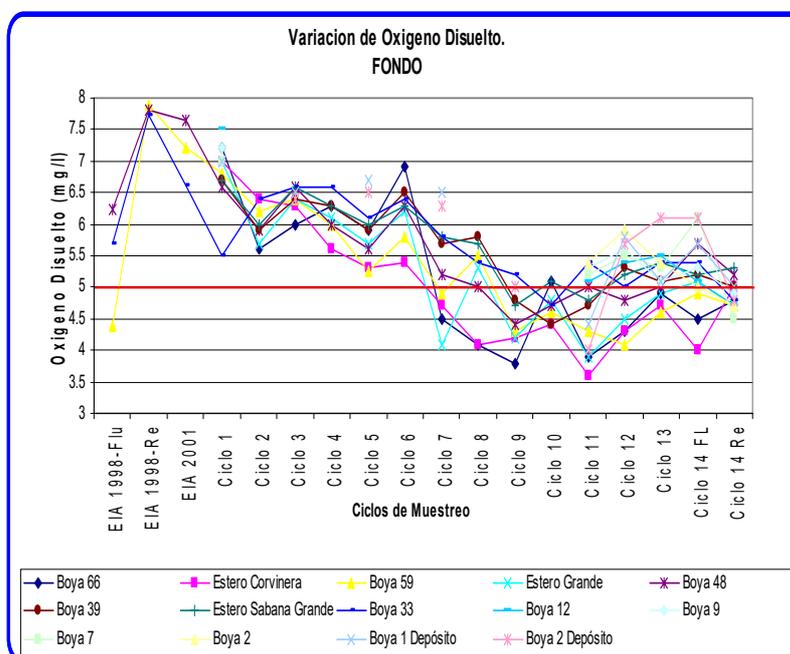
Nota: las líneas rojas representan el rango permisible de PH según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios del según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

Los rangos de PH encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 6.8 – 8.3 (U de PH), Con un PH promedio de 7.8 (U de PH) aproximadamente.

El valor máximo de PH 8.3 en la Boya 7 [MAE-2003(Ciclo 7)] ,el cual es un valor coherente puesto que el PH es influenciada por la salinidad y conductividad. El valor mínimo de PH fue 6.8(U de PH) en las Boyas 59 [EIA-1998(Flu) y Estero Grande [EIA-1998(Flu)].

En general al contrastar las graficas de PH en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie),el comportamiento de este parámetro no presenta variacion en su tendencia, desde un estado neutral hacia uno alcalino y los valores estuvieron dentro del rango teóricamente permisible de 6.5 a 8.5 (Michaud 2001).

Fig. 3.10 Variación de Oxígeno Disuelto en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Nota: la línea roja representa el límite mínimo permisible de oxígeno disuelto según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental

El oxígeno disuelto (OD) en el agua se encuentra relacionado íntimamente a la temperatura (según la ley de gases) de tal forma que a mayor temperatura, este gas será menor y a menor temperatura, su concentración será mayor. La presión barométrica y la altura también influyen directamente sobre su concentración. El oxígeno disuelto (OD) se relaciona estrechamente con la DQO, la DBO, la capacidad e auto depuración de una corriente.

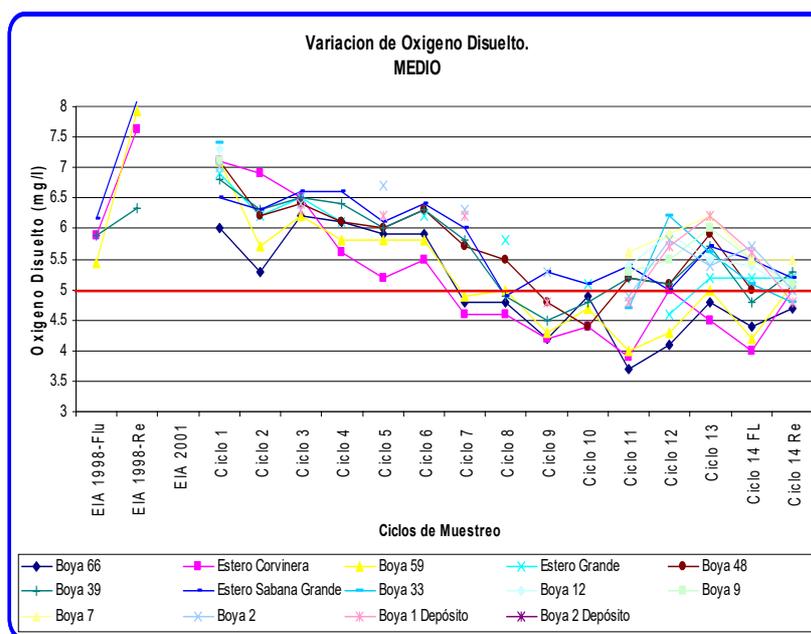
El déficit de oxígeno indica la diferencia del oxígeno disuelto en el agua en relación con el máximo teórico que puede estar presente, calculado a partir

de los valores de altitud, temperatura y oxígeno disuelto medidos en cada punto de monitoreo.

Los rangos de oxígeno disuelto encontrados en aguas profundas fluctúan entre 3.6–7.8 (mg/l), con un oxígeno disuelto promedio de 5.5 (mg/l) aproximadamente. El valor máximo de oxígeno disuelto 7.8 (mg/l) en la Boya 48 [EIA-1998(Re)]. Este parámetro muestra una clara tendencia a disminuir conforme aumenta la temperatura, (véase gráfico de temperatura en el fondo) a partir del [MAE-2003(Ciclo 7)] hasta [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))]. El valor mínimo de oxígeno disuelto es 3.6 (mg/l) en el Estero Corvinera [MAE-2003(Ciclo 11)]. El oxígeno disuelto muestra una clara tendencia a disminuir conforme avanzan los meses (cambio de estación seca a lluviosa). Esta se explica por el incremento de temperatura, la mayor concentración de sólidos en suspensión, la disminución de la velocidad de corriente y el aporte importante de efluentes de ríos tributarios.

Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios ,los rangos de oxígeno disuelto (O₂) en el agua de fondo encontrados en los muestreos {[EIA -1998 (Flu)], [EIA -1998 (Re)], [EIA -2001], [MAE -2003(Ciclo 1) (Ciclo 2)], (Ciclo 3), (Ciclo 4)], (Ciclo 5)],(Ciclo 6)]}, son óptimos puesto que estaban por encima del límite mínimo permisible de oxígeno disuelto(O₂)(5 mg/l).

Fig. 3.11 Variación de oxígeno disuelto en profundidad media



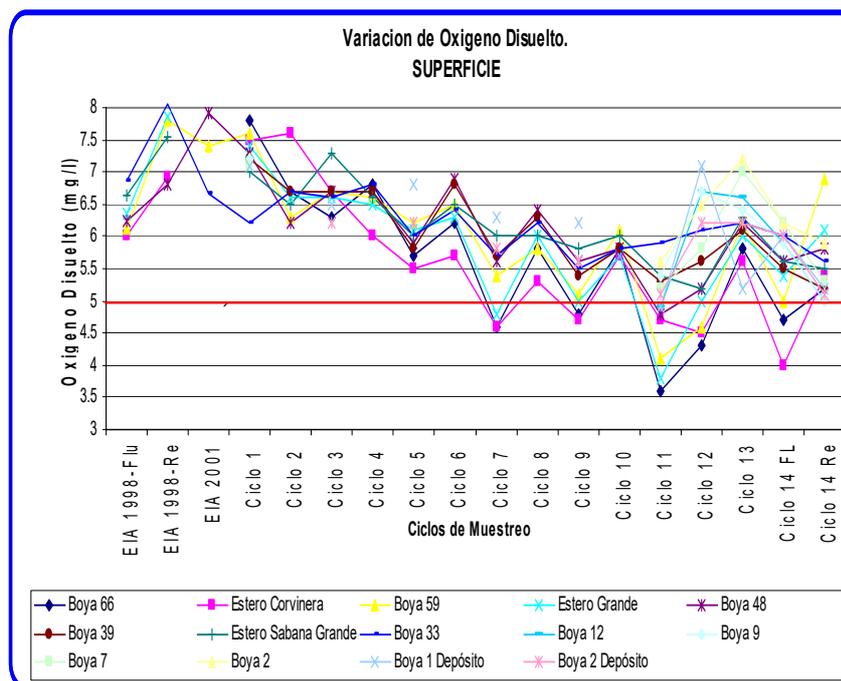
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Nota: la línea roja representa el límite mínimo permisible de oxígeno disuelto según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental.

Los rangos de oxígeno disuelto encontrados en aguas medias fluctúan entre 3.6–8(mg/l), con un promedio de 5.6(mg/l) aproximadamente. El valor máximo de oxígeno disuelto 8.1(mg/l) en el Estero Sabana Grande [EIA-1998(Re)]. El oxígeno disuelto muestra una clara tendencia a disminuir conforme aumenta la temperatura, (véase grafico de

temperatura en aguas medias). El valor mínimo de Oxígeno Disuelto es 3.7 (mg/l) en la Boya 66 [MAE-2003(Ciclo 11)]. Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios ,los rangos de Oxígeno Disuelto (O₂) en aguas medias en los muestreos {[EIA -1998 (Flu)], [EIA -1998 (Re)], [EIA -2001], [MAE -2003(Ciclo 1),(Ciclo 2)], (Ciclo 3)], (Ciclo 4)], (Ciclo 5)], (Ciclo 6)]}, son óptimos puesto que estaban por encima del límite mínimo permisible de oxígeno disuelto (O₂)(5 mg/l).

Fig. 3.12 Variacion de oxigeno disuelto en superficie



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Nota: la línea roja representa el límite mínimo permisible de oxígeno disuelto según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental

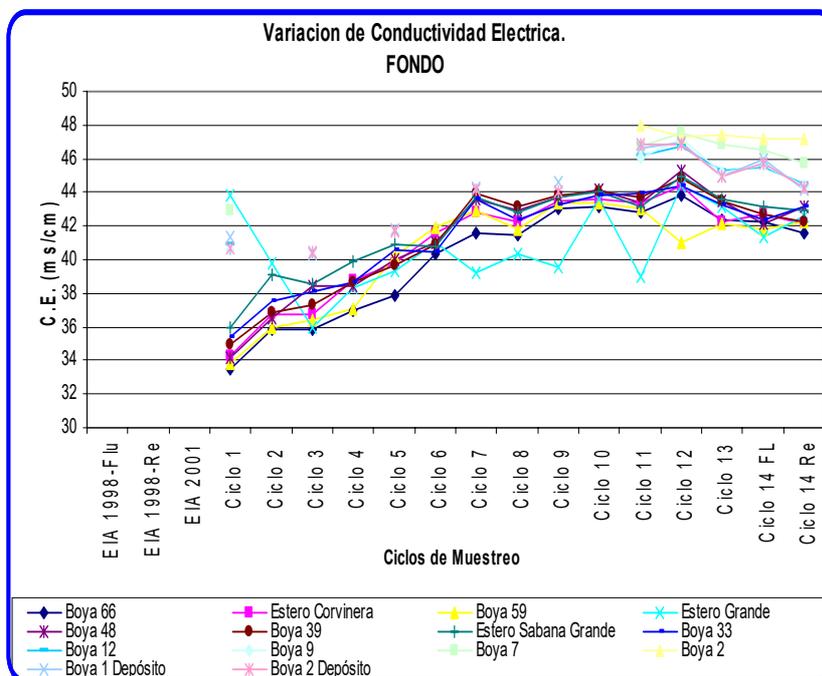
Los rangos de oxígeno disuelto encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 3.6–8.1(mg/l), con un promedio de 6(mg/l) aproximadamente. El valor máximo de oxígeno disuelto 8.1(mg/l) en la Boya 33 [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de Oxígeno Disuelto es 3.6 (mg/l) en la Boya 66 [MAE-2003(Ciclo 11)].

Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o

Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios ,los rangos de Oxigeno Disuelto (O₂) en aguas medias en los muestreos {[EIA -1998 (Flu),(Re)], [EIA -2001], [MAE -2003(Ciclo 1)], (Ciclo 2), (Ciclo 3), (Ciclo 4), (Ciclo 5), (Ciclo 6)]}, son óptimos puesto que estaban por encima del limite mínimo permisible de Oxigeno Disuelto (O₂(5 mg/l).

En general al contrastar las gráficas de oxigeno disuelto en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento del oxígeno no presenta variacion relevante en su tendencia (disminuir conforme aumenta la temperatura), esta se explica por el incremento de temperatura, la mayor concentración de sólidos en suspensión, la disminució de la velocidad de corriente y el aporte importante de efluentes de rios tributarios.

Fig. 3.13 Variación de conductividad eléctrica en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

La conductividad es una medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica entre dos electrodos impolarizables sumergidos en la misma; depende de la presencia de iones, su concentración total, movilidad, valencia, concentración relativa y temperatura de medición y se expresa en microSiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

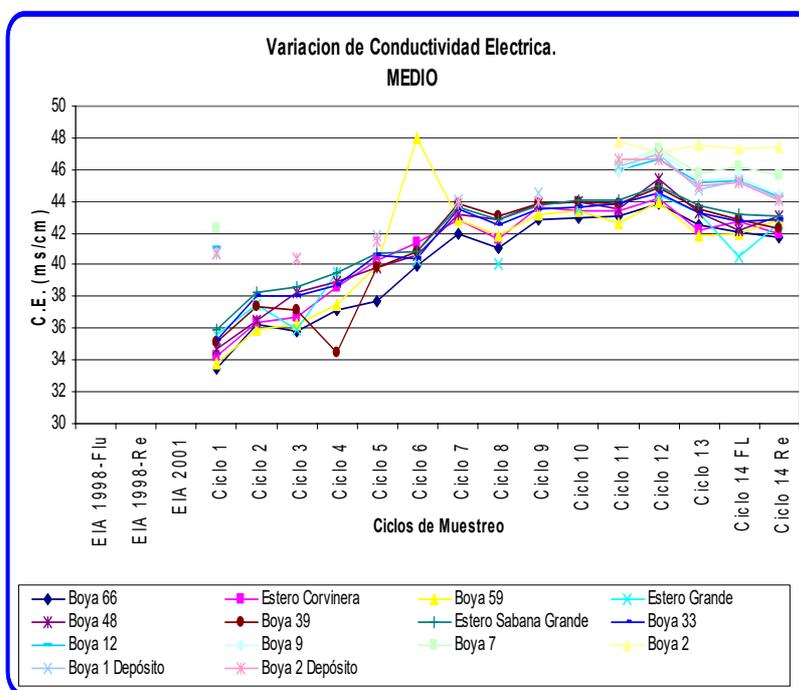
La conductividad del agua da una buena apreciación de la concentración de los iones de disolución y una conductividad

elevada se traduce en una salinidad elevada o en valores anómalos de pH.

Los rangos de conductividad eléctrica encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 33.5–48($\mu\text{S}/\text{cm}.$), con conductividad eléctrica promedio de 42.8 ($\mu\text{S}/\text{cm}.$), aproximadamente. El valor máximo de conductividad eléctrica encontrados en aguas de fondo 48 ($\mu\text{S}/\text{cm}.$) en la Boya 2 [MAE-2003(Ciclo 11)]. Esto se puede explicar por eventos de lluvia registrados en este periodo de muestreo, que han podido contribuir a tener una mayor conductividad por procesos de arrastre de sólidos, dilución y por aumento del caudal que se presentaron. El valor mínimo de conductividad eléctrica es 33.5 ($\mu\text{S}/\text{cm}.$) en la Boya 66 [MAE-2003(Ciclo 1)].

Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios, los rangos de conductividad eléctrica encontrados en el agua de fondo durante los muestreos son óptimos puesto que estas no causaron alteración alguna en el pH y salinidad.

Fig. 3.14 Variacion de conductividad eléctrica en profundidad media



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

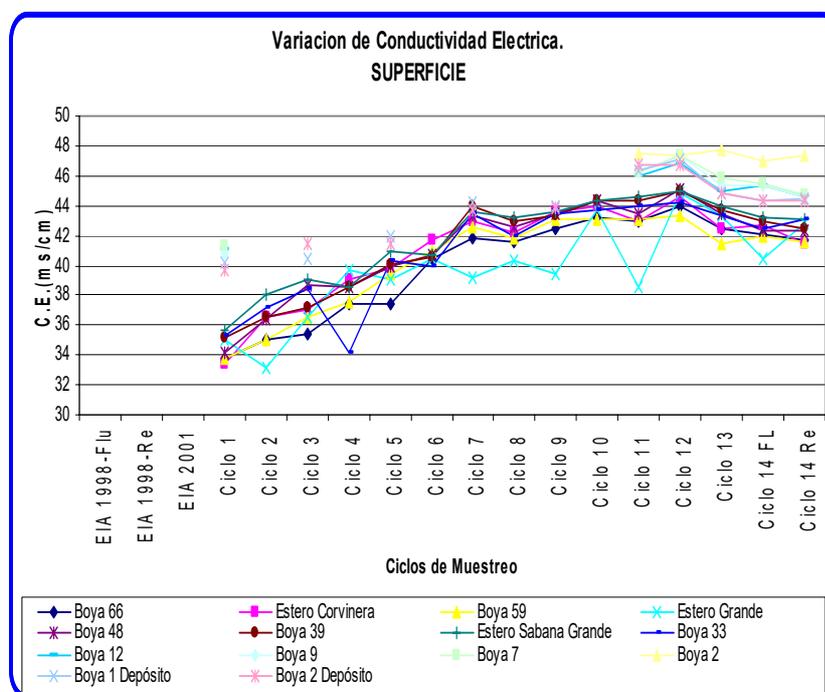
Los rangos de conductividad eléctrica encontrados en aguas medias fluctúan entre 33.5–48 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), con promedio de 42.7 ($\mu\text{S}/\text{cm}$). aproximadamente.

El valor máximo de conductividad eléctrica encontrados en aguas medias es 48 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en la Boya 59 [MAE-2003(Ciclo 6)]. La conductividad eléctrica muestra una clara tendencia a aumentar conforme aumenta la salinidad lo que se puede traducir como aumento de pH, (véase grafico de salinidad en

el fondo y grafico de pH en el fondo). El valor mínimo de conductividad eléctrica es 33.5 (uS/cm) en la Boya 66 [MAE-2003(Ciclo 1)]. Este parámetro muestra diferencia significativa entre temporada lluviosa y temporada de estia.

Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios, los rangos de conductividad eléctrica encontrados en el agua medias durante los muestreos son óptimos puesto que estas no causaron alteración significativa en el pH.

Fig. 3.15 Variacion de Conductividad Eléctrica en superficie



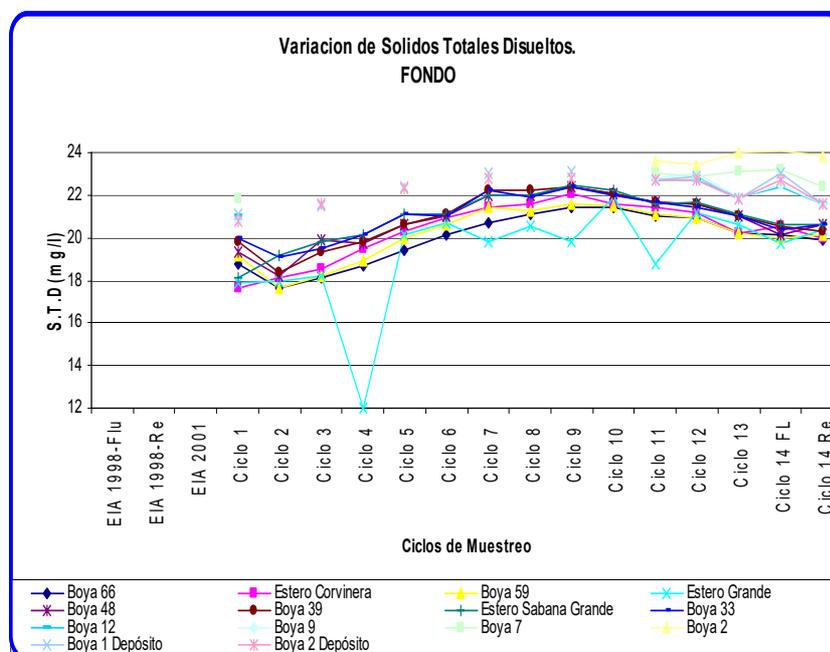
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de conductividad eléctrica encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 33–48 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), con un promedio de 42.6 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), aproximadamente. El valor máximo de conductividad eléctrica encontrados en aguas superficiales es 47.7 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), en la Boya 2 [MAE-2004(Ciclo 13)]. El valor mínimo de conductividad eléctrica es 33.2 ($\mu\text{S}/\text{cm}$), en Estero Grande [MAE-2003(Ciclo 2)].

En general al contrastar las gráficas de conductividad eléctrica en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento de este parámetro presenta variación significativa en su tendencia, entre temporada lluviosa y temporada de estia. Esto se explica por procesos de arrastre de sólidos, dilución y por aumento del caudal que se presentaron en evento de lluvia.

Según los criterios de Calidad Admisibles para la preservación de la Flora y Fauna en aguas Dulces, Frías o Calidas, y en aguas Marinas y de Estuarios, los rangos de conductividad eléctrica encontrados durante los muestreos son óptimos puesto que estas no causaron alteración significativa en el pH, con valores teóricamente permisible de 6.5 a 8.5 (Michaud, 2001).

Fig. 3.16 Variacion de Sólidos Totales disueltos en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

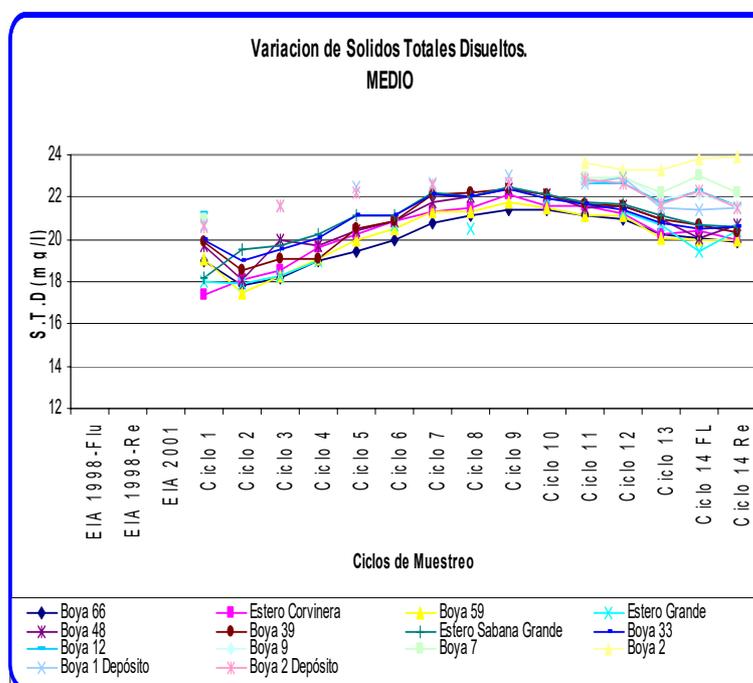
El alimento no ingerido, las partículas finas de alimento, las heces de los organismos, las algas o películas bacterianas desprendidas de los biofiltros, se acumulan constituyendo los desechos sólidos, los cuales pueden influir sobre de empleo o demanda de oxígeno e incorporación de nutrientes al agua, afectando la salud de los peces actuando sobre su sistema branquial y aumentando su exposición a los patógenos. Para una operación normal de cultivo de peces, el límite de sólidos totales admitidos, suele ser de 10 mg/litro, alcanzando un

límite superior de 25 mg/l. Por ello, la remoción de los sólidos totales (sedimentables, suspendidos y disueltos) es crítico para los sistemas de recirculación. Los más difíciles de extraer son los sólidos disueltos y los finos.

Los rangos de sólidos totales disueltos encontrados en aguas de fondo muestran una fluctuación ascendente entre 18-24(mg/l.), a partir de [MAE-2003(Ciclo 1)], con un promedio de 21(mg/l) aproximadamente. El valor máximo de sólidos totales disueltos encontrados en aguas de fondo fue 24(mg/l) en la Boya 2 [MAE-2004(Ciclo 13)]. El valor mínimo de sólidos totales disueltos fue 12(mg/l) en Estero Grande [MAE-2003(Ciclo 4)].

Los sólidos totales disueltos muestran una clara correlación con la turbidez (véase grafico de turbidez en aguas de fondo) y presentan una marcada estacionalidad, incrementando notablemente en el período lluvioso.

Fig. 3.17 Variación de sólidos totales disueltos en profundidad media



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

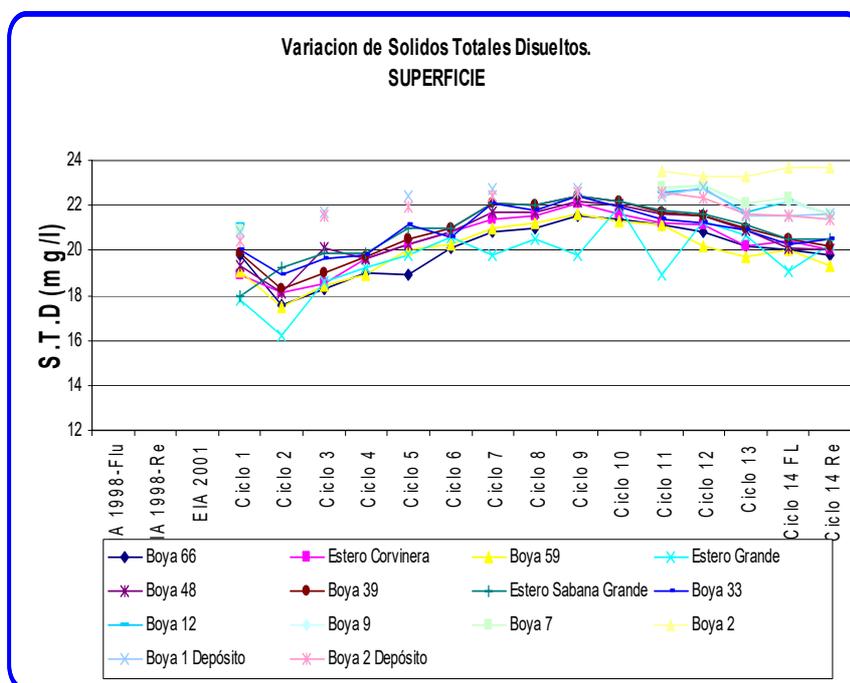
Los rangos de sólidos totales disueltos encontrados en aguas medias muestran una fluctuación ascendente entre 17–23 (mg/l.), a partir de [MAE-2003(Ciclo 1)], con un promedio de 21(mg/l) aproximadamente.

El valor máximo de sólidos totales disueltos encontrados en aguas medias es de 24(mg/l) en la Boya 2 [MAE-2004 (Ciclo

14)]. El valor mínimo de sólidos totales disueltos es 17(mg/l) en Estero Corvinera [MAE-2003 (Ciclo 1)].

Los sólidos totales disueltos muestran una clara correlación con la turbidez (véase grafico de turbidez en aguas medias) y presentan una marcada estacionalidad, incrementando notablemente en el período lluvioso.

Fig. 3.18 Variacion de sólidos totales disueltos en superficie

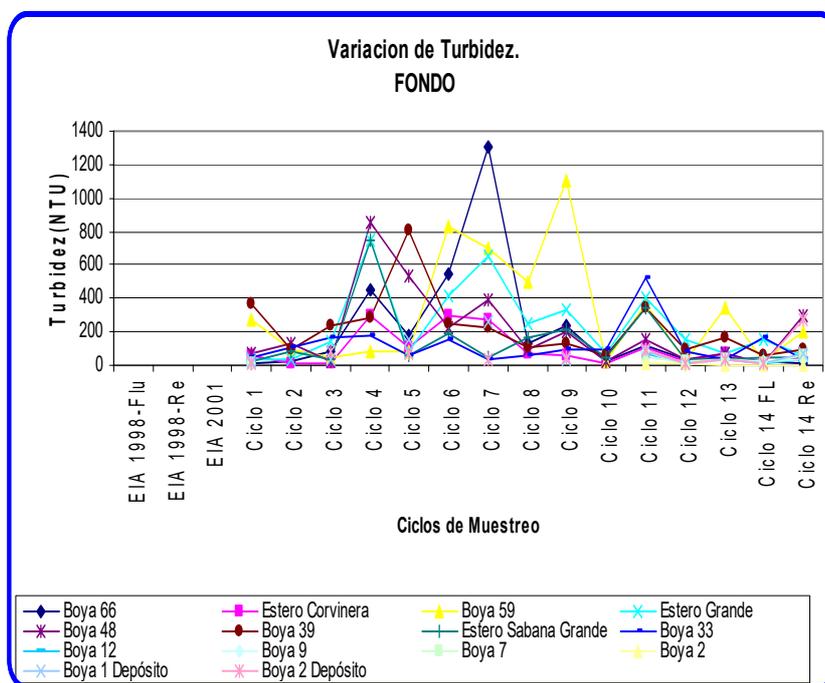


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de sólidos totales disueltos encontrados en aguas superficiales muestran una fluctuación ascendente entre 16–24 (mg/l.), a partir de [MAE-2003(Ciclo 1)], con un promedio de 21 (mg/l) aproximadamente. El valor máximo de sólidos totales disueltos encontrados en aguas superficiales es de 24(mg/l) en la Boya 2 [MAE-2004(Ciclo 14)]. El valor mínimo de sólidos totales disueltos en aguas superficiales es 16 (mg/l) en Estero Grande [MAE-2003(Ciclo2)]. Los sólidos totales disueltos muestran una clara correlación con la turbidez (véase grafico de turbidez en aguas superficiales) y presentan una marcada estacionalidad, incrementando notablemente en el período lluvioso.

En general al contrastar las graficas de sólidos totales disueltos en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento de este parámetro se encuentra correlacionado íntimamente con la turbidez y presentan una marcada estacionalidad, e incremento en período lluvioso. Se podría inferir que sólidos disueltos totales se encuentran dentro un rango permisible para una operación normal de cultivo de peces, que suele ser de 10 (mg/l), alcanzando un límite superior de 25(mg/l).

Fig. 3.19 Variacion de turbidez en el fondo



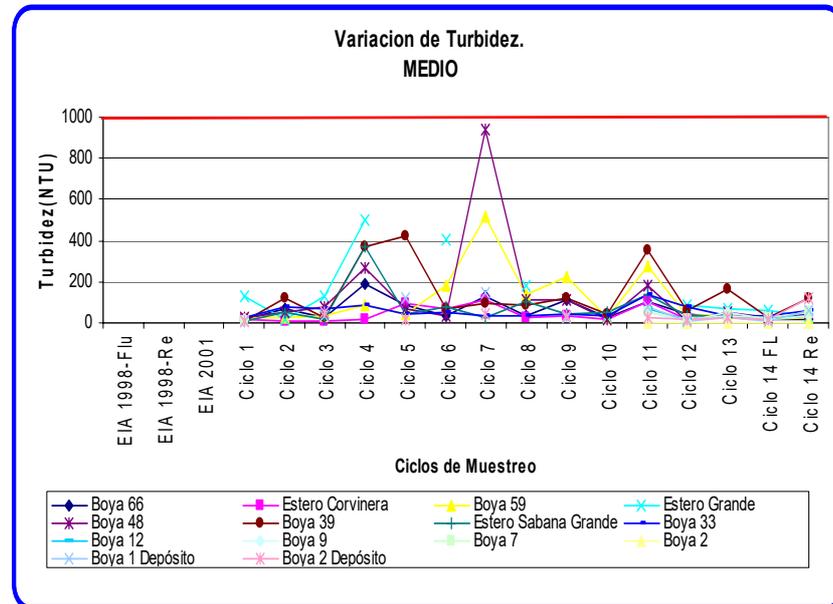
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

La turbiedad o turbidez es la materia o material en suspensión que interfiere con el paso de la luz a través del agua (Sawyer 1978). Materiales suspendidos como arcilla, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton entre otras, son provocadas por el grado de turbulencia del cuerpo de agua, agricultura, operaciones antrópicas, y escorrentías. Las partículas que provocan la turbidez varían en tamaño desde 0,1 a 1.000nm (nanómetros) de diámetro. Este indicador está directamente relacionado con el tipo y concentración de materia suspendida o sólidos suspendidos en el agua.

La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (NTU o UNF9 por medida de la intensidad de la luz dispersada o en mg de SiO₂/l. Desde el punto de vista teórico los límites no deben pasar de los 1000 NTU (Chapman, 1998).

Los rangos de turbidez encontrados en aguas de fondo muestran una fluctuación muy asimétrica entre 2.3–1300 (NTU), a partir de [MAE-2003(Ciclo 1)] con un promedio de turbidez de 129.2 (NTU) aproximadamente. El valor máximo de turbidez encontrados en aguas de fondo es de 1300(NTU) en la Boya 66 [MAE-2003(Ciclo 7)]. El valor mínimo de turbidez en aguas de fondo es 2.3(NTU) en Boya 2 [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

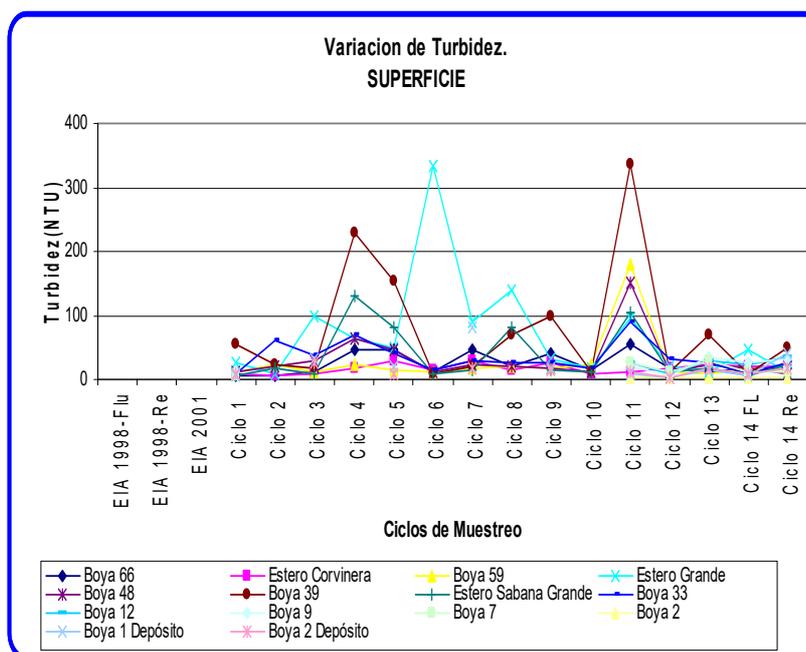
Fig. 3.20 Variación de turbidez en profundidad media



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Nota: la línea roja representa el límite máximo permisible de turbidez, según el Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental

Los rangos de turbidez encontrados en aguas medias muestran una fluctuación poco simétricas entre 1.7–941(NTU), a partir de [MAE-2003(Ciclo 1)], presenta un promedio de 68(NTU), aproximadamente. El valor máximo de turbidez encontrados en aguas medias es de 941(NTU) en la Boya 48 [MAE-2003(Ciclo 7)]. El valor mínimo de turbidez en aguas medias es 1.7(NTU) en Boya 2 [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

Fig. 3.21 Variación de turbidez en superficie

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de turbidez encontrados en aguas superficiales muestran una fluctuación asimétrica entre 1.5–337 (NTU), a partir de [MAE-2003(Ciclo 1)], con un promedio de 29.6(NTU), aproximadamente.

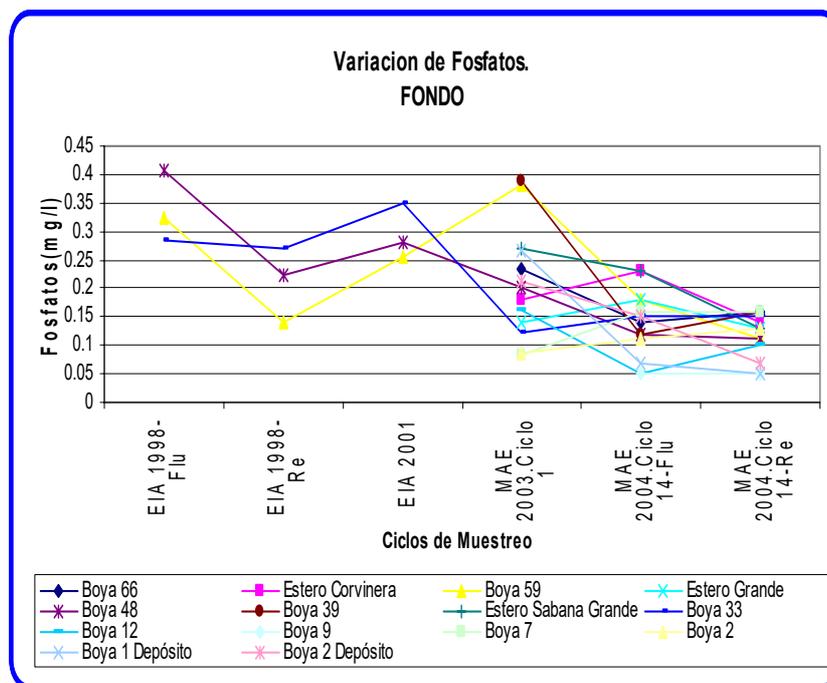
El valor máximo de turbidez encontrados en aguas superficiales es de 337(NTU) en la Boya 39 [MAE-2003(Ciclo 11)]. El valor mínimo de turbidez en aguas superficiales es 1.5(NTU) en Boya 2 [MAE-2004(Ciclo 14 (Flu))].

En general al contrastar las graficas de turbidez en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie), no

sobrepasaron los límites permisibles de los 1000 NTU (Chapman, 1998).

El comportamiento de este parámetro no presenta variación; es decir se mantiene constante la tendencia a aumentar conforme aumenta la cantidad de sólidos totales disueltos (véase gráficos de sólidos totales disueltos en los diferentes niveles).

Fig. 3.22 Variación de fosfatos en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

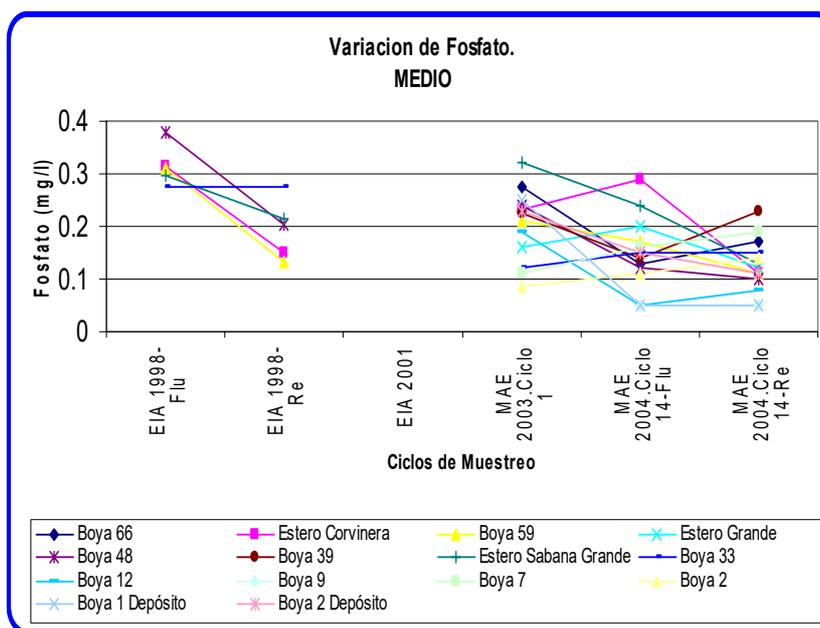
El fósforo, hasta cierto límite es esencial para el crecimiento y productividad en el río (Lory 1999), aunque su exceso en el agua provoca eutrofización, provocado por el sobrecrecimiento y sobreproductividad del río, lo que conlleva a un deterioro de

la calidad del agua, producto de la descomposición de la masa vegetal y animal. (Michaud 2001 y Meode ,1995).

El fósforo total incluye distintos compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico.

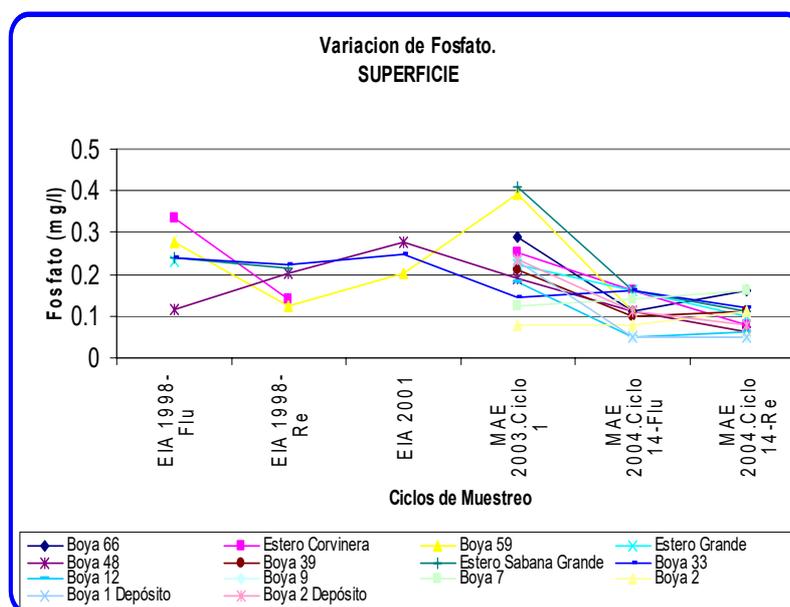
Los rangos de fosfatos encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 0.05–0.41(mg/l), con un promedio de fosfatos de 0.16 (mg/l), aproximadamente. El valor máximo de fosfatos encontrados en aguas de fondo es de 0.41 (mg/l), en la Boya 48 [EIA-1998(Flu)].

El valor mínimo de fosfato en aguas de fondo es de 0.05 (mg/l), en la Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14 (Flu))] y Boya 1 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

Fig. 3.23 Variacion de fosfatos en profundidad media

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de fosfatos encontrados en aguas medias fluctúan entre 0.05–0.38(mg/l), con un promedio de 0.16(mg/l), aproximadamente. El valor máximo de fosfatos encontrados en aguas medias es de 0.38 (mg/l), en la Boya 48 [EIA-1998(Flu)]. El valor mínimo de fosfatos en aguas medias es de 0.05(mg/l), en la Boya 1 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14 (Flu))] y Boya 1 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

Fig. 3.24 Variacion de fosfatos en superficie

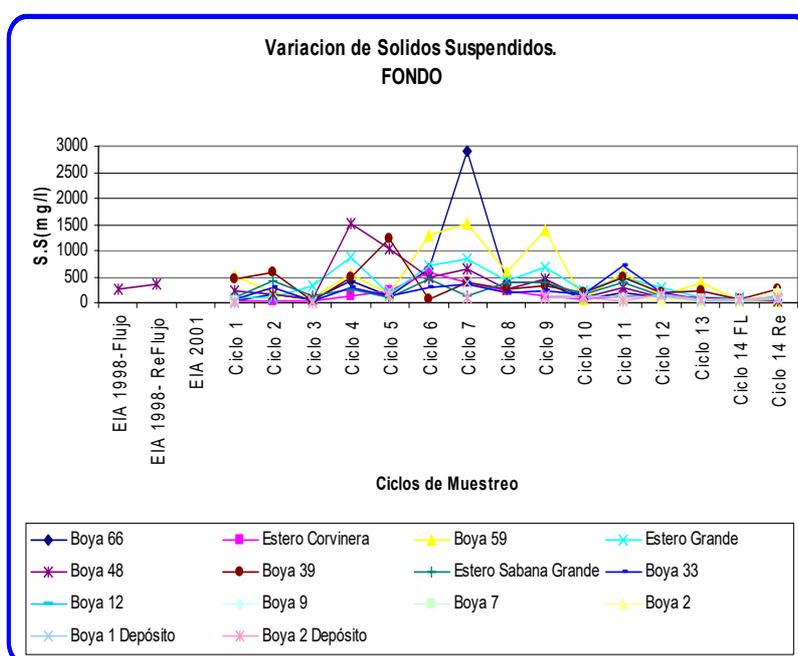
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de fosfatos encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 0.05–0.41(mg/l), con un promedio de 0.15(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de fosfatos encontrados en aguas superficiales fue de 0.41(mg/l), en Estero Sabana Grande [MAE-2003(Ciclo 1)]. El valor mínimo de fosfatos en aguas superficiales fue de 0.05(mg/l), en la Boya 1 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14 (Flu))], Boya 1 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))], Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14 (Flu))], Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))], Boya 12 [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

En general, al contrastar las graficas de fosfatos en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento de este parámetro no presenta variación en su tendencia; es decir se mantiene constante la tendencia a decrecer conforme aumentan las precipitaciones.

Fig. 3.25 Variación de sólidos suspendidos en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

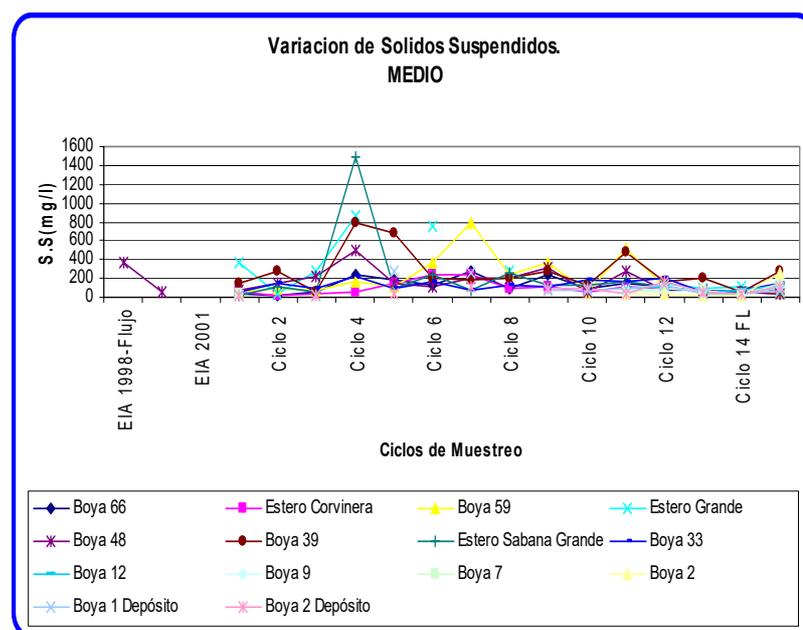
El agua en estado puro es transparente, y es la presencia de sólidos suspendidos la que reduce la transmisión de la luz dispersándola o absorbiéndola. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora.

Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.

Los rangos de sólidos suspendidos encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 13–2908(mg/l), con un promedio de 217.2(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de sólidos suspendidos encontrados en aguas de fondo fue de 2908(mg/l), en la Boya 66 [MAE-2003(Ciclo 7)]. El valor mínimo de sólidos suspendidos en aguas de fondo es 13(mg/l), en la Boya 2 de Deposito [MAE-2003(Ciclo 1)] y Boya 2 de Deposito [MAE-2003(Ciclo 3)].

Fig. 3.26 Variación de sólidos suspendidos en profundidad media

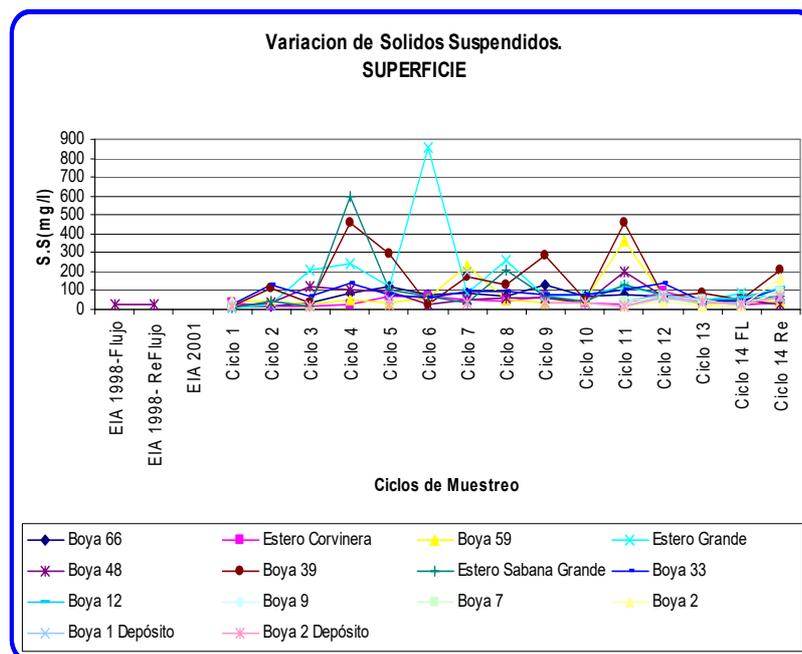


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de sólidos suspendidos encontrados en aguas medias fluctúan entre 15.7–1482(mg/l), con un promedio de 137.9 (mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de sólidos suspendidos encontrados en aguas medias fue de 1482(mg/l), en el Estero Sabana Grande [MAE - 2003(Ciclo 4)]. El valor mínimo de sólidos suspendidos en aguas medias es 15.7(mg/l), en el Estero Corvinera [MAE- 2003(Ciclo 3)].

Fig. 3.27 Variacion de sólidos suspendidos en superficie.

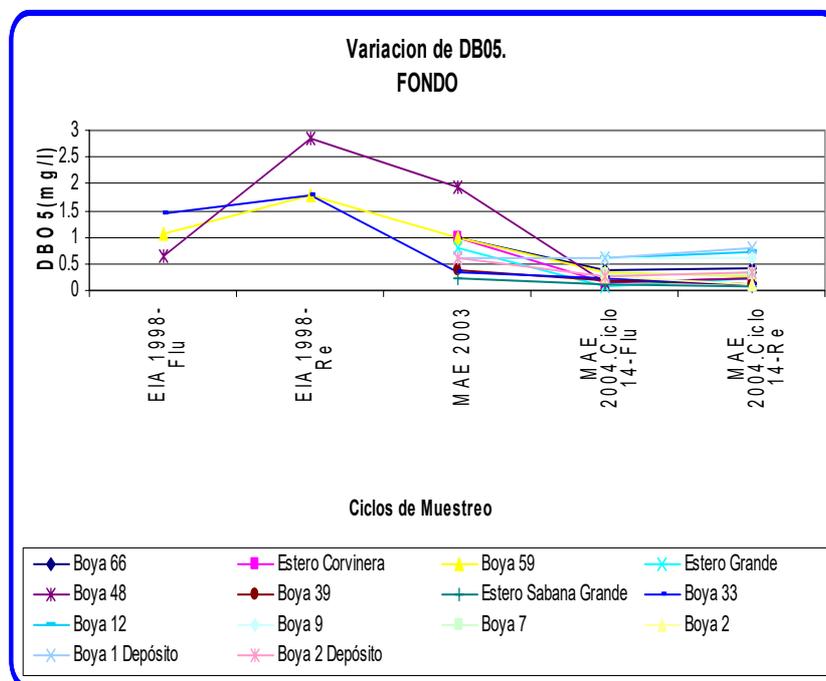


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de sólidos suspendidos encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 9.3–856(mg/l), con un promedio de 75.4(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de sólidos suspendidos encontrados en aguas superficiales fue de 856(mg/l), en el Estero Grande [MAE - 2003(Ciclo 6)]. El valor mínimo de sólidos suspendidos en aguas superficiales fue de 9.3(mg/l), en el Estero Sabana Grande [MAE-2003(Ciclo 1)].

Fig. 3.28 Variación de DBO5 en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

El DBO5 se define como la cantidad de oxígeno necesaria para la descomposición biológica aeróbica de la materia orgánica presente hasta una forma inorgánica estable Sawyer,(1978).

Las cantidades elevadas de carga orgánica causan el aumento de las poblaciones bacterianas, la disminución del oxígeno NCSU (2001) por ende la depleción de los procesos oxidativos. Unos valores elevados de DBO_5 indican una alta concentración de materia orgánica biodegradables:

Aguas muy puras $DBO_5 < 3$ ppm O_2

Pureza intermedia DBO_5 3-5 ppm O_2

Agua contaminada $DBO_5 > 8$ ppm O_2

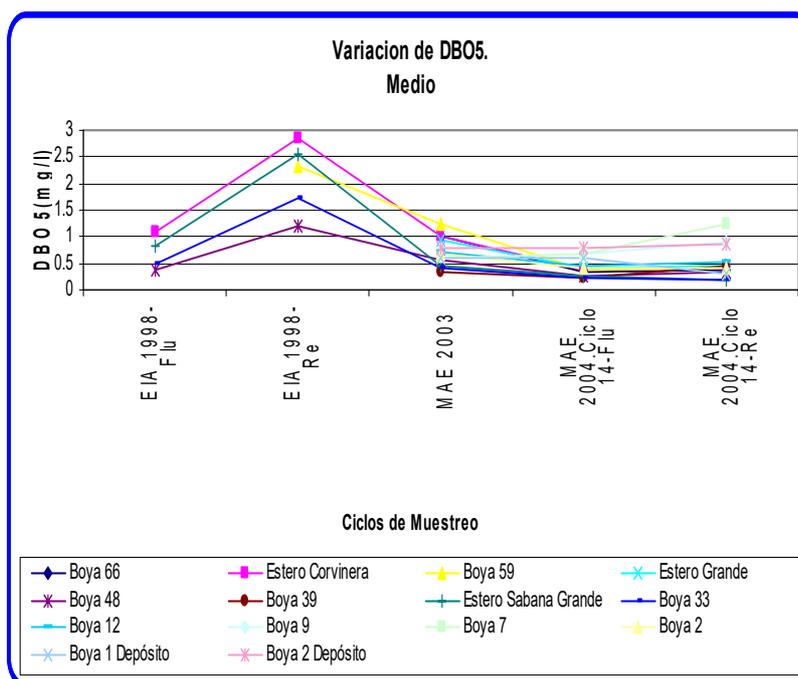
Residuales urbanas DBO_5 100-400 ppm O_2

Industria alimentaria o semejante DBO_5 hasta 10000 ppm O_2

Los rangos de DBO_5 encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 0.08–2.83(mg/l), con un promedio de 0.53(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de DBO_5 encontrados en aguas de fondo fue de 2.83 (mg/l), en la Boya 48 [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de DBO_5 en aguas de fondo fue 0.08(mg/l), en el Estero Grande [MAE-2004(Ciclo 14 (Flu))].

Fig. 3.29 Variación de DBO5 en profundidad media

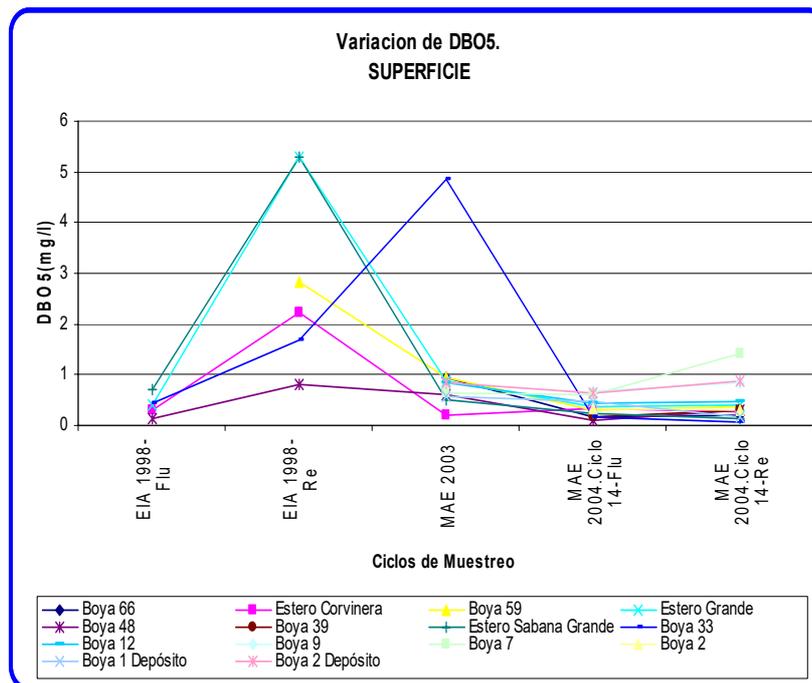


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de DBO5 encontrados en aguas medias fluctúan entre 0.19–2.84 (mg/l), con un promedio de DBO5 de 0.69(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de DBO5 encontrados en aguas medias es de 2.84 (mg/l), en Estero Corvinera [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de DBO5 en aguas de fondo es 0.19 (mg/l), en Estero Sabana Grande [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))] y Boya 33 [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

Fig. 3.30 Variacion de DBO5 en superficie



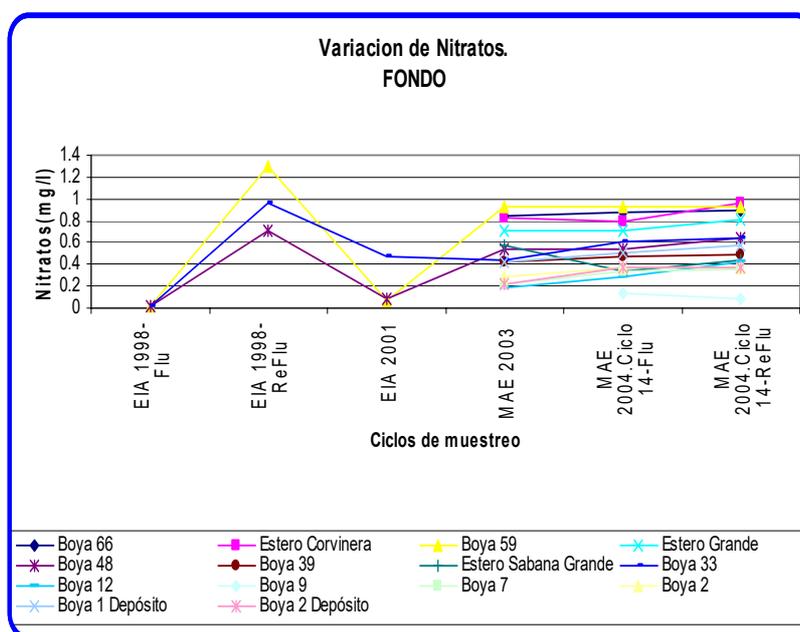
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de DBO5 encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 0.08–5.30 (mg/l), con un promedio de DBO5 de 0.78(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de DBO5 encontrados en aguas superficiales fue de 5.30(mg/l), en el Estero Sabana Grande [EIA-1998(Re)] y Estero Grande [EIA-1998(Re)].El valor mínimo de DBO5 en aguas superficiales es 0.08(mg/l), en Boya 33 [MAE-2004(Ciclo 14 (Re))].

Resulta interesante destacar que este parámetro incrementa en el período lluvioso, lo cual se correlaciona con el mayor arrastre de sólidos suspendidos.

Fig. 3.31 Variacion de nitratos en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

El nitrógeno es uno de los elementos químicos más importantes para la vida de los seres acuáticos. Este elemento forma parte de las proteínas, los ácidos nucleicos, los pigmentos y otros compuestos.

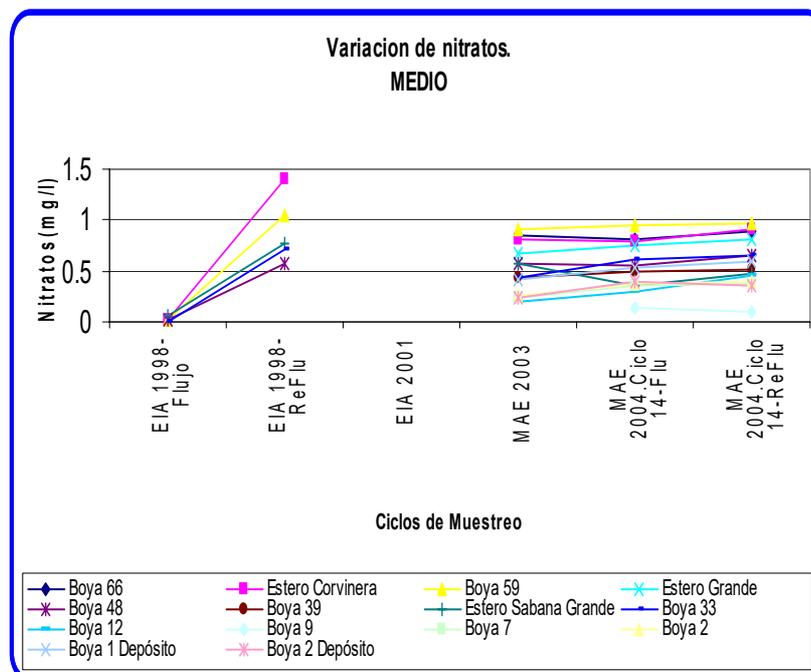
Las necesidades fisiológicas de los peces son satisfechas en pequeñísimas cantidades y los excedentes son convertidos en desechos nitrogenados que es forzoso retirar del sistema debido a su alta toxicidad.

El nitrato es el producto final de la “nitrificación” y el menos tóxico de los productos nitrogenados. En recirculación se controla por medio del intercambio diario de agua en el sistema, eliminándolo.

Los rangos de nitratos encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 0.01–1.30 (mg/l), con un promedio de 0.49 (mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de nitratos encontrados en aguas de fondo es de 1.30 (mg/l), en la Boya 59 [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de nitratos en aguas de fondo es 0.01 (mg/l), en la Boya 33 [EIA-1998(Flu)].

Fig. 3.32 Variación de nitratos en profundidad media

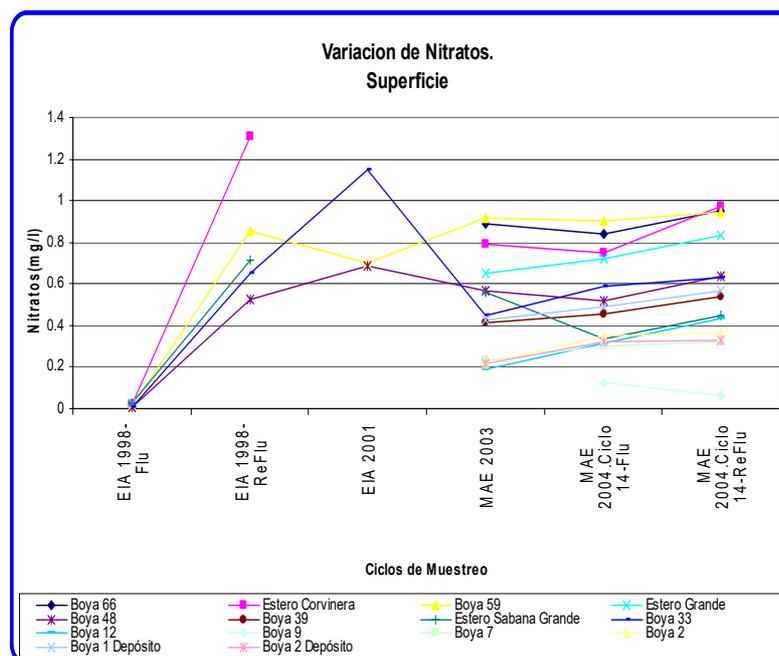


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de nitratos encontrados en aguas medias fluctúan entre 0.01–1.41 (mg/l), con un promedio de 0.50 (mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de nitratos encontrados en aguas medias fue de 1.41 (mg/l), en el Estero Corvinera [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de nitratos en aguas medias es 0.01 (mg/l), en la Boya 33 [EIA-1998(Flu)], Boya 48 [EIA-1998(Flu)], Boya 59 [EIA-1998(Flu)].

Fig. 3.33 Variación de nitratos en superficie

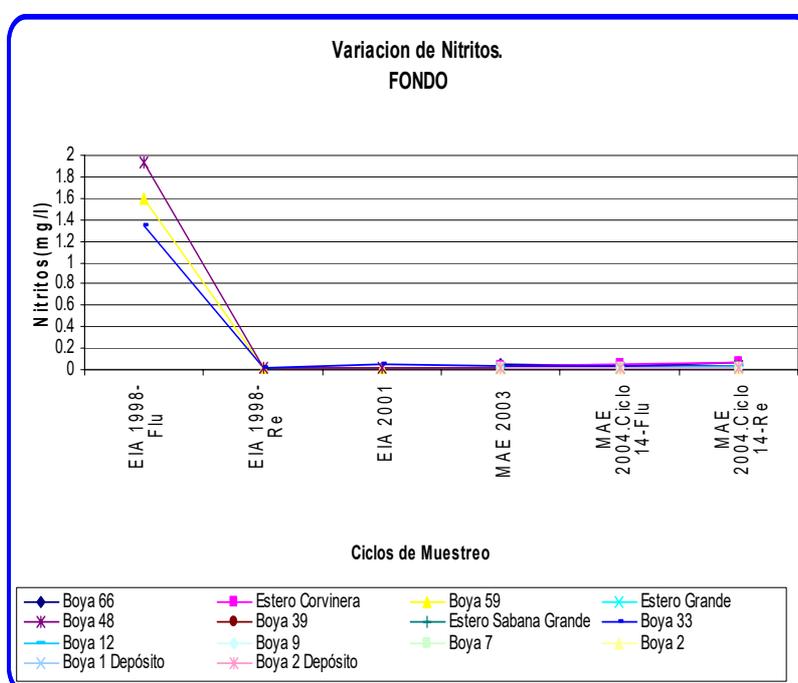


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de nitratos encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 0–1.31 (mg/l), con un promedio de 0.48 (mg/l), aproximadamente. El valor máximo de nitratos encontrados en

aguas superficiales fue de 1.31 (mg/l), en el Estero Corvinera [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de nitratos en aguas superficiales fue 0 (mg/l), en la Boya 48 [EIA-1998(Flu)]. Cabe recalcar que este parámetro no presenta variación en su tendencia en los diferentes niveles de muestreo (fondo, medio y superficie.)

Fig. 3.34 Variación de nitritos en el fondo



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

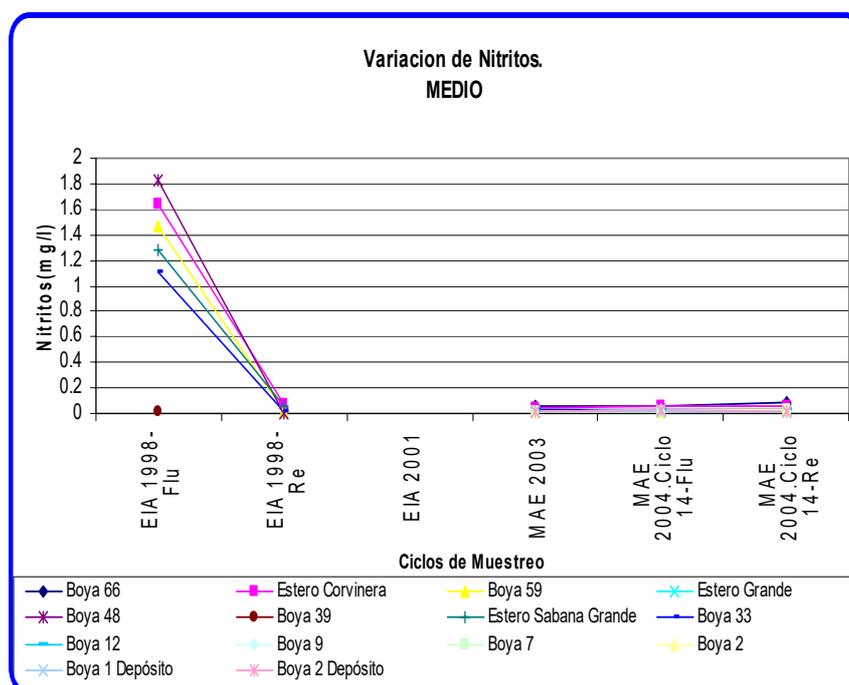
El nitrito responde a una fase intermedia del proceso químico denominado de “nitrificación”, que abarca desde la descomposición del amoníaco hasta alcanzar la forma de nitrato.

Este parámetro químico, afecta el transporte de oxígeno por la hemoglobina de la sangre (produciendo la enfermedad denominada de la “sangre color café”). Esta enfermedad fue detectada en el “bagre del canal” en Estados Unidos, Konikoff (1975) comprobando que los animales envenenados mueren presentando la boca abierta, aletas pectorales y dorsales erectas y cuerpo relajado, mientras que su sangre es muy característica, de un color marrón chocolate fuerte, que persiste aún después de varias horas de su muerte.

Los rangos de nitritos encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 0.01–1.92 (mg/l), con un promedio de 0.08(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de nitritos encontrados en aguas de fondo es de 1.92 (mg/l), en el Boya 48 [EIA-1998(Flu)]. El valor mínimo de nitritos en aguas de fondo es 0.01 (mg/l), en la Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))], Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Flu))], Boya 7 [MAE-2003], Boya 2 [MAE-2003], Boya 1 de Deposito [MAE-2004 (Ciclo 14(Flu))], Boya 1 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14(Re))], Boya 1 de Deposito [MAE-2003].

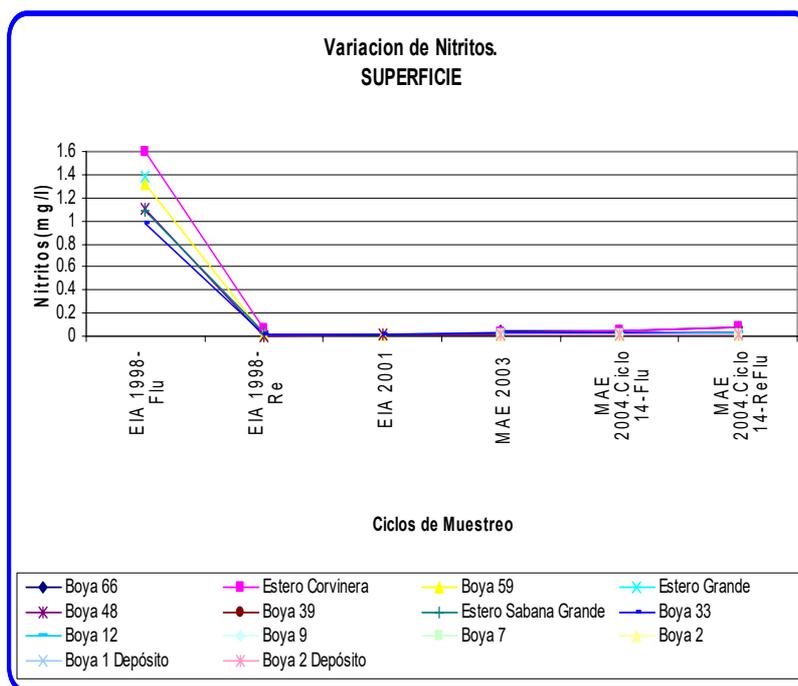
Fig. 3.35 Variación de nitritos en profundidad media



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de nitritos encontrados en aguas medias fluctúan entre 0.01–1.83 (mg/l), con un promedio de nitritos de 0.13 (mg/l), aproximadamente. El valor máximo de nitritos encontrados en aguas medias es de 1.83 (mg/l), en el Boya 48 [EIA-1998(Flu)]. El valor mínimo de nitritos en aguas de fondo es 0.01 (mg/l), en la Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Flu))], Boya 2 [MAE-2003], Boya 1 de Deposito [MAE-2003], Boya 2 de Deposito [MAE-2003], Boya 59 [EIA-1998(Re)], Boya 33 [EIA-1998(Re)].

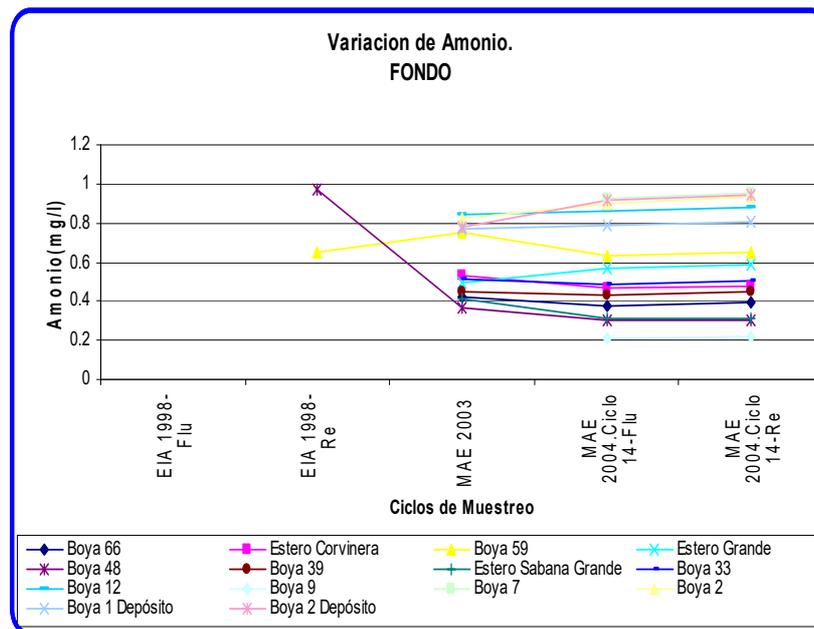
Fig. 3.36 Variación de nitritos en superficie



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de nitritos encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 0.01–1.60 (mg/l), con un promedio de 0.12 (mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de nitritos encontrados en aguas superficiales es de 1.60 (mg/l), en el Estero Corvinera [EIA-1998(Flu)]. El valor mínimo de nitritos en aguas superficiales fue 0.01 (mg/l),

Fig. 3.37 Variación de amonio en el fondo

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

El amonio se encuentra en equilibrio en el agua en las formas de (NH₃ no ionizado y NH₄⁺ ionizado) Frank (2000) y las pruebas generalmente miden el amonio total.

La toxicidad del amonio es atribuida a la forma no ionizada (NH₃) y, de manera general, la cantidad y su toxicidad aumenta a pH altos sin embargo, sus efectos tóxicos pueden presentarse a pH bajos y a menos cantidades; la temperatura también influye pero es menos dependiente (Frank, 2000).

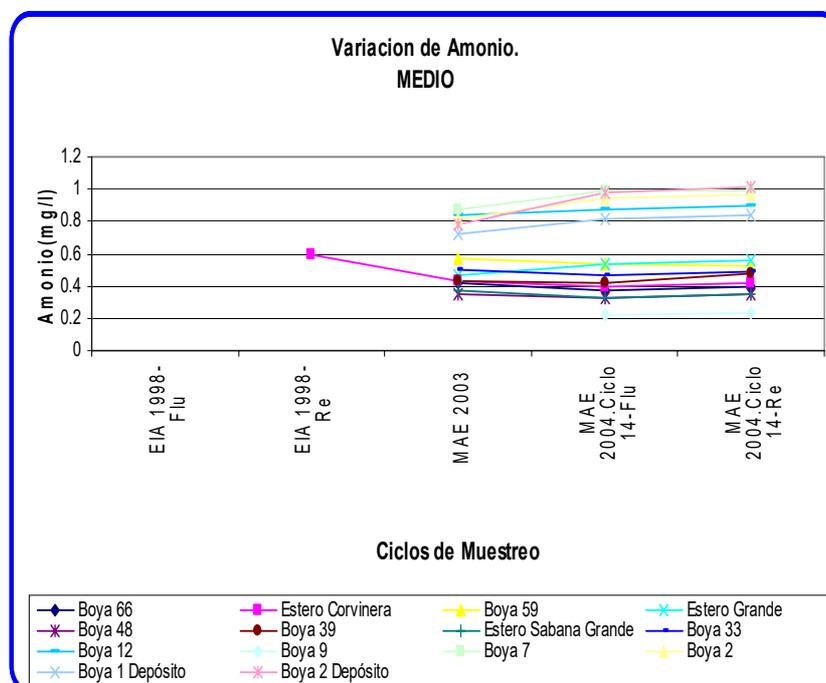
Como el amoníaco es el más tóxico de estos compuestos, a bajas concentraciones, este elemento es tóxico para los peces y varía según la especie cultivada (puede variar desde 0,08

mg/litro para peces como los salmónidos hasta 2,2 mg/litro para las carpas).

Los rangos de amonio encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 0.21–0.97 (mg/l), con un promedio de 0.60(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de amonio encontrados en aguas de fondo fue 0.97(mg/l), en la Boya 48 [EIA-1998(Re)]. El valor mínimo de amonio en aguas de fondo fue 0.21(mg/l), en la Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Flu))].

Fig. 3.38 Variación de amonio en profundidad media

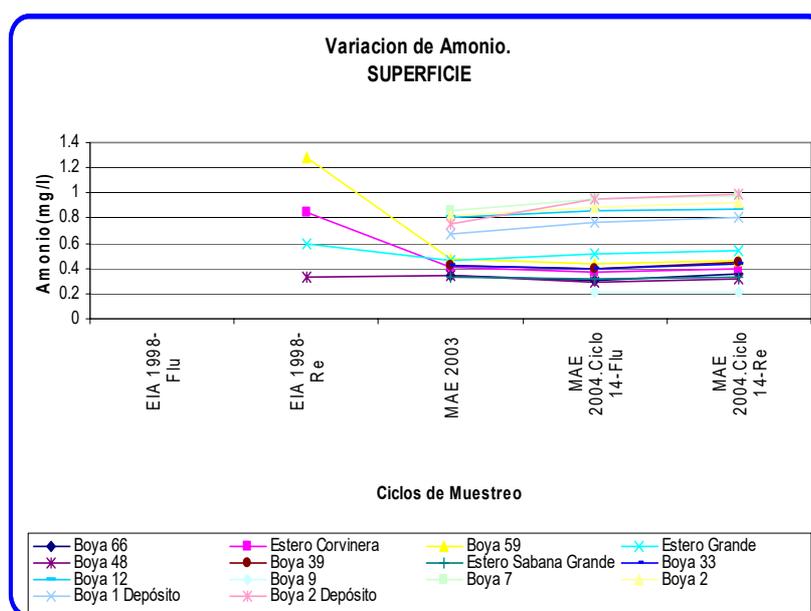


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de amonio encontrados en aguas medias fluctúan entre 0.22–1.01 (mg/l), con un promedio de 0.59 (mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de amonio encontrados en aguas medias fue 1.01 (mg/l), en la Boya 2 de Deposito [MAE-2004(Ciclo 14(Re))]. El valor mínimo de amonio en aguas medias es 0.22 (mg/l), en la Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Flu))].

Fig. 3.39 Variación de amonio en superficie



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

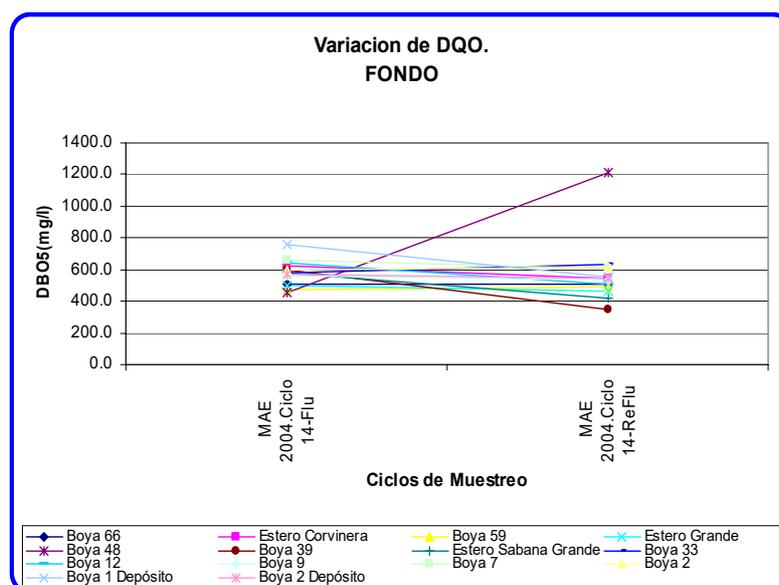
Los rangos de amonio encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 0.21–1.28 (mg/l), con un promedio de 0.57(mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de amonio encontrados en aguas superficiales fue 1.28 (mg/l), en la Boya 59 [EIA-1998(Re)].

El valor mínimo de amonio en aguas medias fue 0.21 (mg/l), en la Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Flu)], Boya 9 [MAE-2004(Ciclo 14(Re)].

En general, al contrastar las graficas de amonio en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento de este parámetro no presenta variacion; es decir se mantiene constante la tendencia a decrecer conforme aumentan las precipitaciones. La concentración del amoníaco estará en función del pH del medio, de la salinidad y de la temperatura.

Fig. 3.40 Variacion de DQO en el fondo



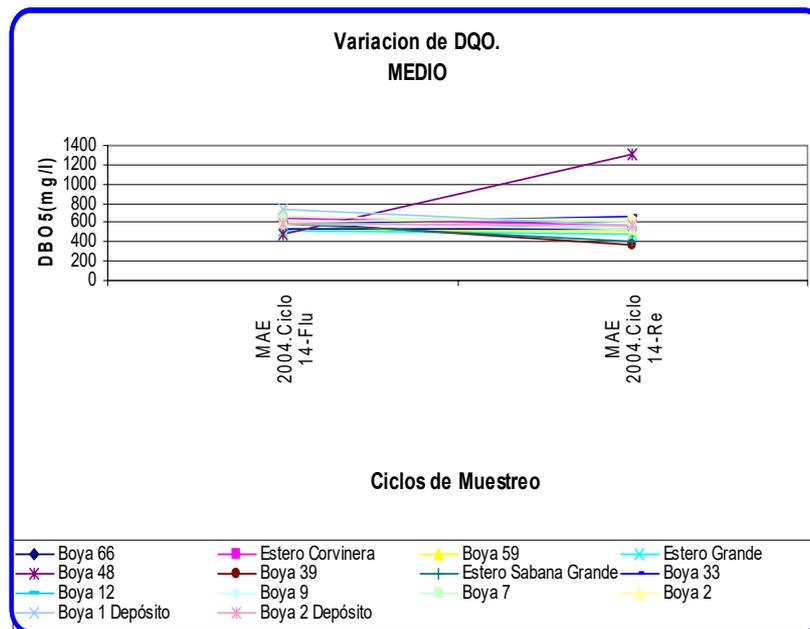
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), se expresa como la cantidad de oxígeno equivalente necesaria para la oxidación química de la materia orgánica oxidable de un agua. Sus unidades, por lo tanto, son las mismas que la DBO, es decir, mg O₂/l.

Entre las ventajas sobre la medida de DBO, cabe destacar el tiempo considerablemente inferior del análisis (3 h).

Los rangos de DQO encontrados en aguas de fondo fluctúan entre 348.3–1215.9(mg/l), con un promedio de 574.6(mg/l), aproximadamente.

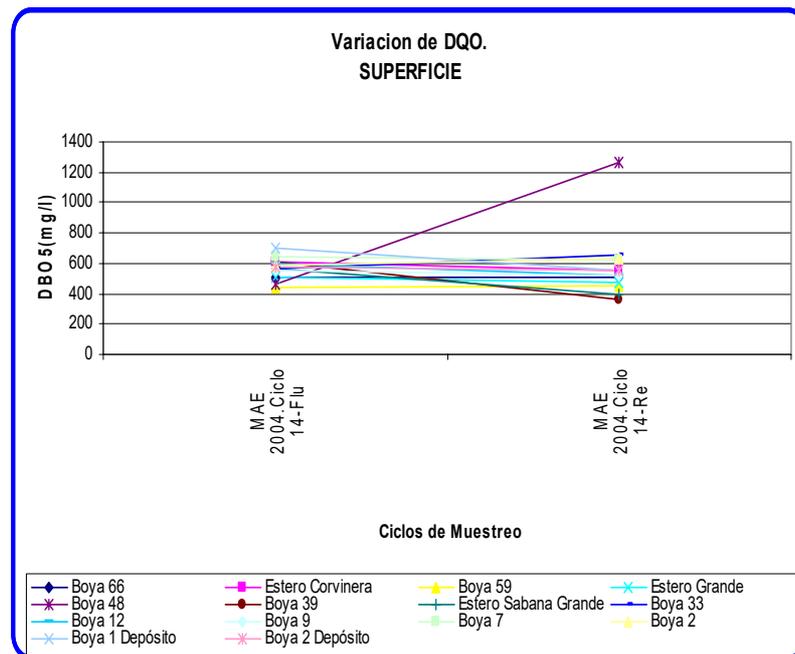
El valor máximo de DQO encontrados en aguas de fondo fue 1215.9(mg/l), en la Boya 48 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))]. El valor mínimo de DQO en aguas de fondo fue 348.3 (mg/l), en la Boya 39 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))].

Fig. 3.41 Variación de DQO en profundidad media

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de DQO encontrados en aguas medias fluctúan entre 362.5–1312.5 (mg/l), con un promedio de DQO de 592.16 (mg/l), aproximadamente.

El valor máximo de DQO encontrados en aguas medias es 1312.5 (mg/l), en la Boya 48 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))]. El valor mínimo de DQO en aguas medias es 362.5 (mg/l), en la Boya 39 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))].

Fig. 3.42 Variación de DQO en superficie

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los rangos de DQO encontrados en aguas superficiales fluctúan entre 357.2–1269.8 (mg/l), con un promedio de DQO de 571.6 (mg/l), aproximadamente.

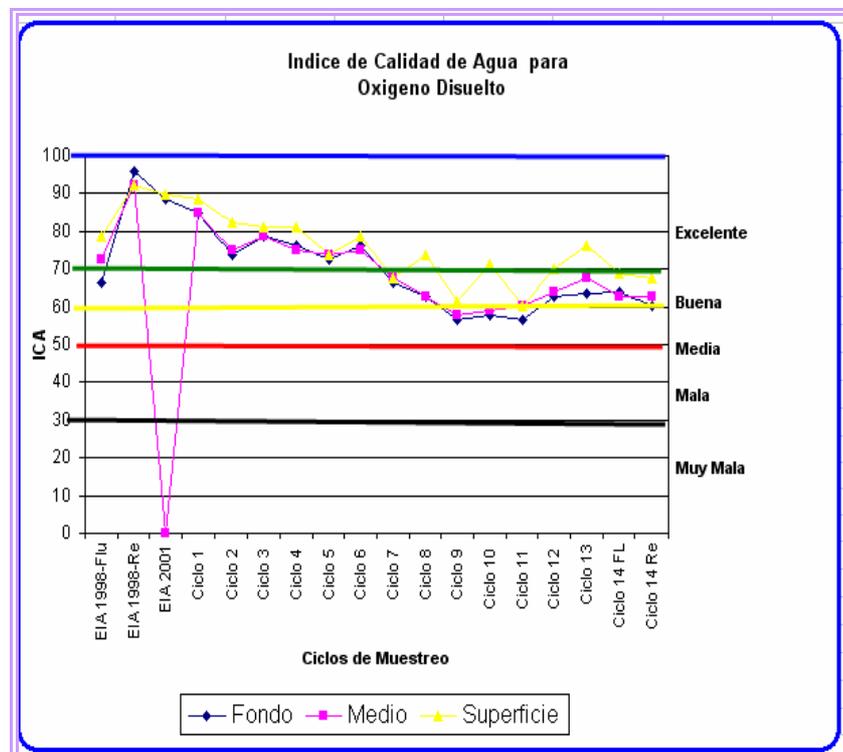
El valor máximo de DQO encontrados en aguas superficiales fue 1269.8 (mg/l), en la Boya 48 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))]. El valor mínimo de DQO en aguas superficiales fue 357.2 (mg/l), en la Boya 39 [MAE-2004(Ciclo 14(Re))].

Los resultados en comparación con la DBO₅, nos indican que existe mayor cantidad de compuestos difícilmente biodegradables en el fondo, al elevado contenido de celulosa

(compuesto orgánico poco biodegradable) (Tebbutt, 1990; Jiménez, 2002).

3.1.2 Aplicación de la Norma de calidad de agua por parámetro propuesta por la Comisión Nacional del agua de México

Figura. 3.43 Índices de calidad para oxígeno disuelto (CNA)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Excelente en 9 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo (EIA 1998 (Flu, Re), [EIA 2001], [MAE 2003 (Ciclo 1) - (Ciclo 6)]. Lo cual indica que las

condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática. Exceptuando [EIA-2001(Nivel medio)], cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como muy mala; por lo tanto las condiciones presentes no son aceptables para ningún tipo de vida acuática. Lo cual sugiere que el potencial biológico del ciclo en estudio, por la depleción y disponibilidad mínimas de oxígeno, esta en un serio proceso de deterioro por lo menos para ésta época de estiaje. Esta afirmación quedaría en duda pues coexiste relación alguna con los demás ciclos y niveles, por lo que este dato podría ser tomado en cuenta como un out line o un dato anómalo.

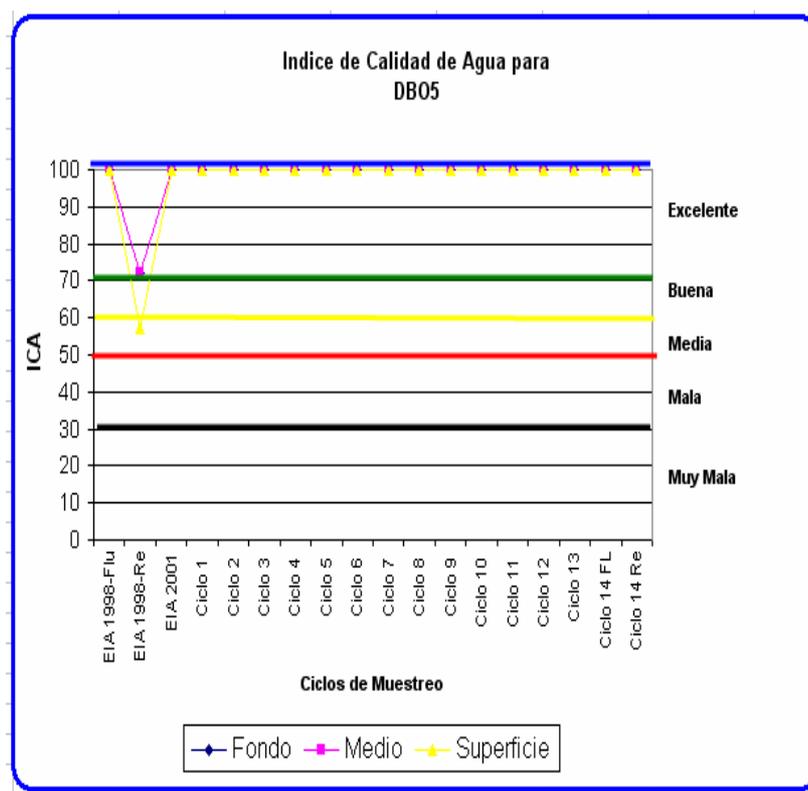
A partir de [MAE-2003(Ciclo 8)], comienza a notarse una diferencia significativa entre aguas de superficie versus aguas de nivel medio y fondo, siendo la primera de un ICA que va de excelente a bueno, mientras las otras de bueno a medio.

Los rangos de ICA para oxígeno disuelto encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 55/100 a 95/100, aproximadamente. Con un ICA para oxígeno disuelto promedio de 70/100.

El valor máximo ICA para oxígeno disuelto 96/100 en [EIA-1998(Re)].

En general al contrastar las curvas de oxígeno disuelto en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento del ICA para oxígeno disuelto no presenta variación relevante en su tendencia; es decir disminuir conforme aumenta la temperatura, mayor concentración de sólidos en suspensión, la disminución de la velocidad de corriente y el aporte importante de efluentes de ríos tributarios.

**Figura. 3.44 Índices de calidad para DBO5
(CNA)**



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este

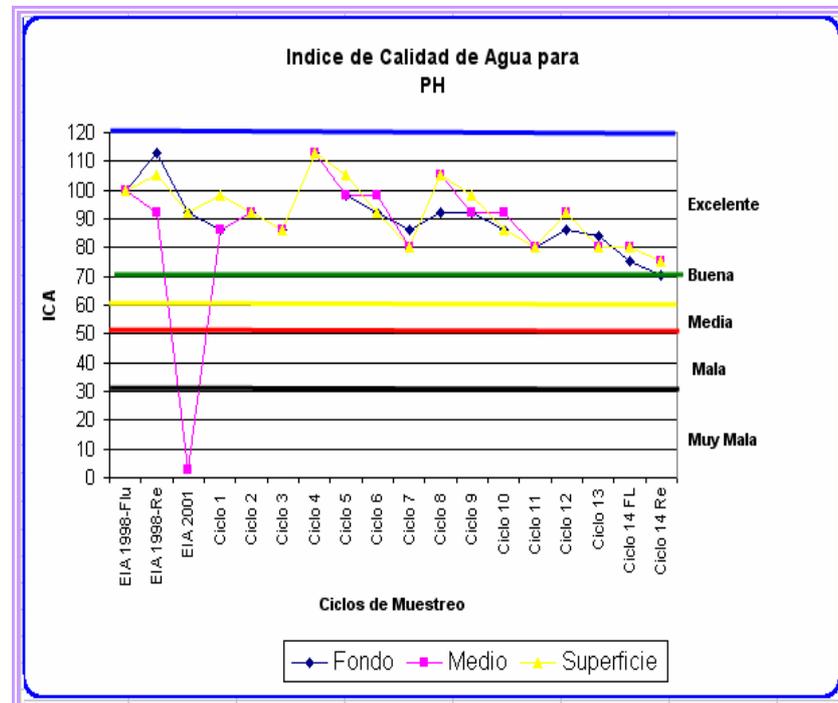
parámetro clasifican al agua como Excelente en 17 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo [EIA 1998-Flu], [EIA 2001],[MAE 2003(Ciclo 1) - (Ciclo 11)], [MAE 2004-(Ciclo 12)-(Ciclo 14-Re)]. Lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática. Exceptuando [EIA 1998-Re (superficie)], cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como de calidad media; es decir las condiciones presentes resultan dudosas para especies sensibles.

Los rangos de ICA para DBO5 encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 55/100 a 100/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 98/100. El valor máximo ICA para DBO5 es 96/100 en [EIA-1998(Re)].

Cabe recalcar que el DBO5 es el primer criterio para el control de la contaminación de ríos en donde la carga orgánica debe estar limitada a mantener niveles razonables y/o estándares oxígeno (Sawyer,1978).

En general al contrastar las curvas de DBO5 en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) no se presenta variación relevante en su tendencia.

**Figura. 3.45 Índices de calidad para PH
(CNA)**

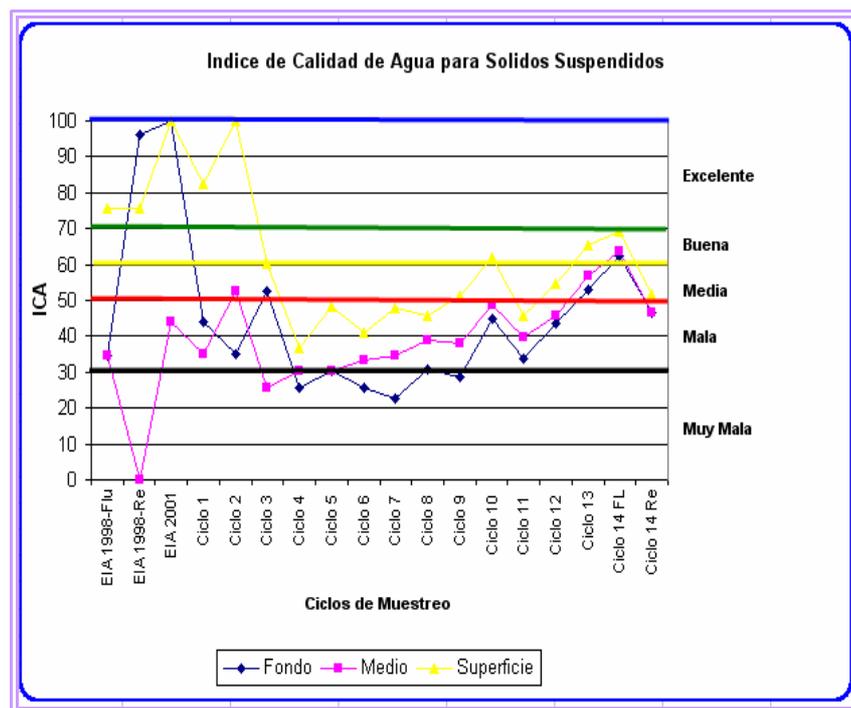


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro categorizarán al agua como de calidad excelente en 17 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo desde [EIA 1998-Flu] – [MAE 2004-Ciclo 14-Re]. Lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática. Exceptuando [EIA 2001 (medio)], cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como de calidad muy mala; por lo tanto las condiciones presentes no son aceptables para

ningún tipo de vida acuática. Cabe recalcar que una abrupta disminución del ICA, se traduce como un incremento y /o variaciones de pH sobre los cuerpos de agua debido a la presencia de determinadas cantidades y tipo de contaminantes. No obstante, su monitoreo es mas que necesario considerando su importancia dentro de los procesos dinámicos del ecosistema.

Fig. 3.46 Índices de calidad para sólidos suspendidos (CNA)



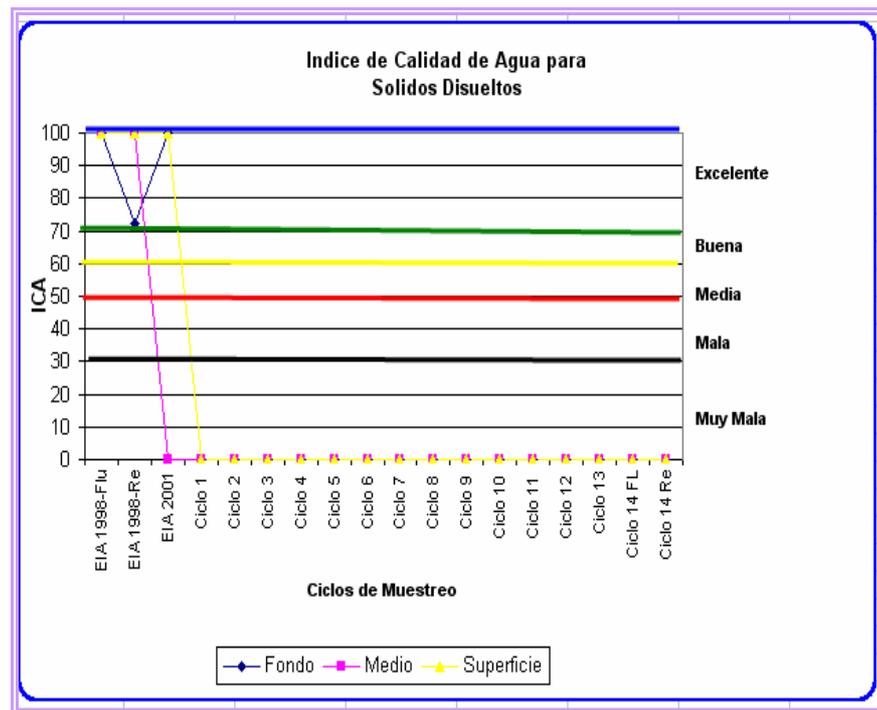
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los valores de ICA para sólidos suspendidos presentan un patrón poco simétrico en comparación con los demás ICA analizados.

Los rangos de ICA para sólidos suspendidos encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 20/100 a 100/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 49/100. El valor máximo ICA 100/100 en EIA-2001(fondo), EIA-2001(superficie) y (MAE 2003-Ciclo 2 (superficie). El valor mínimo ICA 0/100 en EIA 1998-Re(medio).

Se presenta una fluctuación descendente en la calidad de agua a partir .de EIA 1998-Re hasta MAE 2003-Ciclo 4, los índices de calidad para este parámetro están en un rango que va de excelente (son aceptables para cualquier tipo de vida acuática) a muy mala calidad (no son aceptables para ningún tipo de vida acuática).

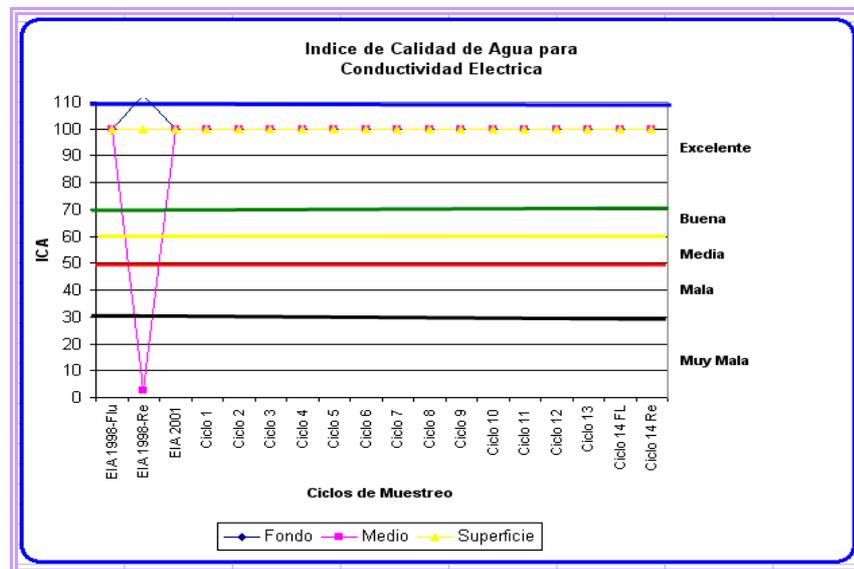
A partir de MAE 2003-Ciclo 5 hasta MAE 2004-Ciclo 14-Re se presenta una fluctuación ascendente en la calidad de agua, según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad va en orden de calidad muy mala a buena. Cabe recalcar que hasta ciertos límites, los sólidos pueden tener influencia favorable sobre los microorganismos constituyéndose en sustrato y alimento para su actividad biológica.

Fig. 3.47 Índices de calidad para sólidos disueltos

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

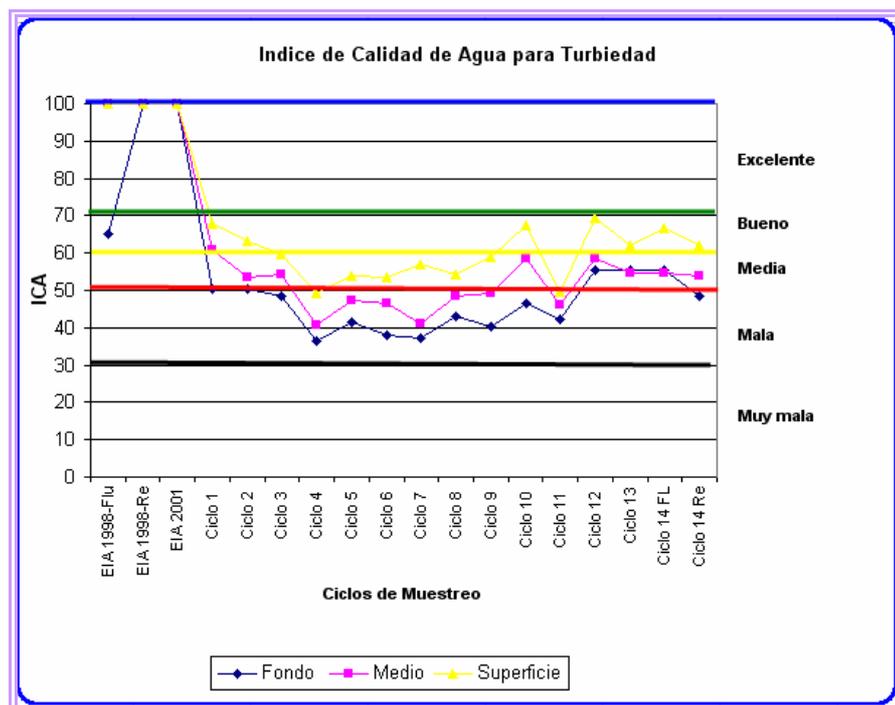
Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para sólidos disueltos categorizarán al agua como de calidad excelente en 3 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo [EIA 1998-Flu, EIA 1998-Re, EIA 2001]. Lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática. Contrariamente el índice obtenido para este parámetro en los siguientes Ciclos o Fechas de muestreo: [MAE 2003-Ciclo 1] – [MAE 2004-Ciclo 14-Re], clasifican al agua como de calidad muy mala; por lo tanto las condiciones presentes no son aceptables para ningún tipo de vida acuática

**Fig. 3.48 Índices de calidad para conductividad eléctrica-
(CNA)**



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Excelente en 17 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo [EIA 1998-Flu] - [MAE 2004-Ciclo 14-Re]. Lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática. Exceptuando [EIA 1998-Re (medio)], cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como de calidad muy mala; por lo tanto las condiciones presentes no son aceptables para ningún tipo de vida acuática.

Fig. 3.49 Índices de calidad para turbiedad (CNA)

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los valores de ICA para turbiedad presentan un patrón poco simétrico en comparación con los demás ICA analizados.

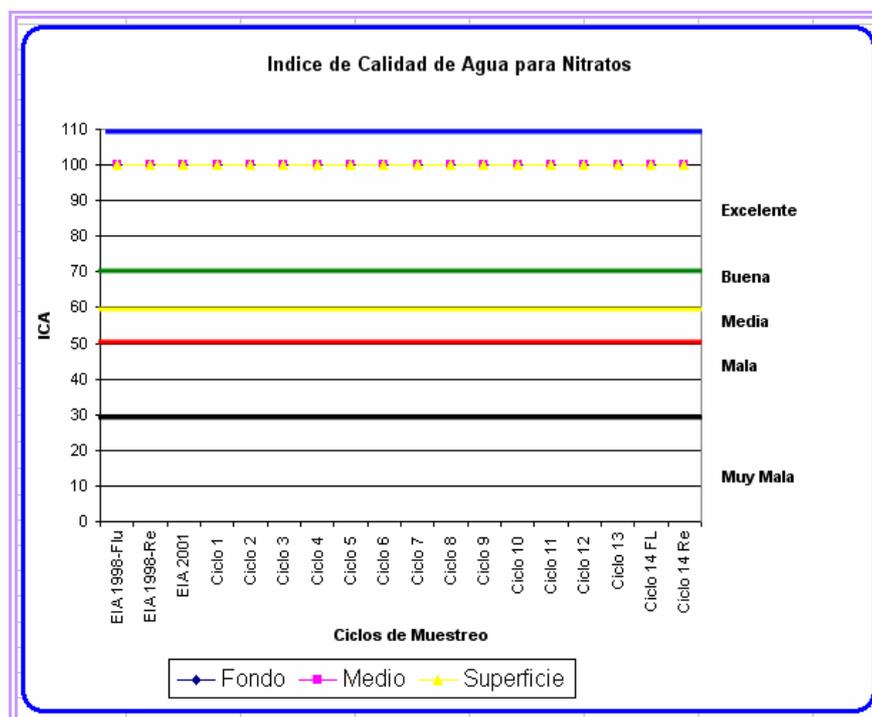
Los rangos de ICA para turbiedad encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 35/100 a 100/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 60/100. El valor máximo ICA 100 /100 en EIA-1998-Re, EIA-2001.

Se presenta una fluctuación descendente en la calidad de agua a partir de EIA 2001 hasta MAE 2003-Ciclo 7, los índices de calidad para este parámetro están en un rango que va de excelente calidad (son aceptables para cualquier tipo de vida

acuática) a mala calidad (apta solo para organismos resistentes).

A partir de MAE 2003-Ciclo 8 hasta MAE 2004-Ciclo 14-Re, presentan una fluctuación ascendente en la calidad de agua, según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad va en orden de calidad mala hacia una buena.

Fig. 3.50 Índices de calidad para nitratos (CNA)

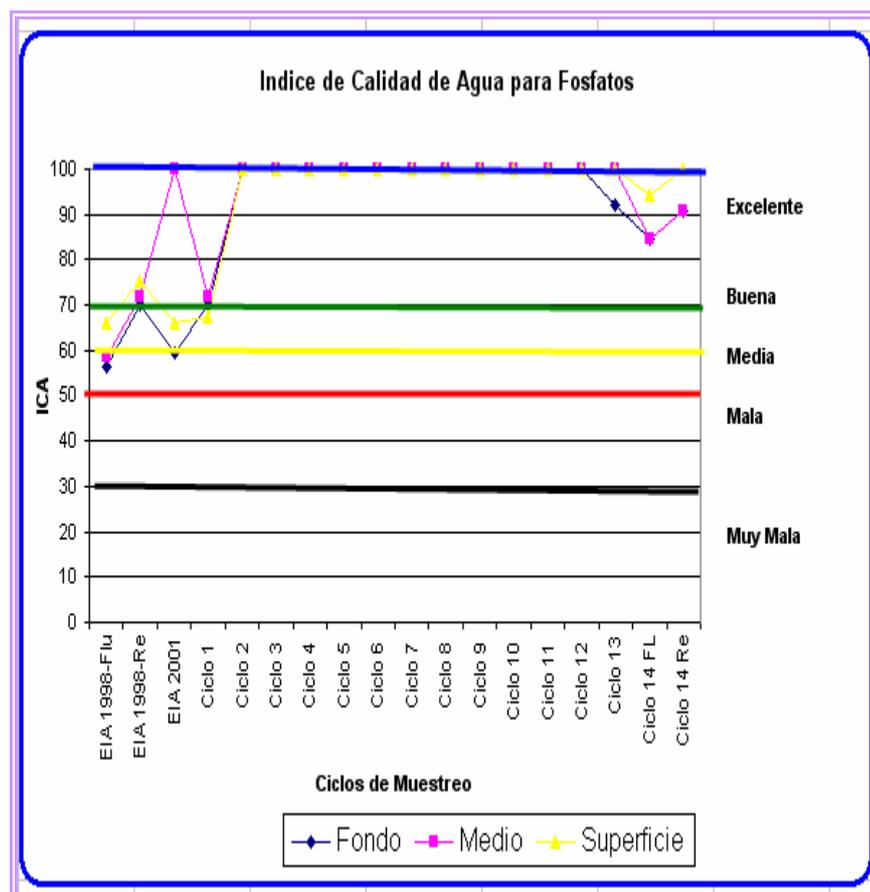


Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática, los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Excelente en los 18 Ciclos o

Fechas de muestreo [EIA 1998-Flu] – [MAE 2004-Ciclo 14-Re].
Lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

Fig. 3.51 Índices de calidad para fosfatos (CNA)



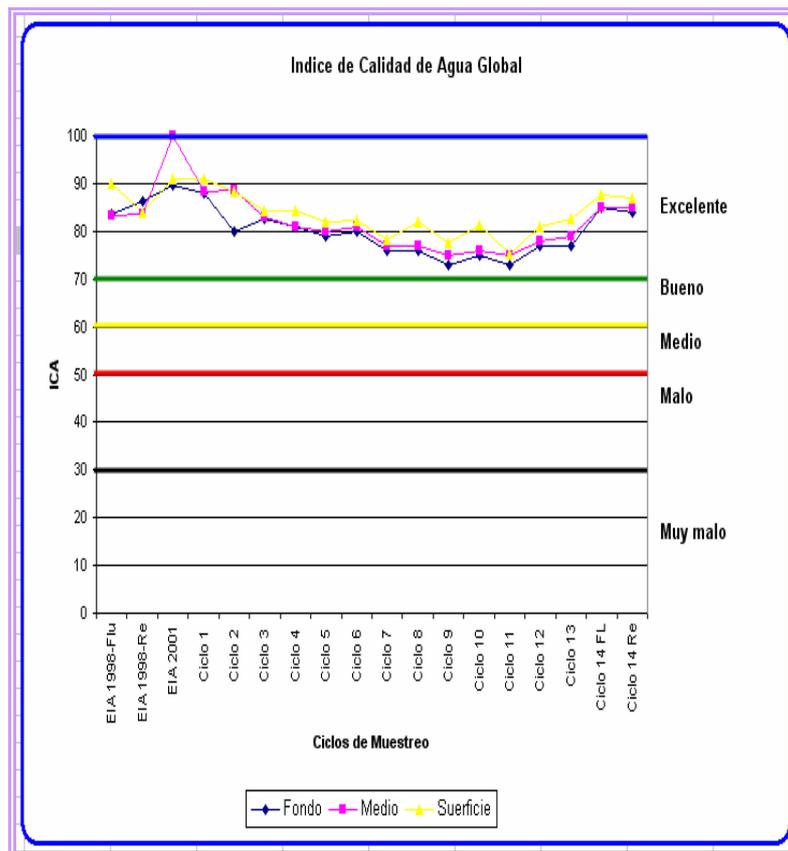
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad de agua para fosfatos presentan un patrón poco simétrico en los primeros 4 ciclos fechas de muestreo (EIA 1998-Flu, EIA 1998-Re, EIA 2001, MAE 2003-Ciclo 1).

Los índices de calidad para este parámetro están en un rango que va de excelente (son aceptables para cualquier tipo de vida acuática) a calidad media (el cual es dudoso para especies sensibles).

A partir .de MAE 2003-Ciclo 2 hasta MAE 2004-Ciclo 14-Re, los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Excelente. Lo cual indica que las condiciones presentes son propicias para cualquier tipo de vida acuática.

3.1.2.1 Aplicación de la Norma de calidad de agua Global propuesta por la Comisión Nacional del agua de México

Fig. 3.52 Índice de calidad de agua global (CNA)

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura. (Libro VI –Anexo 1-normas del recurso agua)

Con el objeto de obtener una vista global y simplificada de cómo varia cada uno de los parámetros con respecto al tiempo, se procedió a obtener el índice de calidad de agua global en los tres niveles de profundidad(fondo, medio, superficie).(Véase Tabla 2.4).

Se podría afirmar que el patrón de calidad de agua en cada ciclo de muestreo se mantiene relativamente constante puesto que no existe diferencia significativa entre los niveles.

El valor máximo del ICA, fue de 100/100 [EIA-2001-medio], y el valor mínimo de ICA es de 73/100, en [MAE-2003(Ciclo 9-fondo) MAE-2003(Ciclo 11-fondo)].

Los rangos de índice de calidad de agua ICA se mantuvieron constantes en los tres niveles de profundidad entre 73/100 - 90/100. Al contrastar los resultados obtenidos con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática, los índices de calidad de agua están en un rango de No Contaminado; es decir las condiciones presentes en cuanto calidad son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

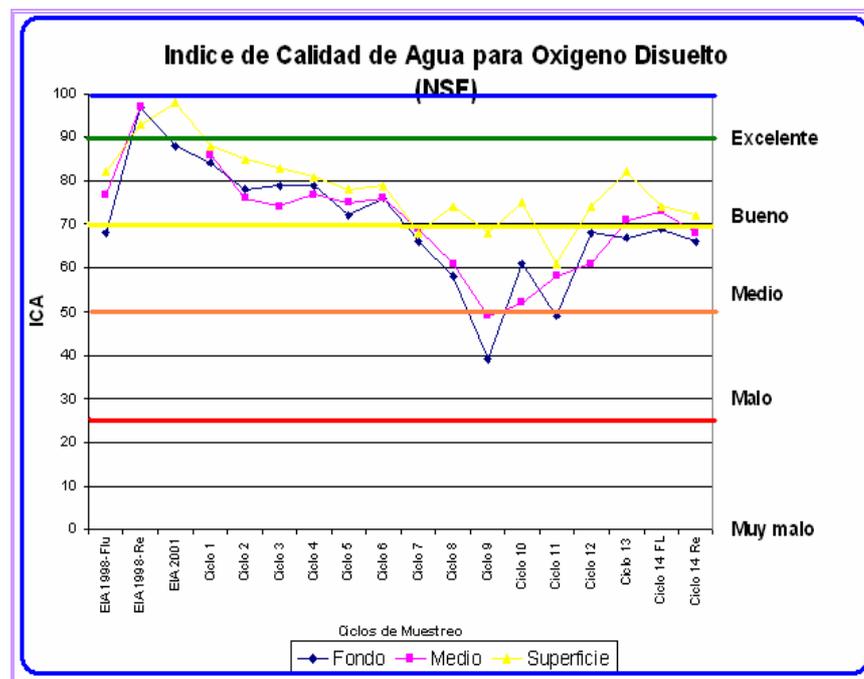
Según el criterio de calidad de agua propuesto por la Comisión Nacional del Agua de México el ICA promedio es de 82/100 que lo califica como aceptable. Al contrastar los resultados obtenidos

con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática, el índice de calidad de agua es calificado como No Contaminado, por lo tanto las condiciones presentes en el cuerpo hídrico son Aceptable para cualquier tipo de vida acuática.

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para actividades de Pesca y Vida Acuática califica las aguas de este estudio como Excelente, por lo tanto son aceptables para todos los organismos (Véase Tabla 2.5).

3.1.3 Aplicación de la Norma de calidad de agua por parámetro propuesta por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF).

Fig. 3.53 Índices de calidad para Oxígeno Disuelto (NSF)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Bueno en 8 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo (EIA 1998-Flu, EIA 2001, MAE 2003- Ciclo 1, MAE 2003- Ciclo 2, MAE 2003- Ciclo 3, MAE 2003- Ciclo 4, MAE 2003- Ciclo 5, MAE 2003-Ciclo 6). Exceptuando [EIA-1998-Re (en sus tres niveles)], cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como Excelente. Y si contrastamos estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Medio a partir de [MAE 2003-(Ciclo 7) hasta [MAE 2004-(Ciclo 14) Re]. Exceptuando [MAE 2004-(Ciclo 9) Fondo] que clasifican a este parámetro como Malo. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Contaminado, por lo tanto las condiciones presentes son recomendables solo para organismos resistentes. Lo cual sugiere que el potencial biológico del ciclo en estudio, por la depleción y disponibilidad mínimas de oxígeno, esta en un serio proceso de deterioro por

lo menos para ésta época de estiaje. Esta afirmación quedaría en duda pues coexiste relación alguna con los demás ciclos y niveles, por lo que este dato podría ser tomado en cuenta como un out line o un dato anómalo.

Los rangos de ICA para oxígeno disuelto encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 40/100 a 98/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 73/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Bueno.

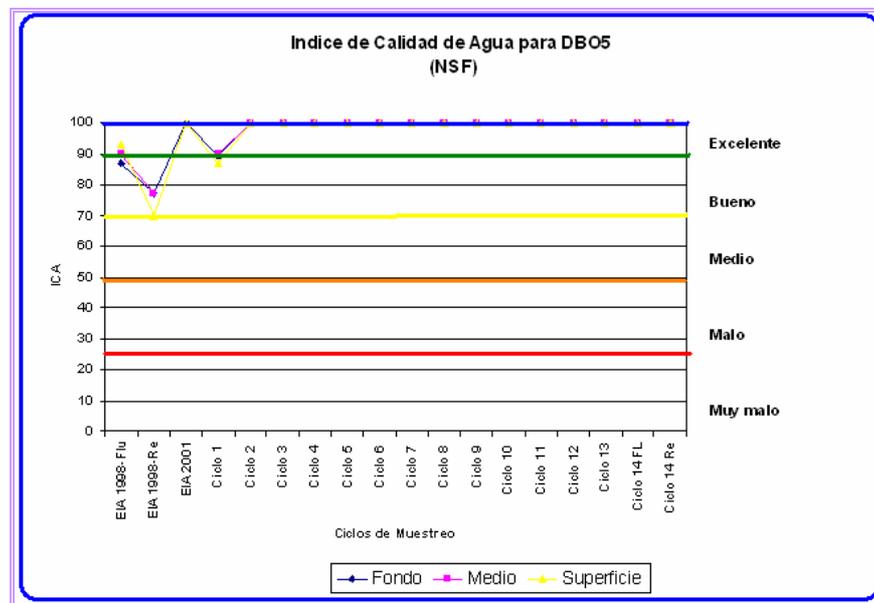
Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA para oxígeno disuelto 97/100 en [EIA-1998(Re) Fondo] y en [EIA-1998(Re) Medio] y el ICA mínimo de 39/100 en [MAE-2003(Ciclo 9) Fondo].

En general al contrastar las curvas de oxígeno disuelto en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento del ICA para oxígeno disuelto no presenta variación relevante en su tendencia; es decir disminuir

conforme aumenta la temperatura, mayor concentración de sólidos en suspensión, la disminución de la velocidad de corriente y el aporte importante de efluentes de ríos tributarios.

Fig.3.54 Índices de calidad para DBO5 (NSF)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007.

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Excelente en 16 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo, Exceptuando [EIA-1998-Re] y [EIA-1998-Flu], cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como Bueno.

Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

Los rangos de ICA para DBO5 encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 70/100 a 100/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 97/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Excelente.

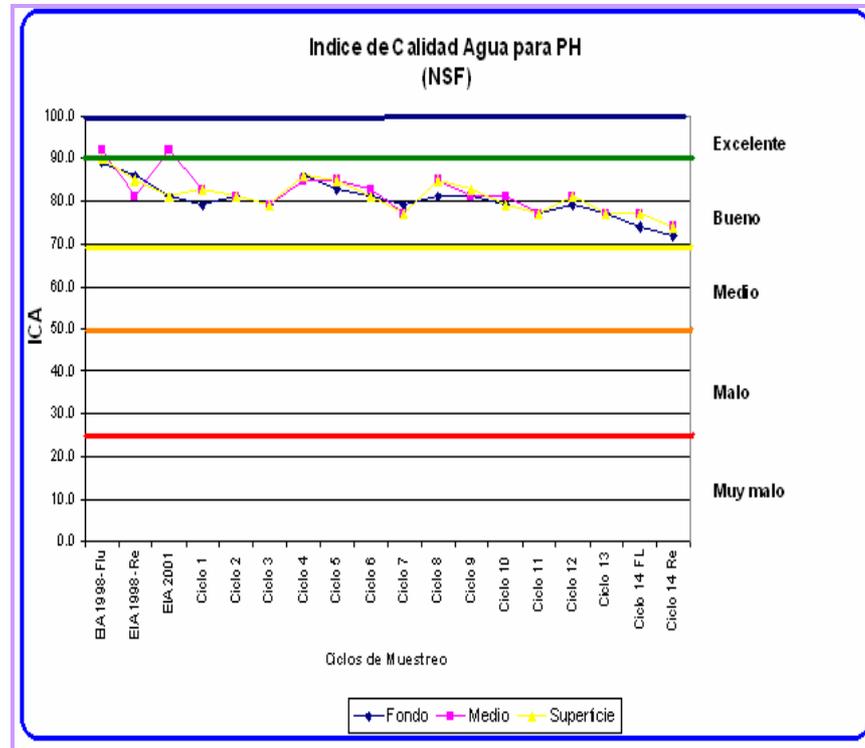
Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA para DBO5 es 100/100 y el ICA mínimo de 70 /100en [EIA-1998(Re) Superficie]

Cabe recalcar que el DBO5 es el primer criterio para el control de la contaminación de ríos en donde la carga orgánica debe estar limitada a mantener niveles razonables y/o estándares oxígeno (Sawyer, 1978).

En general al contrastar las curvas de DBO5 en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) no se presenta variación relevante en su tendencia.

Fig.3.55 Índices de calidad para PH (NSF)



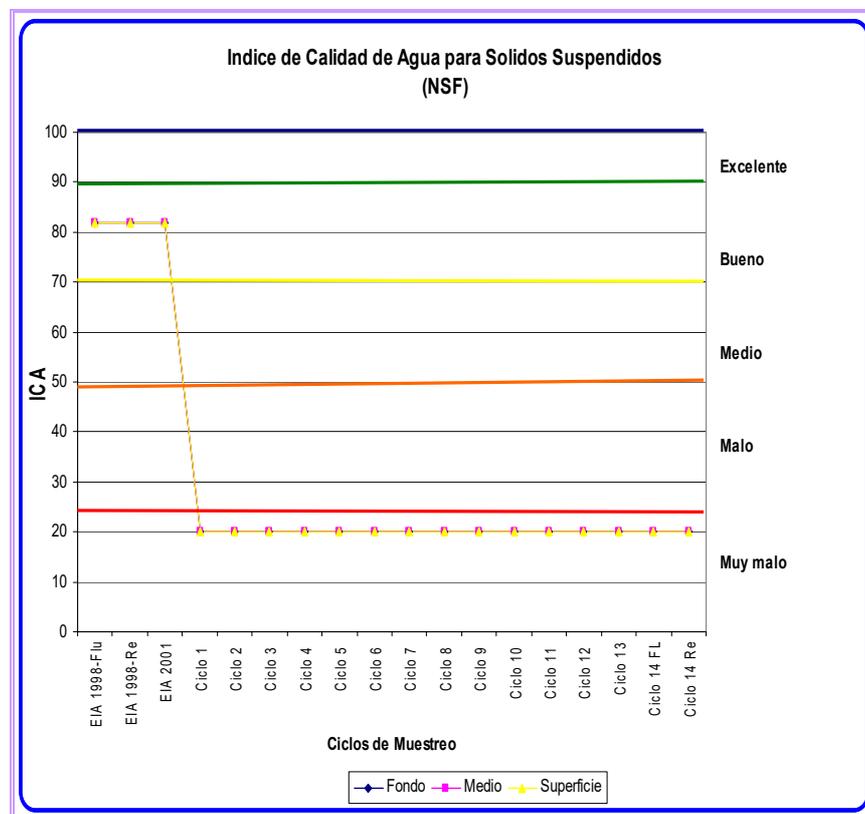
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Bueno en todos los 18 Ciclos o Fechas de muestreo. Exceptuando [EIA-1998-Flu (medio)], y [EIA 2001(medio)] cuyo índice obtenido para este parámetro clasifica al agua como Excelente. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

Los rangos de ICA para pH encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 72/100 a 92/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 81/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Bueno. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA para pH es 92/100 en [EIA-1998(Flu) Medio] y el ICA mínimo de 72/100 en [MAE-2004(Ciclo 14)Re Fondo]. En general al contrastar las curvas de pH en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento del ICA para este parámetro no presenta variación relevante en su tendencia.

**Fig.3.56 Índices de calidad para Sólidos Suspendidos
(NSF)**



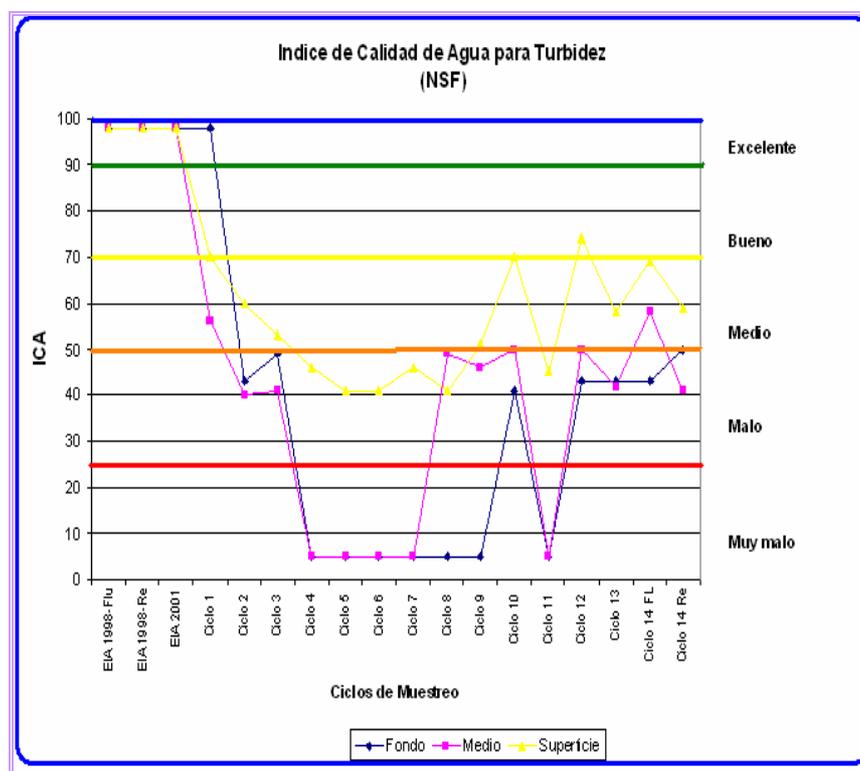
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los valores de ICA para Sólidos Suspendidos presentan un patrón completamente simétrico en comparación con los demás ICA analizados.

El ICA para Sólidos Suspendidos encontrados en los diferentes niveles de profundidad y ciclos de muestreo fue de 20/100, que se traduce como aguas de calidad Muy mala; según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF, en 15 de de los 18 Ciclos de muestreo desde [MAE-

2003(Ciclo1)] hasta [MAE-2003(Ciclo 14 -Re)]. Al contrastar estos resultados con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Altamente contaminada, lo cual se traduce como no aceptable para ningún tipo de vida acuática). Exceptuando [EIA 1998-Flu], [EIA 1998-Re], y [EIA 2001], que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF da como índice aguas de Excelente calidad.

**Fig.3.57 Índices de calidad para turbiedad
(NSF)**



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Los valores de ICA para turbiedad presentan un patrón poco simétrico en comparación con los demás ICA analizados.

Los rangos de ICA para turbiedad encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 5/100 a 98/100, que se traduce como aguas de calidad Excelente a Muy mala; según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF. Al contrastar estos resultados con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este

parámetro clasifican al agua en un rango amplio que va desde calidad Aceptable (son aceptables para cualquier tipo de vida acuática) a Muy mala (no aceptable para ningún tipo de vida acuática).

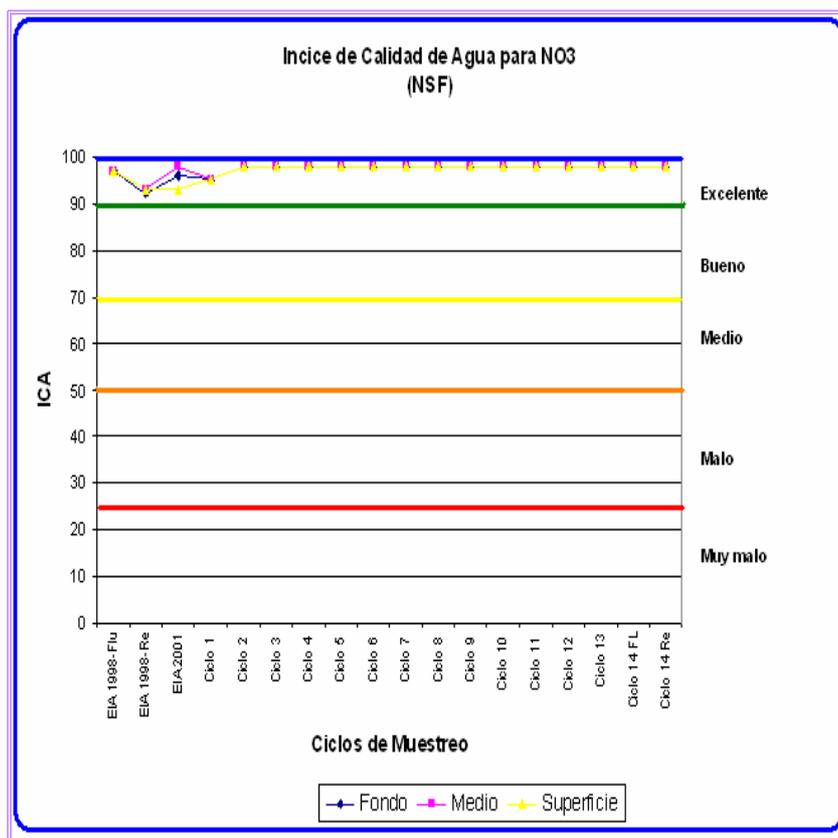
Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Malo, puesto que su ICA promedio fue de 49/100. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como Contaminado; lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables solo para organismos resistentes.

El valor máximo ICA para Turbidez 98/100 .Y el ICA mínimo de 5/100 en [MAE-2003(Ciclo 4), (Ciclo 5), (Ciclo 6), (Ciclo 7), (Ciclo 8)], (Ciclo 9) Fondo], [MAE-2003(Ciclo 4), (Ciclo 5), (Ciclo 6), (Ciclo 7)- Medio].

En general al contrastar las curvas de Turbidez en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento del ICA para este parámetro presenta variación relevante en su tendencia; esto se explica por mayor concentración de sólidos en suspensión, la disminución de la

velocidad de corriente y el aporte importante de efluentes de ríos tributarios.

Fig.3.58 Índices de calidad para nitratos (NSF)



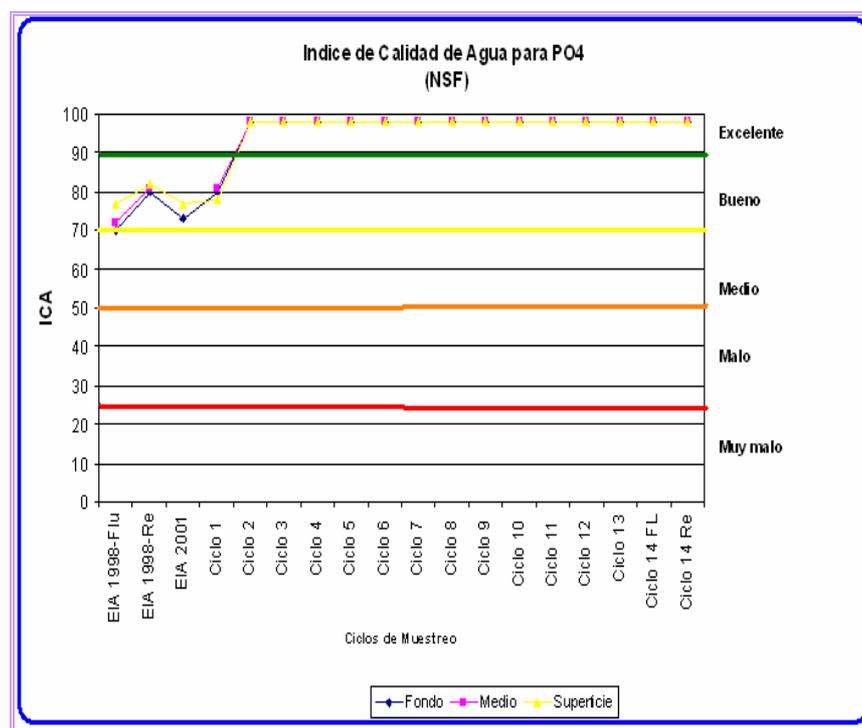
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Excelente en todos los Ciclos o Fechas de muestreo, Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como

No Contaminado; lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

Los rangos de ICA para NO₃ encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 92/100 a 97/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 97/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Excelente. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática. El valor máximo ICA para NO₃ es 98/100, y el ICA mínimo de 92/100 en [EIA-1998(Re) Fondo].

En general al contrastar las curvas de NO₃ en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) no se presenta variación relevante en su tendencia.

Fig. 3.59 Índices de calidad para fosfatos (NSF)

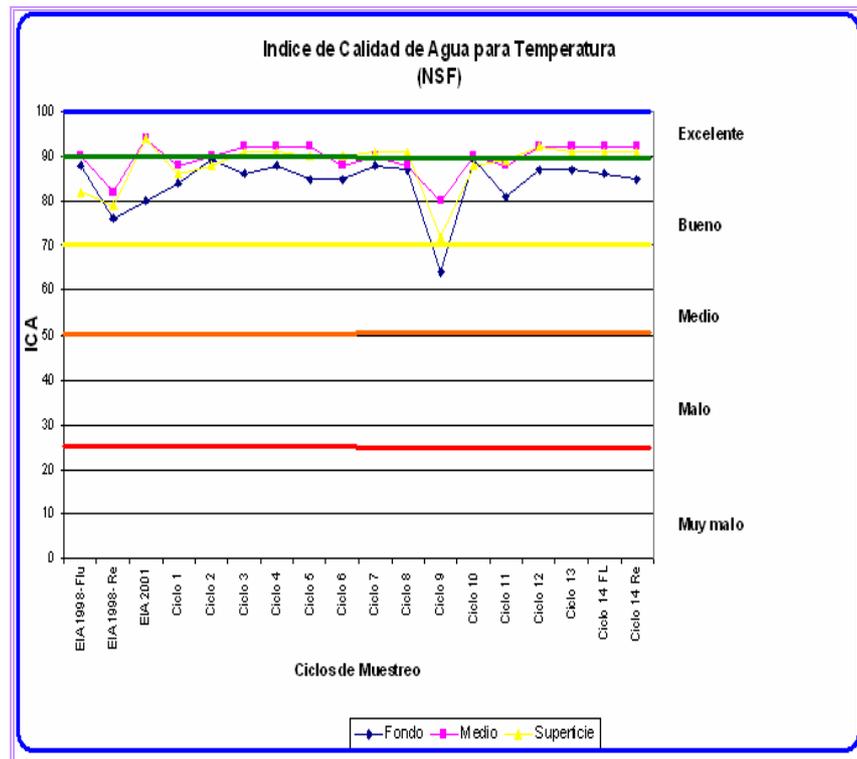
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Excelente en 14 de los 18 Ciclos o Fechas de muestreo. Exceptuando [EIA 1998-Flu, EIA 1998-Re, EIA 2001, MAE 2003-Ciclo 1]. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; lo cual indica que las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

Los rangos de ICA para PO₄ encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 70/100 a 98/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 94/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Excelente. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA para PO₄ es 98/100 en la mayoría de los ciclos de muestreo, y el ICA mínimo de 70/100 en [EIA-1998(Flu) Fondo]. En general al contrastar las curvas de PO₄ en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) no se presenta variación relevante en su tendencia.

Fig. 3.60 Índices de calidad para Temperatura (NSF)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

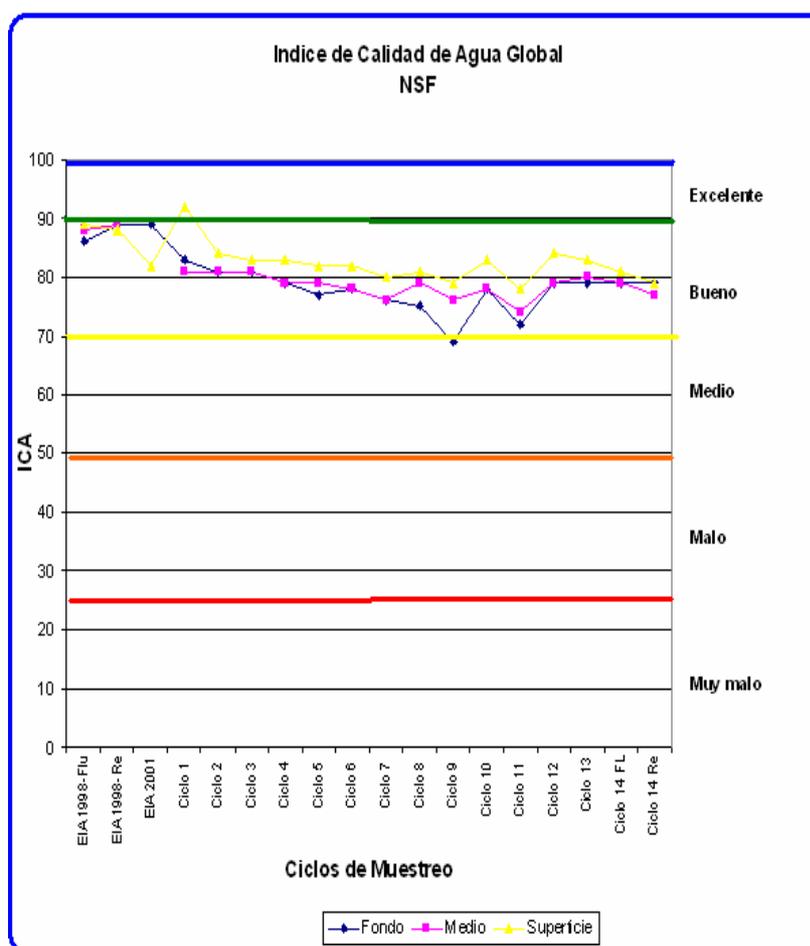
Los rangos de ICA para Temperatura encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 64/100 a 94/100, aproximadamente. Con un ICA promedio de 87/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Bueno.

Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA para Temperatura fue 94/100 en [EIA 2001]]. Y el ICA mínimo de 64/100 en [MAE-2003(Ciclo 9) Fondo].

3.1.3.1 Aplicación de la Norma de calidad de agua Global propuesta por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF)

Fig. 3.61 Índice de calidad de agua global (NSF)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este como agua de calidad Bueno en todos los 18 Ciclos o Fechas de muestreo. Exceptuando [MAE 2003- Ciclo 1(Superficie)], que presenta aguas de Excelente calidad.

Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

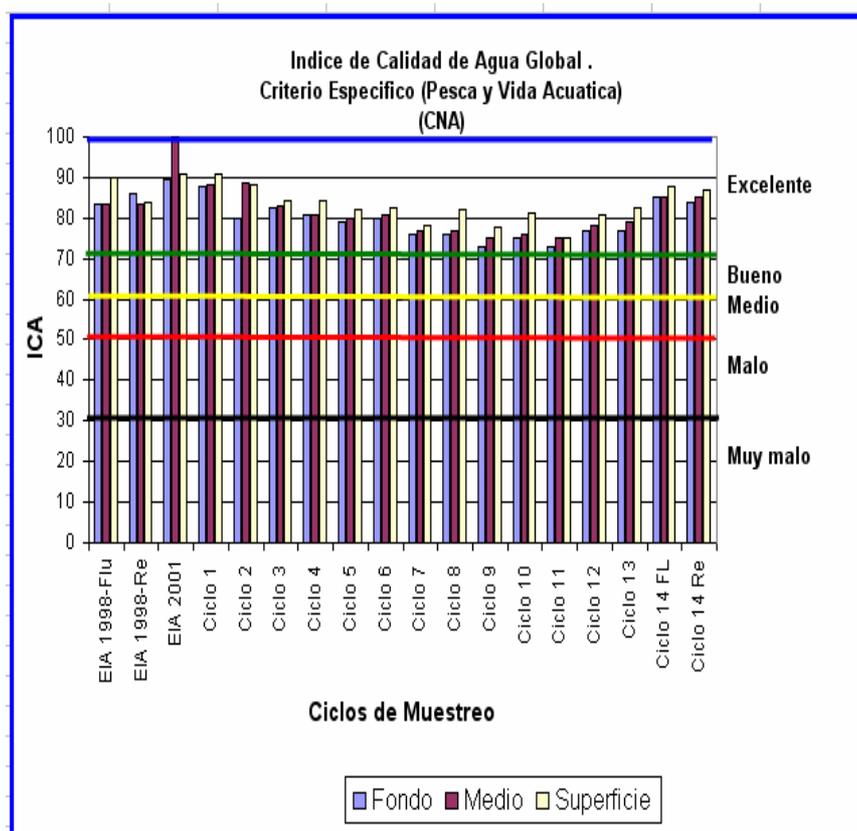
Los rangos de ICA Global encontrados en los diferentes niveles de profundidad fluctúan entre 72/100 a 90. /100 Con un ICA promedio de 81/100 que según la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua propuesto por la NSF clasifican a este parámetro como Bueno.

Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA 98/100 en [EIA-2001(Medio)] y el ICA mínimo de 69/100 en [MAE-2003(Ciclo 9) Fondo].

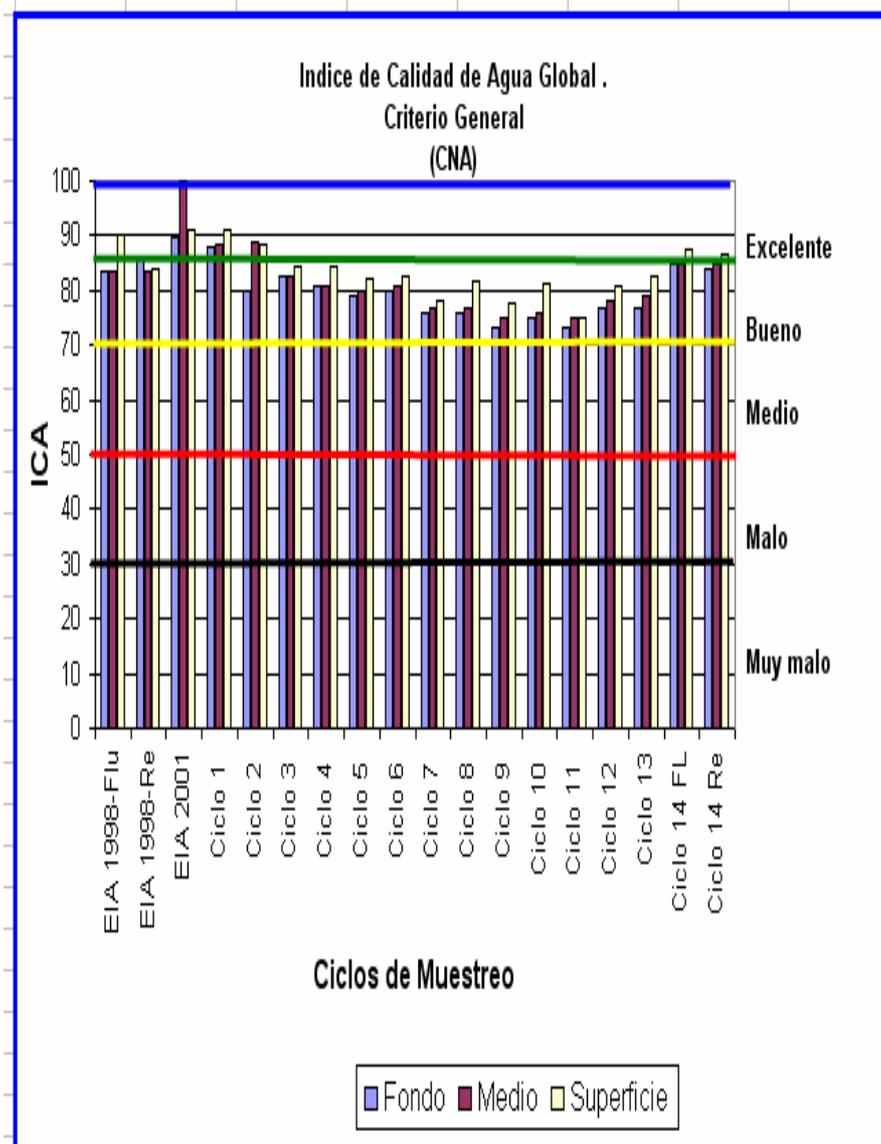
En general al contrastar las curvas del ICA Global en los tres niveles de profundidad (fondo, medio, superficie) el comportamiento del ICA para este parámetro no presenta variación relevante en su tendencia.

Fig. 3.62 Índice de Calidad de Agua Global. Criterio para Pesca y Vida Acuática (CNA)



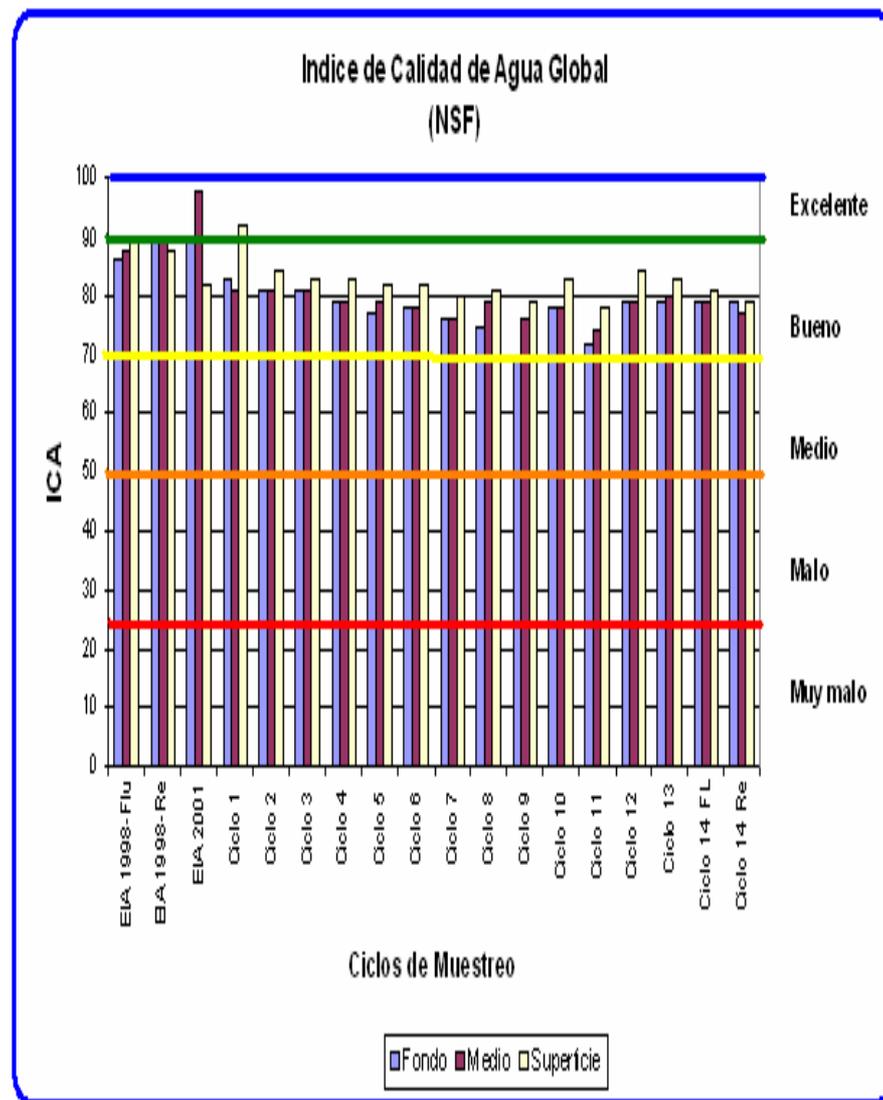
Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Fig. 3.63 Índice de Calidad de Agua Global. Criterio General (CNA)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Fig. 3.64 Índice de Calidad de Agua Global. Criterio General (NSF)



Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007

Tabla 3.1 Comparación entre Criterios de Calidad de Agua (CNA-General Vrs CNA-Específico).

Comparación entre Criterios de Calidad de Agua (CNA - General Vrs CNA- Especifico)				
		ICA GLOBAL - CNA		ICA PESCA Y VIDA ACUATICA - CNA
X	82	Aceptable		No Contaminado
Min	73	Aceptable		No Contaminado
Max	100	No Contaminado		No Contaminado
Rango	73 - 90	Aceptable	No Contaminado	No Contaminado

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007.

Tabla 3.2 Comparación entre Criterios de Calidad de Agua (NSF-General Vrs CNA Especifico).

Comparación entre Criterios de Calidad de Agua (NSF-General Vrs CNA-Específico)				
		ICA GLOBAL - NSF		ICA PESCA Y VIDA ACUATICA - CNA
X	81	Bueno		No Contaminado
Min	69	Medio		Aceptable
Max	98	Excelente		Excelente
Rango	72 - 90	Bueno	Excelente	No Contaminado

Elaborado por: Laura M. Aguayo, 2007.

CONCLUSIONES

1.] Durante las operaciones de dragado o mantenimiento existe una resuspensión temporal de sedimento que por acción de marea y corriente son transportados a lo largo del canal. El uso apropiado o la aplicación de ICA permiten obtener resultados de una manera eficaz, rápida y simplificada individual por parámetro o global, y determinar inmediatamente el declive de su calidad, con la finalidad de prevenir potenciales impactos en la producción bioacuática.

2.] Según el criterio general de calidad de agua propuesto por la Comisión Nacional del Agua de México el ICA promedio es de 82/100 que lo califica como aceptable. Al contrastar los resultados obtenidos con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática, el índice de calidad de agua es calificado como No Contaminado, por lo tanto las condiciones presentes en el cuerpo hídrico son Aceptable para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo del ICA, fue de 100/100 [EIA-2001-medio], y el valor mínimo de ICA es de 73/100, en [MAE-2003(Ciclo 9-fondo) MAE-2003(Ciclo 11-fondo)].

Los rangos de índice de calidad de agua ICA se mantuvieron constantes en los tres niveles de profundidad entre 70/100-90/100. Al contrastar los resultados obtenidos con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática, los índices obtenidos están en un rango de No Contaminado; es decir las condiciones presentes en cuanto calidad son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

3.] Según el criterio de calidad de agua propuesto por la Comisión Nacional de Saneamiento NSF el ICA promedio es de 81/100, que según esta escala califica al agua como Bueno. Al contrastar estos resultados con la Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad clasifican al agua como No Contaminados; es decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

En general todos los 18 Ciclos o Fechas de muestreo presentan una calidad Buena (Puesto que estos fluctuaban entre 69/100 a 98/100. Exceptuando [MAE 2003- Ciclo 1(Superficie)], que presenta aguas de Excelente calidad. Al contrastar estos resultados con Escala de Clasificación del Índice de Calidad de Agua para Pesca y Vida Acuática los índices de calidad para este parámetro clasifican al agua como No Contaminado; es

decir las condiciones presentes son aceptables para cualquier tipo de vida acuática.

El valor máximo ICA 98/100 en [EIA-2001(Medio)] y el ICA mínimo de 69/100 en [MAE-2003(Ciclo 9) Fondo].

4.] Los índices de calidad de agua obtenidos a partir de las metodologías propuestos por la Comisión Nacional del Agua de México y la Fundación Nacional de Sanidad de EE.UU, citada por Canter (1998) se constituyen en indicadores de contaminación a lo largo del curso del canal de acceso al Puerto Marítimo de Guayaquil.

5.] Los resultados a partir de este análisis podrían servir como una herramienta eficaz para la toma de decisiones, al identificar potenciales impactos ambientales, en un tiempo oportuno que permite determinar medidas de prevención respectivas, a través de un Plan de Manejo Ambiental, que cubra un periodo de muestreo anual (Época Seca y Lluviosa), con la finalidad de determinar las variaciones en el ciclo.

6.] La evaluación del ICA por parámetro individual tales como: oxígeno, pH, salinidad, Temperatura, DBO5, DQO5, nitritos, nitratos, fosfatos, conductividad; sirve para el control de estos

indicadores en un canal de navegación, que para este caso de estudio fue el Estero Salado, durante operaciones de dragado de mantenimiento. Permitted evaluar si este excedía o no el valor límite permisible establecido en la Legislación Ecuatoriana.

7.] Al comparar el ICA Global propuesta por La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF) versus el ICA Global (Fig. 3.52 VS Fig. 3.67), propuesta por Comisión Nacional del agua, se puede apreciar similitud en la tendencia de la grafica en general, lógicamente existe una variación poco significativa en las escalas. Esto se podría dar por los siguientes motivos:

- diferentes escalas de calificación individual por parámetro y global.
- calibración y adaptación de cada una de las metodologías empleadas a las condiciones propias de la zona de estudio.
- calibración y adaptación de cada una de las metodologías empleadas a las disponibilidades de la base de datos.

8.] El emplear la metodología propuesta por la Fundación Nacional del Agua (NSF) de los EE.UU., sirvió para reforzar e incrementar el grado de confiabilidad dados por los resultados

obtenidos mediante la evaluación realizada con la metodología propuesta por la Comisión Nacional del agua de México.

9.] La metodología propuesta por la Fundación Nacional del Agua (NSF) de los EE.UU., y la metodología propuesta por la Comisión Nacional del agua de México son compatibles para ser utilizados tanto en proyectos de investigación y caracterización de cuerpos hídricos, así como también en estudios de evaluación de impacto ambiental.

10.] El empleo o utilización de ambas metodologías son válidos, pues su grado de confiabilidad es de un 98%.

11.] Decidirse por una de las metodologías está básicamente limitado a la cantidad de los recursos económicos, materiales, y disponibilidad de datos.

12.] Es más factible emplear la metodología propuesta por la Fundación Nacional del Agua (NSF) de los EE.UU., pues el número de parámetros utilizados es menor (9 parámetros) lo cual se traduce como un ahorro de recursos materiales, económicos, al contrastar esta con la metodología propuesta por la Comisión Nacional del agua de México (18 parámetros).

RECOMENDACIONES

Realizar estudios integrados en los cuales se considere todos los parámetros necesarios para obtener un ICA GLOBAL con mayor grado de confiabilidad. Así como también incluir la posibilidad de adaptar esta metodología a la realidad propia de nuestro país, considerando para el efecto los análisis correspondientes para determinar las concentraciones de los Compuestos Orgánicos Persistentes (COP), prohibidos desde hace muchos años, pero aun utilizados en el Ecuador.

En base a los análisis realizados mediante el uso de el Índice de Calidad de Agua (ICA) obtenidos a través de los parámetros ambientales en la zona de muestreo de este estudio, sería posible determinar la pertinencia de la aplicación del Índice de Calidad Agua (ICA) vinculado a los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios según el Texto Unificado de Legislación Secundaria Ambiental, vigente en el Ecuador.

Emplear las metodologías utilizadas en este documento en proyectos de investigación y desarrollos en la ESPOL, así como también en actividades de control o mantenimiento de sistemas de producción en especies bioacuáticas.

- **SAWYER, CLAIR N; PERRY MC CARTY.** (1978). Chemistry for Environmental Engineering.3th Edition. Mc Graw-Hill Publishing Company.
- **TEBBUTT, T. H. Y.** (1990). Fundamentos de Control de la Calidad del Agua. Limusa, Noriega Editores. México. 239 p.
- **TEXTO,** (2002) Unificado de Legislación Secundaria Ambiental. Libro VI, Anexo I. Normas del recurso agua. Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
- **SEMARNAP,** (1999).Comisión Nacional del Agua. México.

A n e x o s

A n e x o I

**Datos de campos por
parámetro individual en sus
tres niveles de profundidad.**

Datos de campos por parámetro individual en sus tres niveles de profundidad

Ubicación	Estación	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Oxígeno Disuelto (mg/l)																
					Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	Promedio	Maximo
Boya 66	1			7.2	5.6	6.0	5.3	5.9	6.5	4.5	4.1	3.8	4.1	3.9	4.3	4.6	4.5	4.8	5.2	7.2	3.6
Estero Corveles	2	5.89	7.83	7.0	6.4	6.3	5.6	5.3	5.4	4.7	4.1	4.2	4.4	4.4	4.3	4.7	4.5	4.7	5.0	7.0	3.9
Boya 59	3	5.43	7.92	6.8	6.2	6.4	6.0	5.8	4.9	5.5	4.3	4.6	4.3	4.6	4.1	4.6	4.6	4.7	5.4	7.9	4.3
Estero Grande	4			7.2	6.4	6.1	5.7	6.2	4.1	5.3	4.2	4.8	4.7	3.9	4.5	4.6	5.1	4.7	5.2	7.0	3.9
Boya 48	5	6.25	7.26	7.7	6.6	6.9	6.0	5.6	6.3	5.2	4.4	4.7	3.6	4.8	5.2	5.7	5.7	5.2	5.6	7.8	4.4
Boya 39	6			6.7	5.9	6.4	6.3	5.9	5.7	5.8	4.8	4.4	4.7	4.7	5.3	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	6.7
Estero Sabana	7	5.89	6.34	6.7	6.0	6.8	6.3	6.0	5.3	5.8	5.7	4.7	5.1	4.8	5.2	5.4	5.2	5.3	5.7	5.7	4.7
Boya 33	8	5.7	7.7	6.6	6.5	6.4	6.5	6.1	6.4	5.6	5.4	5.2	4.7	5.4	5.4	5.4	6.4	4.8	5.8	7.7	4.7
Boya 12	9			7.5	7.5	6.4	6.5	6.4	6.4	5.4	5.4	5.2	4.7	5.1	5.4	5.6	5.1	4.7	5.6	7.5	4.7
Boya 6	10			7.2	7.2					5.3	5.6	5.1	5.3	4.9	5.2	5.1	5.3	4.9	5.6	7.2	4.9
Boya 7	11			7.0	7.0					5.2	5.5	5.3	6.1	4.5	5.3	6.1	4.5	5.6	7.0	4.5	4.5
Boya 2	12			7.0	7.0	6.5	6.7	6.7	6.5	5.4	5.9	6.4	5.9	4.7	5.4	5.9	6.4	5.9	5.9	4.7	4.7
Boya 1 Deposal	13			7.0	7.0	6.5	6.4	6.5	6.3	5.1	5.1	5.1	4.4	4.4	4.4	4.4	5.7	5.1	5.8	7.0	4.4
Boya 2 Deposal	14	5.4	7.8	7.2	6.9	6.4	6.2	6.2	6.2	5.4	5.1	4.6	4.7	4.6	4.6	5.2	6.1	4.8	5.5	6.5	4.0

Ubicación	Estación	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Oxígeno Disuelto (mg/l)																
					Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	Promedio	Maximo
Boya 66	1			6	5.3	6.2	6.1	5.9	5.8	4.8	4.8	4.2	4.9	3.7	4.1	4.8	4.4	4.7	5.1	6.2	3.7
Estero Corveles	2	5.89	7.83	7.1	6.8	6.5	5.8	5.2	5.5	4.6	4.6	4.2	4.4	3.9	5.1	4.5	4.2	5.1	5.3	7.6	3.9
Boya 59	3	5.43	7.92	7.1	5.7	6.2	5.8	5.8	4.9	5.3	4.3	4.7	4.1	4.3	5.1	4.5	4.2	5.1	5.4	7.9	4.0
Estero Grande	4			6.9	6.2	6.5	6.1	6.1	6.2	5.8	4.9	5.1	4.4	4.4	4.8	4.6	5.2	5.2	5.7	6.9	4.6
Boya 48	5	6.25	7.26	6.9	5.6	6.4	6.1	6.1	5.4	5.4	4.5	5.3	5.1	4.8	5.4	5.2	4.8	5.5	5.7	7.3	4.5
Boya 39	6			7.1	6.2	6.4	6.1	6.1	6.3	5.7	5.8	4.8	4.4	5.2	5.1	5.9	5.5	5.5	5.6	7.1	4.4
Estero Sabana	7	5.89	6.34	6.8	6.3	6.5	6.4	6.3	5.8	4.9	4.5	4.8	5.2	5.1	6.7	6.1	4.8	5.3	5.7	6.8	4.5
Boya 33	8	5.16	6.1	6.1	6.3	6.6	6.6	6.1	6.4	6.4	4.9	5.1	5.4	5.4	5.1	5.7	5.2	5.2	5.8	6.1	4.9
Boya 12	9			7.4	7.4								4.7	6.2	5.6	5.1	4.8	4.7	5.6	7.4	4.9
Boya 6	10			7.3	7.3								5.4	5.9	5.5	5.1	4.8	5.3	5.8	7.3	5.0
Boya 7	11			7.10	7.10	6.4	6.4	6.7	6.3	5.3	5.8	6.1	6.3	5.9	6.1	6.1	5.3	5.1	6.2	7.1	5.2
Boya 2	12			7	7	6.3	6.3	6.7	6.2	5.3	5.3	4.9	4.8	4.8	5.9	6.2	5.1	5.2	5.7	5.2	5.2
Boya 1 Deposal	13			7.5	7.5	6.4	6.4	6.7	6.2	5.5	5.1	4.7	4.8	4.8	5.1	5.2	4.8	4.8	5.8	7.0	4.8
Boya 2 Deposal	14	5.6	7.5	7.2	6.7	6.4	6.1	6.0	6.1	5.5	5.1	4.7	4.8	4.9	5.2	5.5	5.1	5.1	5.8	6.2	4.8

Ubicación	Estación	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Oxígeno Disuelto (mg/l)																
					Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	Promedio	Maximo
Boya 66	1			7.8	6.7	6.3	5.8	5.7	6.2	4.6	5.8	4.8	5.8	3.6	4.3	5.8	4.7	5.2	5.6	7.8	3.6
Estero Corveles	2	6.01	6.91	7.5	7.89	6.7	6.5	6.2	5.7	5.7	4.6	4.7	5.7	4.7	4.5	5.6	4.4	5.4	5.7	7.5	4.0
Boya 59	3	6.12	7.8	7.4	6.30	6.7	6.5	6.2	6.5	5.4	5.8	5.1	6.1	4.1	4.8	6.2	5.6	6.9	6.1	7.6	4.1
Estero Grande	4	6.35	7.85	7.4	6.5	6.6	6.5	6.1	6.3	4.6	6.1	6.1	5.7	3.8	5.6	6.1	5.4	6.1	6.0	7.9	3.8
Boya 48	5	6.81	7.91	7.91	7.3	6.2	6.7	5.9	6.9	5.6	6.4	5.6	6.4	4.9	6.2	6.2	5.8	5.8	6.2	7.9	4.8
Boya 39	6			7.2	6.7	6.7	6.7	6.8	6.8	6.7	6.3	6.2	5.8	5.3	6.6	6.1	5.5	5.2	6.1	7.2	5.2
Estero Sabana	7	5.53	7.54	7.0	6.5	7.3	6.6	6.6	6.5	6.6	6.5	6.8	6.2	5.4	6.3	6.3	5.6	5.5	6.2	7.5	5.2
Boya 33	8	6.57	8.06	6.66	6.2	6.7	6.6	6.8	6.4	5.7	6.2	5.5	5.8	5.9	6.1	6.2	6.6	5.6	6.3	8.1	5.5
Boya 12	9			7.2	7.2								4.9	6.7	6.6	5.9	5.9	5.5	6.1	7.2	4.8
Boya 6	10			7.2	7.2								5.4	6.7	6.4	6.4	5.9	5.5	6.1	7.2	5.0
Boya 7	11			7.10	7.10								5.4	5.8	5.8	7.1	6.2	5.3	6.1	7.1	5.0
Boya 2	12			7.10	7.10	6.59	6.8	6.8	6.3	6.2	6.2	6.2	4.8	5.6	5.5	7.2	6.2	5.9	6.3	7.2	5.8
Boya 1 Deposal	13			7.3	7.3	6.2	6.2	6.8	6.3	5.8	5.6	5.6	5.1	5.2	6.1	6.2	6.1	5.2	6.1	7.1	4.8
Boya 2 Deposal	14	6.4	7.5	7.2	6.7	6.6	6.6	6.4	6.4	5.5	6.0	5.4	5.8	4.8	5.7	6.2	6.6	5.1	5.8	6.2	4.8

Datos de campos por parámetro individual en sus tres niveles de profundidad

Ubicación	Estación	Medio			Superficie			Promedio	Máximo	Mínimo
		EIA 1995-Fu	EIA 1995-Ra	MAE 2004-Ciclo 14-Fu	EIA 1995-Fu	EIA 1995-Ra	MAE 2004-Ciclo 14-Fu			
Boya 68	1			0.88	0.41	0.36	0.41	0.89	1.04	0.32
Estero Conventro	2	1.07	1.76	0.17	0.21	0.21	0.21	0.45	0.88	0.17
Boya 69	3			0.69	0.34	0.26	0.26	0.89	1.78	0.26
Estero Grande	4			0.78	0.63	0.21	0.21	0.39	0.78	0.03
Boya 48	5	0.65	2.83	1.93	0.16	0.23	0.12	1.16	2.83	0.16
Boya 39	6			0.33	0.2	0.2	0.2	0.37	0.61	0.12
Estero Sabana Grande	7			0.33	0.12	0.09	0.09	0.14	0.23	0.03
Boya 33	8	1.44	1.76	0.33	0.22	0.22	0.11	0.78	1.76	0.11
Boya 12	9			0.81	0.61	0.22	0.22	0.57	0.72	0.61
Boya 9	10			0.61	0.61	0.61	0.62	0.62	0.62	0.61
Boya 7	11			0.28	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	0.28
Boya 2	12			0.28	0.12	0.12	0.12	0.23	0.28	0.12
Boya 1 Depósito	13			0.62	0.61	0.61	0.8	0.63	0.83	0.61
Boya 3 Depósito	14			0.61	0.28	0.28	0.36	0.42	0.61	0.26
		1.05	2.15	0.75	0.31	0.33	0.33	0.42	0.61	0.26

Ubicación	Estación	Medio			Superficie			Promedio	Máximo	Mínimo
		EIA 1995-Fu	EIA 1995-Ra	MAE 2004-Ciclo 14-Fu	EIA 1995-Fu	EIA 1995-Ra	MAE 2004-Ciclo 14-Fu			
Boya 65	1			1.03	0.32	0.36	0.36	0.56	1.03	0.32
Estero Conventro	2	1.06	2.64	1.03	0.36	0.42	0.42	1.14	2.64	0.36
Boya 69	3			1.22	0.38	0.41	0.41	1.26	2.31	0.38
Estero Grande	4			0.64	0.41	0.46	0.46	0.60	0.84	0.41
Boya 48	5	0.38	1.2	0.55	0.26	0.34	0.34	0.55	1.20	0.26
Boya 39	6			0.33	0.22	0.42	0.42	0.33	0.44	0.22
Estero Sabana Grande	7	0.63	2.55	0.48	0.28	0.18	0.18	0.66	2.55	0.18
Boya 33	8	0.45	1.73	0.40	0.21	0.16	0.16	0.60	1.73	0.16
Boya 12	9			0.71	0.46	0.51	0.51	0.56	0.71	0.46
Boya 9	10			0.67	0.67	0.67	0.67	0.76	0.87	0.67
Boya 7	11			0.60	1.23	0.60	1.23	0.60	1.23	0.60
Boya 2	12			0.41	0.41	0.41	0.41	0.49	0.65	0.41
Boya 1 Depósito	13			0.60	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
Boya 3 Depósito	14			0.79	0.77	0.66	0.66	0.81	0.87	0.77
		0.70	2.13	0.71	0.43	0.50	0.50	0.69	0.87	0.43

Ubicación	Estación	Medio			Superficie			Promedio	Máximo	Mínimo
		EIA 1995-Fu	EIA 1995-Ra	MAE 2004-Ciclo 14-Fu	EIA 1995-Fu	EIA 1995-Ra	MAE 2004-Ciclo 14-Fu			
Boya 68	1			0.96	0.17	0.17	0.17	0.45	0.96	0.17
Estero Conventro	2	0.26	2.21	0.27	0.34	0.26	0.26	0.69	2.21	0.21
Boya 69	3			2.83	0.64	0.32	0.32	1.12	2.83	0.32
Estero Grande	4	0.41	5.3	0.46	0.36	0.42	0.42	1.46	5.30	0.36
Boya 48	5	0.13	0.81	0.60	0.1	0.31	0.31	0.39	0.81	0.10
Boya 39	6			0.17	0.17	0.29	0.29	0.23	0.29	0.17
Estero Sabana Grande	7	0.71	5.3	0.50	0.14	0.22	0.14	1.37	5.30	0.14
Boya 33	8	0.45	1.68	4.87	0.16	0.08	0.08	1.45	4.87	0.08
Boya 12	9			0.63	0.44	0.47	0.47	0.59	0.63	0.44
Boya 9	10			0.64	0.67	0.64	0.64	0.76	0.84	0.67
Boya 7	11			0.64	1.4	0.62	1.4	0.60	1.40	0.62
Boya 2	12			0.32	0.34	0.33	0.34	0.33	0.34	0.33
Boya 3 Depósito	13			0.18	0.43	0.18	0.41	0.30	0.43	0.18

Datos de campos por parámetro individual en sus tres niveles de profundidad.

Estación	Categoría: Campos (Superficie)														
	CA 1001	CA 1002	CA 1003	CA 1004	CA 1005	CA 1006	CA 1007	CA 1008	CA 1009	CA 1010	CA 1011	CA 1012	CA 1013	CA 1014	CA 1015
1	1860	1860	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816	1816
2	1870	1870	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826	1826
3	1880	1880	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836	1836
4	1890	1890	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846	1846
5	1900	1900	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856	1856
6	1910	1910	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866
7	1920	1920	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876	1876
8	1930	1930	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886	1886
9	1940	1940	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896	1896
10	1950	1950	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906	1906
11	1960	1960	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916	1916
12	1970	1970	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926	1926
13	1980	1980	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936	1936
14	1990	1990	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946	1946
15	2000	2000	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956	1956
16	2010	2010	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966	1966
17	2020	2020	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976	1976
18	2030	2030	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986	1986
19	2040	2040	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996	1996
20	2050	2050	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006	2006

Estación	Categoría: Campos (Superficie)														
	CA 1001	CA 1002	CA 1003	CA 1004	CA 1005	CA 1006	CA 1007	CA 1008	CA 1009	CA 1010	CA 1011	CA 1012	CA 1013	CA 1014	CA 1015
1	2060	2060	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
2	2070	2070	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026	2026
3	2080	2080	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036	2036
4	2090	2090	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046	2046
5	2100	2100	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056
6	2110	2110	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066	2066
7	2120	2120	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076	2076
8	2130	2130	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086	2086
9	2140	2140	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096	2096
10	2150	2150	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106	2106
11	2160	2160	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116	2116
12	2170	2170	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126	2126
13	2180	2180	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136	2136
14	2190	2190	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146	2146
15	2200	2200	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156	2156
16	2210	2210	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166	2166
17	2220	2220	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176	2176
18	2230	2230	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186	2186
19	2240	2240	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196	2196
20	2250	2250	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206	2206

Estación	Categoría: Campos (Superficie)														
	CA 1001	CA 1002	CA 1003	CA 1004	CA 1005	CA 1006	CA 1007	CA 1008	CA 1009	CA 1010	CA 1011	CA 1012	CA 1013	CA 1014	CA 1015
1	2260	2260	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216	2216
2	2270	2270	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226	2226
3	2280	2280	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236	2236
4	2290	2290	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246	2246
5	2300	2300	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256	2256
6	2310	2310	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266	2266
7	2320	2320	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276	2276
8	2330	2330	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286	2286
9	2340	2340	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296	2296
10	2350	2350	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306	2306
11	2360	2360	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316	2316
12	2370	2370	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326	2326
13	2380	2380	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336	2336
14	2390	2390	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346	2346
15	2400	2400	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356	2356
16	2410	2410	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366	2366
17	2420	2420	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376	2376
18	2430	2430	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386	2386
19	2440	2440	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396	2396
20	2450	2450	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406	2406

Datos de campos por parámetro individual en sus tres niveles de profundidad.

Turbidez (NTU)

Ubicación	Estación	Fondo														Promedio	Máximo	Mínimo				
		EIA 1988-Fu	EIA 1988-AP	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11				Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 EL	Ciclo 14 BS
Bay 08	1				85	22	427	181	547	1300	1300	240	25	170	37	50	225	10.8	210	1300	6	
Limon Colorado	2				11	8	300	100	298	270	78	65	17	120	23	70	48.1	48	48	300	6	
Bay 09	3				85	11	300	100	298	270	78	65	17	120	23	70	48.1	48	48	300	6	
Bay 10	4				270	160	85	85	136	700	500	1100	24	370	27	340	170	160	1100	20		
Bay 11	5				33.7	40	752	171	411	655	252	337	78	400	160	307	160	63.3	241	750	34	
Bay 12	6				71.8	50	280	160	350	304	307	160	24	160	40	70	204	14	204	650	14	
Bay 13	7				370	100	340	250	254	221	110	130	65	340	100	170	55.8	100	650	55		
Bay 14	8				32.8	80	160	60	181	48.3	170	210	52	348	42	40	46.8	45	40	527	20	
Bay 15	9				60	110	180	60	155	34.2	50	100	62	70	13	34	170	40	124	527	34	
Bay 16	10				14									20	5.3	32	17	40	32	70	13	
Bay 17	11													30	5.3	38	16	40	33	86	8	
Bay 18	12													50	22	38	13	50	33	86	8	
Bay 19	13													81	9.2	3.8	2.3	81	33	86	11	
Bay 20	14													85	15	36	8.2	72	72	280	2	
Bay 21	15													95	17	32	14	70	68	270	13	
Bay 22	16													197	42	73	42	68	126	270	13	
Bay 23	17													47								
Bay 24	18													349								
Bay 25	19													173.8								
Bay 26	20													47								
Bay 27	21													197								
Bay 28	22													197								
Bay 29	23													197								
Bay 30	24													197								
Bay 31	25													197								
Bay 32	26													197								
Bay 33	27													197								
Bay 34	28													197								
Bay 35	29													197								
Bay 36	30													197								
Bay 37	31													197								
Bay 38	32													197								
Bay 39	33													197								
Bay 40	34													197								
Bay 41	35													197								
Bay 42	36													197								
Bay 43	37													197								
Bay 44	38													197								
Bay 45	39													197								
Bay 46	40													197								
Bay 47	41													197								
Bay 48	42													197								
Bay 49	43													197								
Bay 50	44													197								
Bay 51	45													197								
Bay 52	46													197								
Bay 53	47													197								
Bay 54	48													197								
Bay 55	49													197								
Bay 56	50													197								
Bay 57	51													197								
Bay 58	52													197								
Bay 59	53													197								
Bay 60	54													197								
Bay 61	55													197								
Bay 62	56													197								
Bay 63	57													197								
Bay 64	58													197								
Bay 65	59													197								
Bay 66	60													197								
Bay 67	61													197								
Bay 68	62													197								
Bay 69	63													197								
Bay 70	64													197								
Bay 71	65													197								
Bay 72	66													197								
Bay 73	67													197								
Bay 74	68													197								
Bay 75	69													197								
Bay 76	70													197								
Bay 77	71													197								
Bay 78	72													197								
Bay 79	73													197								
Bay 80	74													197								
Bay 81	75													197								
Bay 82	76													197								
Bay 83	77													197								
Bay 84	78													197								
Bay 85	79													197								
Bay 86	80													197								
Bay 87	81													197								
Bay 88	82													197								
Bay 89	83													197								
Bay 90	84													197								
Bay 91	85													197								
Bay 92	86													197								
Bay 93	87													197								
Bay 94	88													197								
Bay 95	89													197								
Bay 96	90													197								
Bay 97	91													197								
Bay 98	92													197								
Bay 99	93													197								
Bay 100	94													197								
Bay 101	95													197								
Bay 102	96													197								
Bay 103	97													197								
Bay 104	98													197								
Bay 105	99													197								
Bay 106	100													197								
Bay 107	101													197								
Bay 108	102													197								
Bay 109	103													197								
Bay 110	104													197								
Bay 111	105		</																			

Datos de campos por parámetro In:

Nitratos (mg/l)										
Ubicación	Estación	EIA 1992-Flujo	EIA 1998-Ne	EIA 2001	MAE 2003-Ciclo 11	MAE 2004-Ciclo 14-Flu	MAE 2004-Ciclo 14-Ne	Promedio	Maximo	Minimo
Bosch 66	1				0.4	0.9	0.9	0.8	0.9	0.8
Estero Comensal	2				0.9	0.6	0.6	0.6	1.0	0.5
Bosch 68	1	0.00	1.3	0.1	0.9	0.9	0.6	0.7	1.3	0.5
Estero Drieda	2				0.7	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7
Bosch 68	3	0.02	0.7	0.1	0.8	0.5	0.8	0.4	0.7	0.0
Bosch 36	2				0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
Estero Bahama 01	7				0.8	0.3	0.4	0.4	0.8	0.3
Bosch 33	2	0.01	1.0	0.5	0.6	0.6	0.5	0.5	1.0	0.0
Bosch 12	9				0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.2
Bosch 9	10				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bosch 7	11				0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2
Bosch 2	12				0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3
Bosch 1	13				0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4
Bosch 2 Desahío	14	0.02	1.0	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2

Nitratos (mg/l)										
Ubicación	Estación	LUA 1992-Flujo	EIA 1998-Ne	LUA 2001	MAE 2003-Ciclo 11	MAE 2004-Ciclo 14-Flu	MAE 2004-Ciclo 14-Ne	Promedio	Maximo	Minimo
Bosch 66	1				0.8	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8
Estero Comensal	2	0.05	1.4		0.8	0.8	0.9	0.8	1.4	0.8
Bosch 68	1	0.01	1.0		0.9	1.0	1.0	0.8	1.0	0.6
Estero Drieda	2				0.1	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7
Bosch 68	3	0.01	0.6		0.9	0.6	0.7	0.5	0.7	0.6
Bosch 36	2				0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
Estero Bahama 01	7	0.06	0.8		0.2	0.4	0.5	0.4	0.8	0.1
Bosch 33	2	0.01	0.7		0.4	0.6	0.7	0.5	0.7	0.0
Bosch 12	9				0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2
Bosch 9	10				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bosch 7	11				0.2	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2
Bosch 2	12				0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.1
Bosch 1	13				0.4	0.5	0.6	0.4	0.6	0.4
Bosch 2 Desahío	14	0.02	1.0	0.2	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2

Nitratos (mg/l)										
Ubicación	Estación	EIA 1992-Flujo	EIA 1998-Ne	EIA 2001	MAE 2003	MAE 2004-Ciclo 14-Flu	MAE 2004-Ciclo 14-Ne	Promedio	Maximo	Minimo
Bosch 66	1				0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Estero Comensal	2	0.02	1.31		0.7	0.7	0.7	0.7	1.31	0.62
Bosch 68	1	0.02	0.85	0.1	0.8	0.8	0.72	0.72	0.85	0.62
Estero Drieda	2				0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Bosch 68	3	0.02	0.52	0.1	0.7	0.52	0.52	0.52	0.7	0.0
Bosch 36	2				0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Estero Bahama 01	7	0.03	0.72		0.5	0.5	0.5	0.5	0.72	0.3
Bosch 33	2	0.01	0.65	1.1	0.4	0.59	0.63	0.63	1.1	0.61
Bosch 12	9				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Bosch 9	10				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bosch 7	11				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bosch 2	12				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bosch 1	13				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Bosch 2 Desahío	14	0.02	0.61	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.61	0.2

Datos de campos por parametro individual en sus tres niveles de profundidad.

Ubicación	Estacion	Fondos (mg/l)						Promedio	Maximo	Minimo
		EIA 1998-Flu	EIA 1998-Rr	EIA 2001	MAE 2003-Ciclo 1	MAE 2004-Ciclo 14-Flu	MAE 2004-Ciclo 14-Rr			
Estn 05	1					0.14	0.18	0.23	0.14	
Estn 06	2					0.18	0.23	0.28	0.14	
Estn 07	3	0.32	0.14	0.20		0.18	0.23	0.28	0.11	
Estn 08	4					0.14	0.18	0.23	0.13	
Estn 09	5	0.41	0.22	0.28		0.12	0.22	0.41	0.11	
Estn 10	6					0.39	0.18	0.27	0.39	
Estn 11	7					0.27	0.23	0.27	0.13	
Estn 12	8	0.26	0.27	0.35		0.15	0.22	0.35	0.12	
Estn 13	9					0.16	0.10	0.16	0.08	
Estn 14	10					0.05	0.05	0.05	0.05	
Estn 15	11					0.25	0.13	0.16	0.05	
Estn 16	12					0.09	0.11	0.15	0.08	
Estn 17	13					0.27	0.15	0.27	0.05	
Estn 18	14					0.21	0.14	0.24	0.07	
Estn 19	15	0.34	0.21	0.30		0.14	0.12	0.21	0.07	

Ubicación	Estacion	Fondos (mg/l)						Promedio	Maximo	Minimo
		EIA 1998-Flu	EIA 1998-Rr	EIA 2001	MAE 2003-Ciclo 1	MAE 2004-Ciclo 14-Flu	MAE 2004-Ciclo 14-Rr			
Estn 05	1					0.27	0.19	0.27	0.13	
Estn 06	2	0.31	0.15			0.23	0.22	0.31	0.11	
Estn 07	3	0.31	0.13			0.21	0.18	0.31	0.11	
Estn 08	4					0.15	0.20	0.20	0.12	
Estn 09	5	0.38	0.21			0.12	0.10	0.38	0.10	
Estn 10	6					0.22	0.14	0.20	0.14	
Estn 11	7	0.32	0.21			0.32	0.24	0.32	0.19	
Estn 12	8	0.27	0.21			0.12	0.15	0.27	0.12	
Estn 13	9					0.19	0.09	0.11	0.05	
Estn 14	10					0.05	0.05	0.05	0.05	
Estn 15	11					0.11	0.19	0.15	0.11	
Estn 16	12					0.09	0.11	0.14	0.06	
Estn 17	13					0.25	0.05	0.12	0.05	
Estn 18	14					0.23	0.13	0.16	0.11	
Estn 19	15	0.31	0.20			0.20	0.12	0.23	0.11	

Ubicación	Estacion	Superficie						Promedio	Maximo	Minimo
		EIA 1998-Flu	EIA 1998-Rr	EIA 2001	MAE 2003-Ciclo 1	MAE 2004-Ciclo 14-Flu	MAE 2004-Ciclo 14-Rr			
Estn 05	1					0.39	0.11	0.18	0.11	
Estn 06	2	0.33	0.14			0.25	0.05	0.18	0.20	
Estn 07	3	0.28	0.12	0.20		0.30	0.11	0.18	0.39	
Estn 08	4	0.23				0.29	0.10	0.13	0.10	
Estn 09	5	0.11	0.20			0.16	0.04	0.18	0.26	
Estn 10	6					0.21	0.10	0.14	0.21	
Estn 11	7	0.24	0.21			0.18	0.11	0.23	0.41	
Estn 12	8	0.24	0.22			0.13	0.12	0.18	0.12	
Estn 13	9					0.18	0.05	0.13	0.25	
Estn 14	10					0.18	0.05	0.13	0.18	
Estn 15	11					0.12	0.05	0.05	0.05	
Estn 16	12					0.12	0.05	0.12	0.12	
Estn 17	13					0.05	0.05	0.05	0.05	
Estn 18	14					0.23	0.11	0.14	0.23	
Estn 19	15	0.24	0.16	0.24		0.23	0.08	0.14	0.23	

Datos de campos por parametro i

Ubicacion	Estacion	Nitratos (mg/l)							
		Fondo							
		EIA 1998-Fiu	EIA 1998-Rc	EIA 2001	MAE 2004-Ciclo 14-Fiu	MAE 2004-Ciclo 14-Re	Promedio	Maximo	Minimo
Estac 05	1				0.04	0.07	0.60	0.07	0.04
Estac 06	2				0.04	0.07	0.58	0.07	0.04
Estac 07	3	1.58	0.02	0.03	0.02	0.02	0.28	1.58	0.02
Estac 08	4				0.02	0.03	0.02	0.03	0.02
Estac 09	5	1.62	0.01	0.01	0.03	0.03	0.34	1.62	0.01
Estac 10	6				0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Estac 11	7	1.25	0.02	0.01	0.03	0.03	0.25	1.32	0.02
Estac 12	8				0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Estac 13	9				0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Estac 14	10				0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 15	11				0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 16	12				0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 17	13				0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Estac 18	14				0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 19	15	1.52	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02
Estac 20	16				0.02	0.03	0.03	0.03	0.01

Ubicacion	Estacion	Nitratos (mg/l)							
		Medio							
		EIA 1998-Fiu	EIA 1998-Rc	EIA 2001	MAE 2004-Ciclo 14-Fiu	MAE 2004-Ciclo 14-Re	Promedio	Maximo	Minimo
Estac 05	1				0.05	0.04	0.60	0.04	0.05
Estac 06	2	1.63	0.07		0.06	0.06	0.37	1.63	0.04
Estac 07	3	1.47	0.01		0.02	0.03	1.47	0.01	0.02
Estac 08	4				0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
Estac 09	5	1.83	0.01		0.02	0.03	1.83	0.01	0.01
Estac 10	6	0.02			0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Estac 11	7	1.28	0.06		0.05	0.02	0.26	1.26	0.02
Estac 12	8	1.11	0.01		0.03	0.03	0.24	1.11	0.01
Estac 13	9				0.01	0.03	0.02	0.03	0.02
Estac 14	10				0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 15	11				0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Estac 16	12				0.01	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 17	13				0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
Estac 18	14	1.23	0.03		0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 19	15				0.03	0.03	0.13	0.03	0.01

Ubicacion	Estacion	Nitratos (mg/l)							
		Superficie							
		EIA 1998-Fiu	EIA 1998-Rc	EIA 2001	MAE 2004-Ciclo 14-Fiu	MAE 2004-Ciclo 14-Re-Fiu	Promedio	Maximo	Minimo
Estac 05	1				0.05	0.03	0.08	0.05	0.05
Estac 06	2	1.02	0.07		0.05	0.03	0.39	1.02	0.04
Estac 07	3	1.31	0.01	0.0	0.02	0.02	0.23	1.31	0.01
Estac 08	4	1.38			0.02	0.03	0.25	1.38	0.02
Estac 09	5	1.11	0.01	0.01	0.02	0.03	0.20	1.11	0.01
Estac 10	6	0.02			0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Estac 11	7	1.03	0.05		0.03	0.02	0.24	1.04	0.01
Estac 12	8	0.97	0.01	0.01	0.03	0.03	0.15	0.97	0.01
Estac 13	9				0.02	0.03	0.02	0.03	0.02
Estac 14	10				0.02	0.03	0.02	0.03	0.02
Estac 15	11	1.01			0.02	0.01	0.02	1.01	0.01
Estac 16	12	0.81			0.02	0.02	0.02	0.81	0.01
Estac 17	13	0.81			0.02	0.02	0.02	0.81	0.01
Estac 18	14	1.24	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Estac 19	15				0.02	0.03	0.12	0.02	0.01

Amonio (mg/l)									
Fondo									
Ubicación	Estación	EIA 1998-Fuj	EIA 1998-Nc	MAE 2003	MAE 2004-Ciclo 14-Fiu	MAE 2004-Ciclo 14-Rc	Promedio	Maximo	Minimo
Estn 01	1			0.47	0.36	0.34	0.42	0.42	0.34
Estn 02	2			0.53	0.47	0.45	0.46	0.53	0.47
Estn 03	3			0.19	0.63	0.49	0.37	0.38	0.63
Estn 04	4	0.65		0.60	0.37	0.30	0.55	0.38	0.50
Estn 05	5	0.67		0.37	0.50	0.45	0.49	0.37	0.50
Estn 06	6			0.42	0.44	0.45	0.44	0.45	0.44
Estn 07	7			0.41	0.35	0.32	0.35	0.41	0.32
Estn 08	8			0.51	0.40	0.50	0.45	0.51	0.48
Estn 09	9			0.84	0.87	0.85	0.88	0.86	0.84
Estn 10	10			0.22	0.21	0.22	0.21	0.22	0.21
Estn 11	11			0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.21
Estn 12	12			0.53	0.30	0.43	0.44	0.50	0.32
Estn 13	13			0.77	0.70	0.81	0.69	0.81	0.65
Estn 14	14			0.78	0.81	0.84	0.78	0.81	0.77
Estn 2 - Promedio			0.81	0.78	0.64	0.68	0.78	0.81	0.77
Estn 2 - Maximo				0.90	0.68	0.66	0.80	0.81	0.74

Amonio (mg/l)									
Usos									
Ubicación	Estación	EIA 1998-Fuj	EIA 1998-Nc	MAE 2003	MAE 2004-Ciclo 14-Fiu	MAE 2004-Ciclo 14-Rc	Promedio	Maximo	Minimo
Estn 01	1			0.42	0.37	0.42	0.36	0.46	0.37
Estn 02	2		0.59	0.43	0.48	0.42	0.46	0.59	0.40
Estn 03	3			0.37	0.53	0.52	0.54	0.37	0.52
Estn 04	4			0.47	0.33	0.50	0.52	0.50	0.47
Estn 05	5			0.35	0.32	0.35	0.34	0.35	0.32
Estn 06	6			0.44	0.42	0.48	0.43	0.45	0.42
Estn 07	7			0.37	0.33	0.33	0.35	0.37	0.33
Estn 08	8			0.20	0.47	0.50	0.48	0.50	0.47
Estn 09	9			0.84	0.38	0.50	0.87	0.80	0.84
Estn 10	10			0.25	0.23	0.23	0.25	0.25	0.22
Estn 11	11			0.37	0.56	0.56	0.56	0.66	0.37
Estn 12	12			0.81	0.84	0.87	0.81	0.87	0.81
Estn 13	13			0.73	0.81	0.83	0.74	0.83	0.72
Estn 14	14			0.75	0.81	0.81	0.75	0.83	0.72
Estn 2 - Promedio			0.59	0.75	0.60	0.61	0.62	0.61	0.74
Estn 2 - Maximo				0.84	0.48	0.61	0.80	0.81	0.74

Amonio (mg/l)									
Superficie									
Ubicación	Estación	EIA 1998-Fuj	EIA 1998-Nc	MAE 2003	MAE 2004-Ciclo 14-Fiu	MAE 2004-Ciclo 14-Rc	Promedio	Maximo	Minimo
Estn 01	1			0.36	0.30	0.30	0.33	0.36	0.30
Estn 02	2			0.41	0.37	0.37	0.37	0.51	0.30
Estn 03	3	0.85		0.48	0.44	0.46	0.50	1.26	0.44
Estn 04	4	1.20		0.48	0.54	0.54	0.53	0.59	0.40
Estn 05	5	0.50		0.46	0.32	0.31	0.32	0.55	0.25
Estn 06	6	0.30		0.40	0.39	0.31	0.32	0.44	0.25
Estn 07	7			0.42	0.43	0.44	0.42	0.44	0.40
Estn 08	8			0.32	0.31	0.33	0.30	0.35	0.31
Estn 09	9			0.42	0.40	0.43	0.42	0.43	0.40
Estn 10	10			0.42	0.40	0.45	0.42	0.45	0.40
Estn 11	11			0.61	0.65	0.65	0.65	0.71	0.61
Estn 12	12			0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Estn 13	13			0.89	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Estn 14	14			0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Estn 2 - Promedio			0.76	0.65	0.60	0.60	0.60	0.60	0.74
Estn 2 - Maximo				0.85	0.55	0.61	0.87	0.87	0.74

DQO (mg/l)						
Fuentes						
Ubicación	Estación	NAE 2004.Ciclo 14-Fu	NAE 2004.Ciclo 14-Ref	NAE 2004.Ciclo 14-He	Promedio	Maximo
Tray 18	1	512.2	512.7	512.5	512.7	512.2
Baño Comunal	2	620.0	543.7	581.0	620.0	543.7
Tray 9	3	476.2	487.6	482.1	487.6	476.2
Estero Grande	4	626.6	520.6	483.7	520.6	483.7
Tray 15	5	455.0	531.9	539.4	531.9	455.0
Tray 19	6	385.4	441.9	413.4	441.9	385.4
Estero Estero Grande	7	500.0	411.9	400.5	500.0	411.9
Tray 33	8	576.2	534.8	605.4	576.2	534.8
Tray 12	9	837.9	512.4	379.2	837.9	512.4
Tray 5	10	560.5	534.4	547.3	560.5	534.4
Tray 7	11	650.0	624.3	671.7	650.0	624.3
Tray 2	12	603.6	979.3	808.3	603.6	979.3
Estero 1 Desplazado	13	744.9	350.5	452.7	744.9	350.5
Tray 2 Desplazado	14	507.5	441.8	588.7	507.5	441.8
		470.7	510.6	574.8		

DQO (mg/l)						
Medio						
Ubicación	Estación	NAE 2004.Ciclo 14-Fu	NAE 2004.Ciclo 14-Ref	NAE 2004.Ciclo 14-He	Promedio	Maximo
Tray 18	1	517.5	538	537.5	537.5	537.5
Estero Comunal	2	837.5	662	660.0	837.5	660.0
Tray 9	3	512.5	513	512.5	512.5	512.5
Estero Grande	4	612.5	488	500.0	612.5	487.5
Tray 15	5	487.5	131.5	600.0	487.5	131.5
Tray 19	6	612.5	363	487.5	612.5	362.5
Estero Estero Grande	7	507.5	413	500.0	507.5	413.5
Tray 33	8	587.5	663	651.0	587.5	662.5
Tray 12	9	612.5	538	513.0	612.5	537.5
Tray 5	10	837.5	530	540.5	837.5	537.5
Tray 7	11	663	613	613.5	663	612.5
Tray 2	12	612.5	618	650.0	612.5	612.5
Tray 1 Desplazado	13	737.5	360	452.9	737.5	367.5
Tray 2 Desplazado	14	507.5	463	572.0	507.5	467.5
		501.1	503.2	592.1		

DQO (mg/l)						
Superficie						
Ubicación	Estación	NAE 2004.Ciclo 14-Fu	NAE 2004.Ciclo 14-Ref	NAE 2004.Ciclo 14-He	Promedio	Maximo
Tray 18	1	565.1	559	547.0	565.1	503.1
Baño Comunal	2	613.6	562	543.0	613.6	560.4
Tray 9	3	430.0	482	443.0	430.0	438.6
Estero Grande	4	607.1	476	481.3	607.1	474.8
Tray 15	5	485.0	1770	481.4	485.0	485.0
Tray 19	6	605.0	531	461.3	605.0	531.2
Estero Estero Grande	7	507	635	483.8	507.0	400.0
Tray 33	8	577.4	655	611.4	577.4	611.8
Tray 12	9	523.4	525	553.3	523.4	524.0
Tray 5	10	350.7	519	332.6	350.7	358.7
Tray 7	11	843.8	620	833.3	843.8	623.0
Tray 2	12	847.5	591	606.2	847.5	587.5
Tray 1 Desplazado	13	700.1	360	424.7	700.1	348.2
Tray 2 Desplazado	14	530.0	407	563.7	530.0	408.8
		571.6	571.6	571.6		

A n e x o I I

**Índice de Calidad de Agua por
parámetros según la Comisión
Nacional del Agua. México
(1999).**

A n e x o II

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua, México (1999).

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua

Turberías

Nivel	Turberías														x	min	max				
	EIA 1998-Fiu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11				Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re
Fondo	65.2	100	100	50.2	50.2	48.6	33.3	41.6	37.8	37.3	43.1	40.5	46.8	42.2	55.5	55.5	55.5	48.3	53.0	100.0	
Medio	100	100	100	60.9	53.5	54.3	40.8	47.2	46.4	41.1	48.6	49.2	58.6	46.1	58.5	54.7	54.7	54	59.4	100.0	
Superficie	100	100	100	67.7	63.1	59.6	49.4	53.9	53.6	56.8	54.1	58.8	67.3	49.5	69.4	61.9	66.7	62.2	66.3	49.4	100.0

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua

Nitratos

Nivel	Nitratos														x	min	max				
	EIA 1998-Fiu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11				Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re
Fondo	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
Medio	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0
Superficie	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.0	100.0	100.0

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua

Fosfatos

Nivel	Fosfatos														x	min	max				
	EIA 1998-Fiu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11				Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re
Fondo	53.2	70.1	59.5	70.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92.2	84.5	93.7	90.2	55.2	100.0
Medio	55.6	71.7	100	71.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84.5	93.7	93.2	58.6	100.0
Superficie	66	75.3	66	67.3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.4	100	92.7	65.0	100.0

A n e x o II

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua, México (1999).

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua

Nivel	O ₂														x	min				
	EIA 1988-Flu	EIA 1988-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11			Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 Flu	Ciclo 14 Re
Fondo	55.4	86	88.6	84.9	73.8	78.7	76.3	72.6	76.3	66.4	62.7	56.8	57.8	56.8	62.7	63.35	64	60.3	70.2	50.6
Medio	72.5	92.3	0	84.9	75	78.7	75	73.8	75	67.7	62.7	57.8	56.1	60.3	64	67.7	62.7	62.7	66.2	50.6
Superficie	78.7	92.3	89.8	88.6	82.4	81.2	73.8	78.7	73.8	67.7	62.7	61.5	71.4	60.3	70.1	76.3	68.9	67.7	75.8	50.6

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua

Nivel	DSS														x	min				
	EIA 1988-Flu	EIA 1988-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11			Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 Flu	Ciclo 14 Re
Fondo	100.0	72.1	100	108	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.5	72.1
Medio	100	72.1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	96.5	72.1
Superficie	100	57	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97.6	57.0

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua

Nivel	PH														x	min				
	EIA 1988-Flu	EIA 1988-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11			Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 Flu	Ciclo 14 Re
Fondo	100.0	112.7	92	86	92	86	112.7	98.4	92	86	92	92	86	80.4	88	84	75.2	70.3	80.2	70.3
Medio	100	92	2.8	86	92	86	112.7	88.4	86.4	80.4	105.3	92	92	80.4	92	80.4	80.4	75.2	85.9	70.3
Superficie	100	105.3	92	86	92	86	112.7	105.3	92	80.4	105.3	96.4	86	80.4	92	80.4	80.4	75.2	92.3	70.3

A n e x o II

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Comisión Nacional del Agua: México (1999).

Unidad de medida de agua por parámetro: mg/L. Fuente: CNA (1999)

Sólidos Suspendedos

Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	#	min	max
Fondo	34.5	96	100	44	35.8	58.8	26.0	30.4	25.5	22.9	30.9	28.5	45	33.6	43.7	53.1	82.5	45.7	45.0	22.9	100.0
Medio	34.5	0	44	35.2	52.5	35.6	30.4	30.4	33.4	34.8	38.7	39	42.8	28.6	45.8	55.7	52.8	45.4	38.9	0.0	53.9
Superficie	75.7	75.7	100	92.4	100	60.2	56.7	48.5	41.1	47.7	45.9	51.5	81.0	45.7	54.6	65.4	59.4	51.6	51.9	35.7	150.0

Unidad de medida de agua por parámetro: mg/L. Fuente: CNA (1999)

Sólidos Disueltos

Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	#	min	max
Fondo	100.0	72.1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15.1	0.0	100.0
Medio	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11.1	0.0	100.0
Superficie	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16.7	0.0	100.0

Unidad de medida de agua por parámetro: mg/L. Fuente: CNA (1999)

Conductividad Eléctrica

Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	#	min	max
Fondo	100.0	112.7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.7	100.0	113.7
Medio	100	2.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	94.6	2.9	100.0
Superficie	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100.4	100.0	100.0

A n e x o III

**Índice de Calidad de Agua por
parámetros según la Fundación
Nacional de Sanidad (NSF).
EE.UU**

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF). EE.UU

INDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA OXIGENO DISUELT0 (NSF)																						
Nivel	EIA 1998-Flu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min	
Fondo	58	97	88	84	78	79	79	72	76	65	58	39	61	49	68	67	60	66	70	97	99	
Medio	77	97	98	86	76	74	77	75	76	69	61	49	52	58	61	71	73	68	72	98	49	
Superficie	82	93	96	88	85	83	81	78	79	68	74	83	75	61	74	82	74	72	79	98	61	74

74

INDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA PH (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-Flu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 6	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	89	85	81	79	81	79	85	83	81	79	81	81	79	77	79	77	74	72	80	89	72
Medio	92	81	92	83	81	79	85	85	83	77	65	81	81	77	91	77	77	74	82	92	74
Superficie	90	85	81	83	81	79	88	85	81	77	85	83	79	77	81	77	77	74	81	90	74

81

INDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA DBO5 (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-Flu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 6	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	57	77.0	100	89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	77
Medio	90	77		90	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	77
Superficie	93	70	100	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	70

97

INDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA NO3 (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-Flu	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 6	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	97	92	98	95	98	98	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	97	98	92
Medio	97	93	96	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	93
Superficie	97	93	93	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	97	98	93

97

Índice de Calidad de Agua por parámetros según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF). EE.UU

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA OXÍGENO DISUELTUO (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	68	97	88	84	78	79	79	72	76	66	58	39	61	49	68	67	69	66	70	97	39
Medio	77	97	98	86	76	74	77	75	76	69	61	49	52	56	61	71	73	68	72	98	49
Superfície	52	93	98	88	85	83	81	78	79	68	74	68	75	81	74	82	74	72	79	98	61

74

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA PH (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	89	85	81	79	81	79	86	83	81	79	81	81	79	77	79	77	74	72	80	89	72
Medio	92	81	92	83	81	79	85	85	83	77	85	81	81	77	81	77	77	74	82	92	74
Superfície	90	85	81	83	81	79	86	85	81	77	85	83	79	77	81	77	77	74	81	90	74

81

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA DBO5 (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	87	77.0	100	89	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	77
Medio	90	77		50	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	77
Superfície	93	70	100	87	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	97	100	70

97

ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA PARA NO3 (NSF)																					
Nivel	EIA 1998-FIU	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Re	X	Max	Min
Fondo	97	92	95	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	97	98	92
Medio	97	93	98	95	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	96	98	93
Superfície	97	93	93	85	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	97	98	93

97

A n e x o I V

Índice de Calidad de Agua Global según la Comisión Nacional del Agua. México (1999).

Índice de Calidad de Agua Global según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF). EE.UU

Anexo IV

Índice de Calidad de Agua Global según la Fundación Nacional de Sanidad (NSF). EE.UU (1970).

Índice de Calidad de Agua Global según la Comisión Nacional del Agua(CNA). México (1999).

Índice de Calidad de Agua Global-Fundación Nacional de Sanidad(NSF),EE.UU (1970).

Nivel	EIA 1998-FIJ	EIA 1998-Rb	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Rb	x	min	max	
fondo	86	89	89	83	81	81	79	77	78	76	75	69	78	72	79	79	79	79	79	79	69	89
medio	88	89	88	81	81	81	79	79	78	76	79	76	78	74	79	80	79	77	81	81	74	89
superficie	89	88	82	92	84	83	83	82	82	80	81	79	83	78	84	83	81	79	83	83	78	92

81

Índice de Calidad de Agua Global-Comisión Nacional del Agua de México(1999).

Nivel	EIA 1998-FIj	EIA 1998-Re	EIA 2001	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Ciclo 10	Ciclo 11	Ciclo 12	Ciclo 13	Ciclo 14 FL	Ciclo 14 Rb	x	min	max
fondo	83.5	86.2	89.6	87.8	80.1	82.6	81	79	80	76	76	73	75	73	77	77	85	84	80	73	90
medio	83.3	83.5	100	88.2	88.7	82.8	81	80.1	81	77	77	75	76	75	78	79	85	95	82	75	100
superficie	90.1	83.9	90.9	91	88.3	84.4	84.3	82.1	82.4	78.2	81.9	77.6	81.3	75.2	80.8	82.7	87.7	85.8	84	75	91

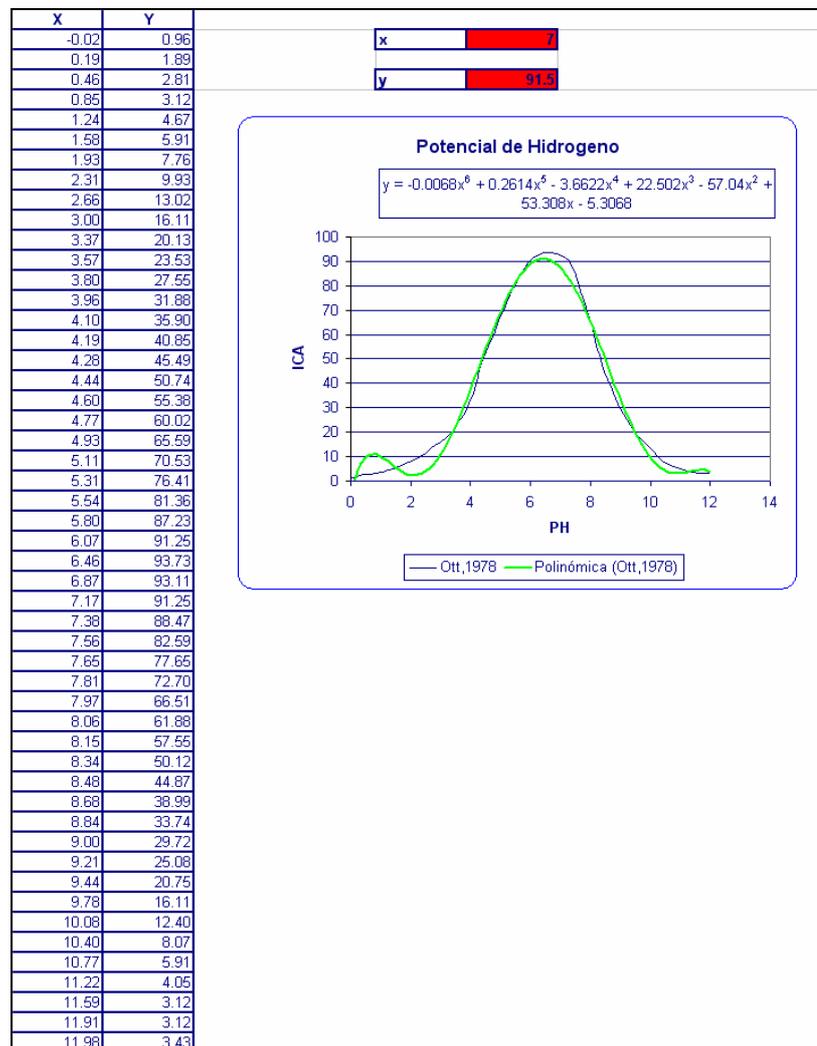
82

A n e x o V

**Digitalización de la curva
Individuales por parámetro de
Calidad de Agua Global según
la Fundación Nacional de
Sanidad (NSF). EE.UU**

A n e x o V

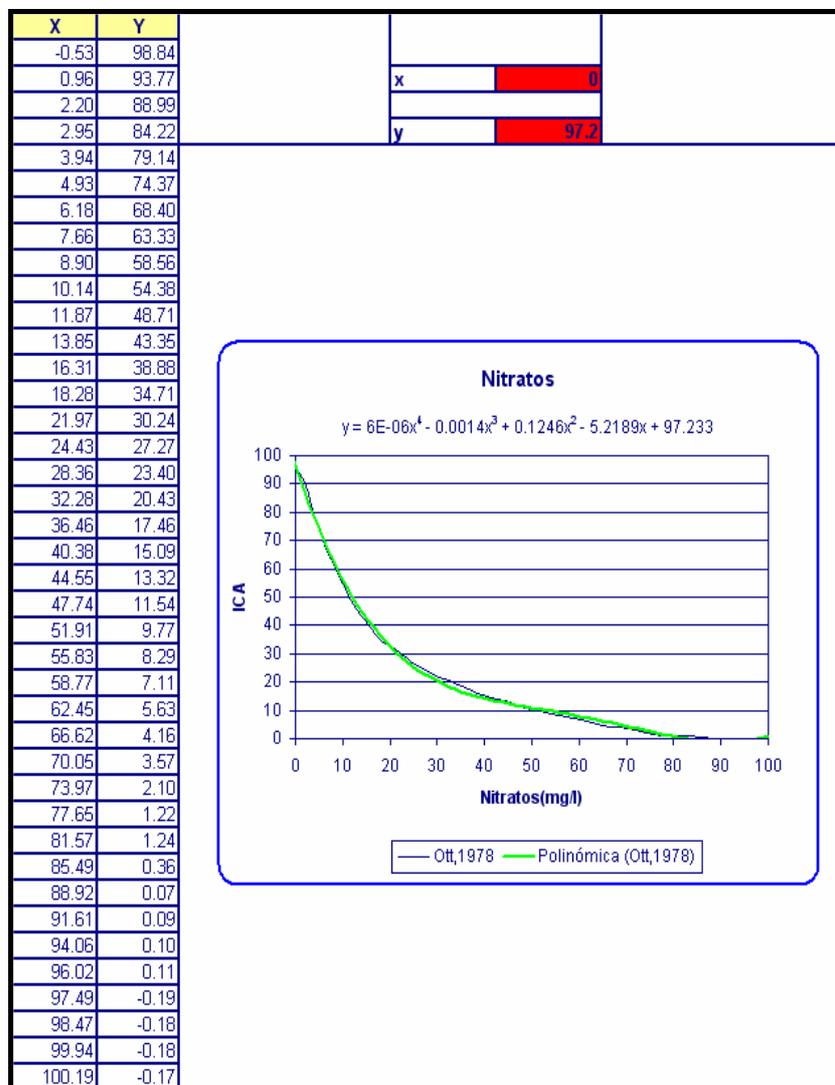
Digitalización de la curva para PH.



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o V

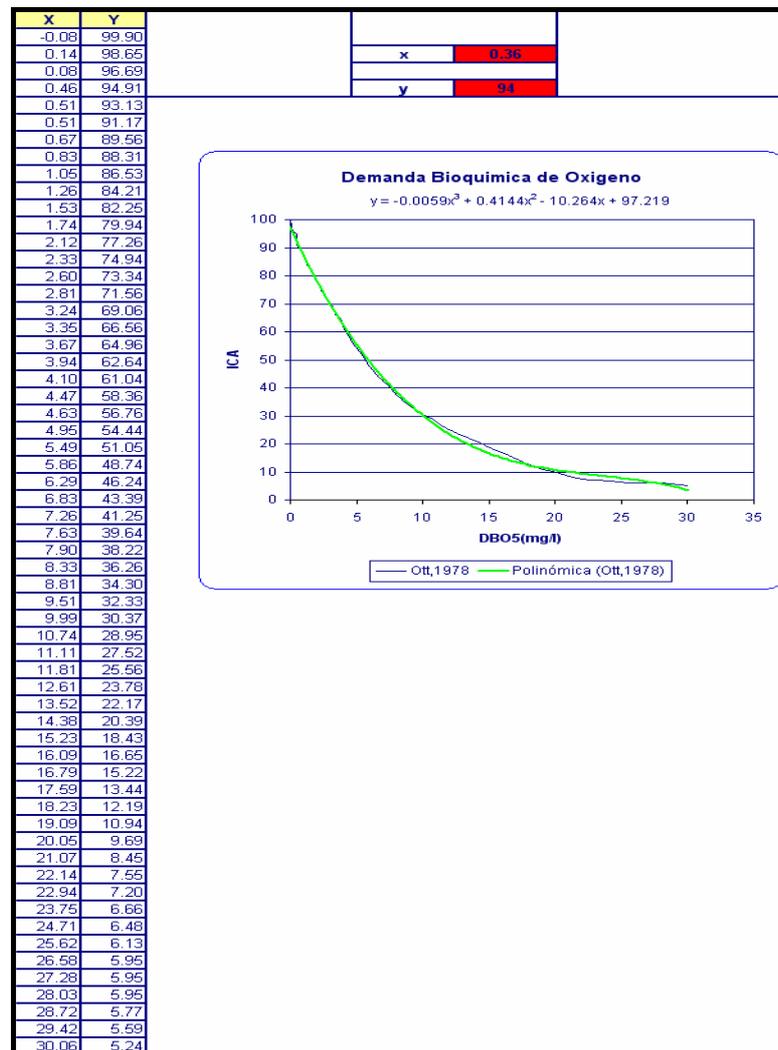
Digitalización de la curva para Nitratos.



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o V

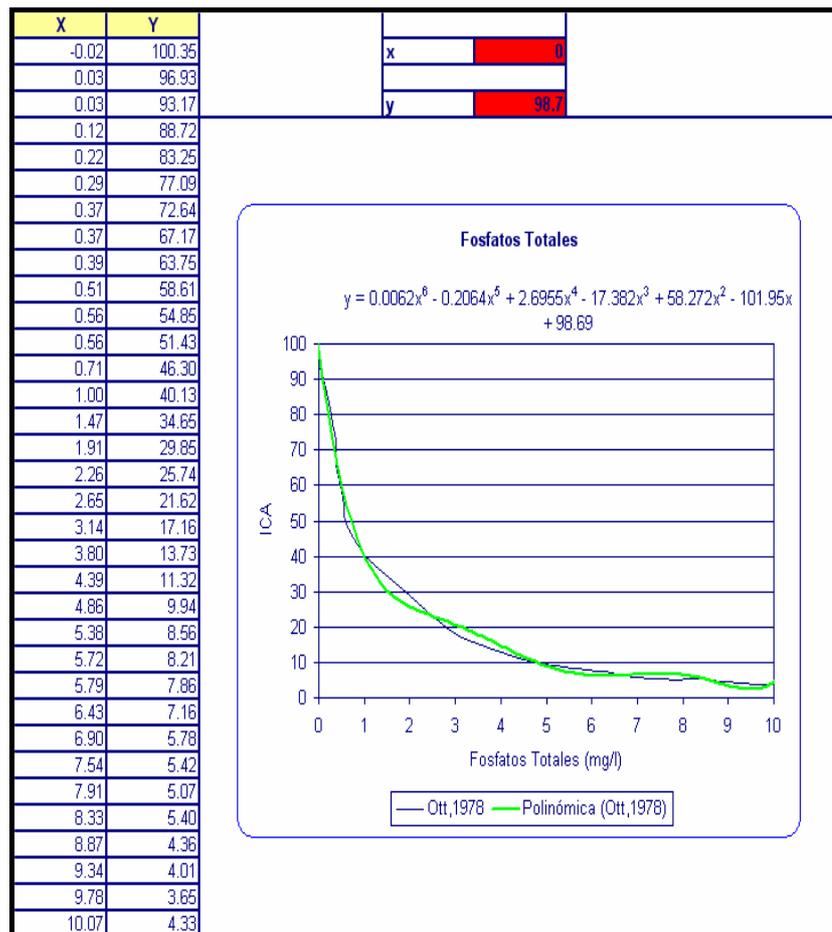
Digitalización de la curva para DBO5.



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o V

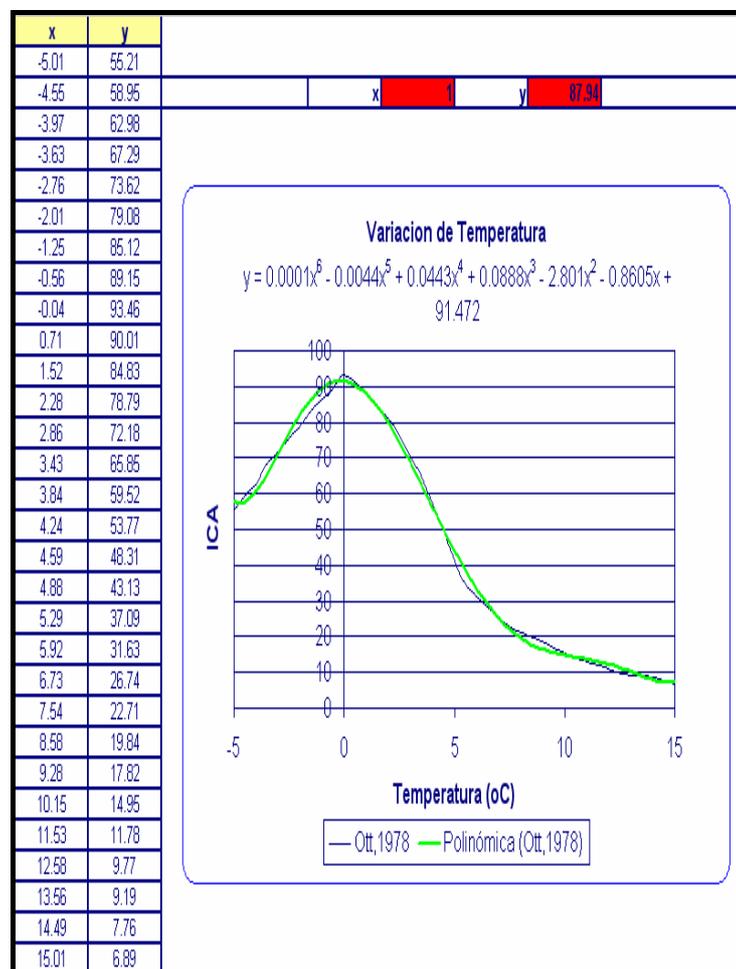
Digitalización de la curva para Fosfatos Totales.



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o V

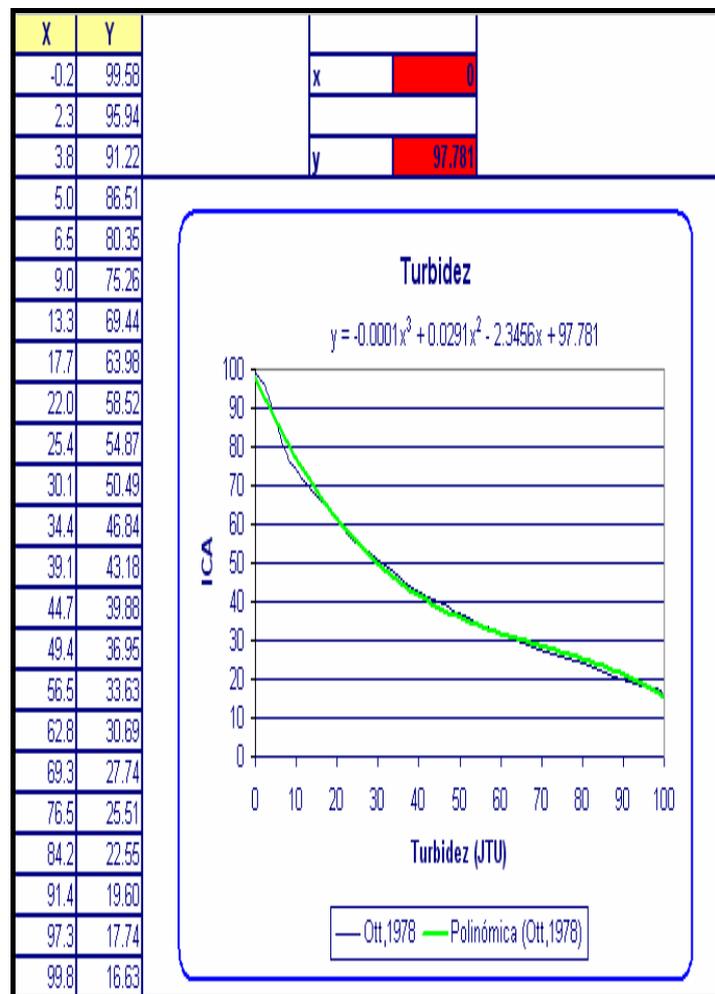
Digitalización de la curva para Variación de Temperatura.



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o V

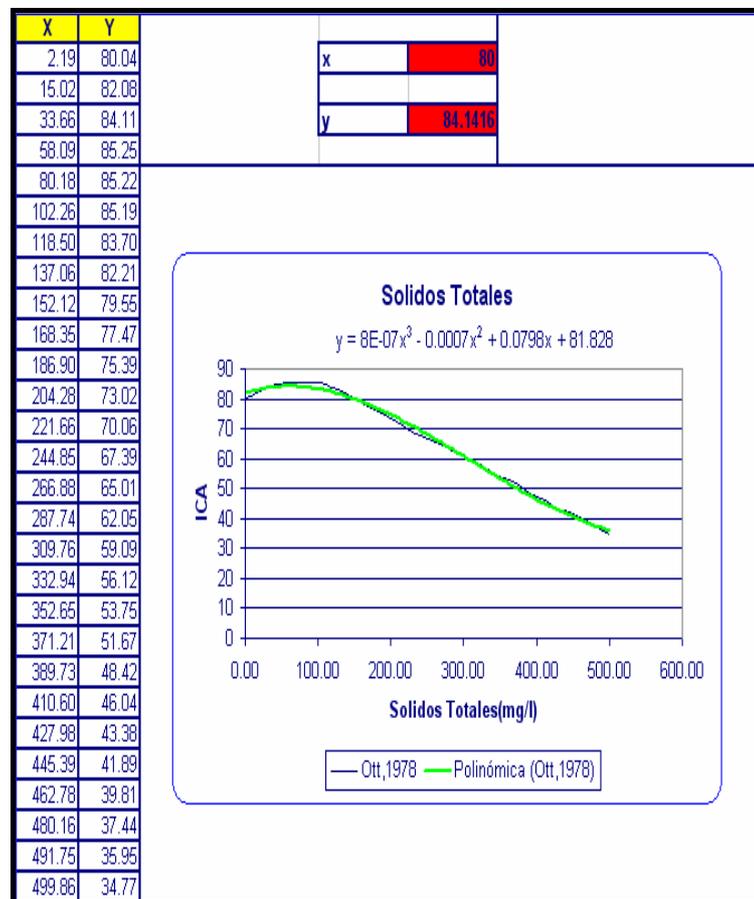
Digitalización de la curva para Turbidez



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o V

Digitalización de la curva para Sólidos Totales.



Nota: La función polinómica es creada por el autor de tesis a partir de la curva de Ott, 1978.

A n e x o VI

Estaciones de Muestreo del Estudio de Impacto Ambiental 2001.

Estaciones de Muestreo del Estudio de Impacto Ambiental 2001.

Estaciones de Muestreo del Estudio de Impacto Ambiental 2001		
Ubicación	Estación	Descripción
Boya 66	1	Canal de Acceso-Area de Goles
Estero Covinera	2	Canal de Acceso-Area de Goles
Boya 59	3	Canal de Acceso-Area de Goles
Estero Grande	4	Estero Salado-Eje del Canal de Navegación
Boya 48	5	Estero Salado-Eje del Canal de Navegación
Boya 39	6	Frente a la Isla de los Quinonez-Cam Camlay
Estero Sabana Grande	7	Hacia el sur de la Isla de los Quinonez
Boya 33	8	Estero Salado
Boya 12	9	Camaronera Nisaleo
Boya 9	10	Estero Salado-Canal Exterior del Morro-Oeste de Puna
Boya 7	11	Estero Salado-Frente a la Isla de los Quinonez
Boya 2	12	Hacia el sur de la Isla de los Quinonez-exteriorde Estero Grande
Boya 1 Depósito	13	Canal de Acceso-frente a Posorja
Boya 2 Depósito	14	Canal de Acceso-frente a Posorja

A n e x o VII

Descripción de Fechas de Muestreo Analizadas.

A n e x o VII

Descripción de Fechas de Muestreo Analizadas.

Descripción de Fechas de Muestreo	
EIA 1998 = Evaluación de Impacto Ambiental - INOCAR 1998	
EIA 2001 = Evaluación de Impacto Ambiental - INOCAR 2001	
MAE 2003 = Monitoreo Ambiental realizado por la ESPOL en el 2003	
MAE 2004 = Monitoreo Ambiental realizado por la ESPOL en el 2004	
Ciclo 1 = 27 y 28 de Julio del 2003	CICLO 8 = 13 de Noviembre del 2003
Ciclo 2 = 11 de agosto del 2003	CICLO 9 = 27 y 28 de Noviembre del 2003
Ciclo 3 = 26 y 27 de Agosto del 2003	CICLO 10 = 15 de Diciembre del 2003
Ciclo 4 = 12 de Septiembre del 2003	CICLO 11 = 26 y 27 de Diciembre del 2003
Ciclo 5 = 1 y 2 de Octubre del 2003	CICLO 12 = 14 y 15 de Diciembre del 2004
Ciclo 6 = 15 y 16 de Octubre del 2003	CICLO 13 = 29 de Enero del 2004
Ciclo 7 = 30 y 31 de Octubre del 2003	CICLO 14 = 11 y 12 de Febrero del 2004

BIBLIOGRAFÍA

- **BROWN, R., McCLELAND, N.**, (1973). "Water Quality Index. Application in the Kansas River Basin", 46th. Conf., Water Poll. Fed., Cleveland, Ohio.
- **CALCULATING NSF WATER QUALITY INDEX.** (Agosto ,2007)
Des Moines River Water Quality Network Annual Reports.htm.
WebMaster: webmaster@alcock.vip.best.com
- **CANTER, L** (1997) "Manual de Evaluación de Impacto Ambiental", Capítulo 5 – Pág. 101, Índices e Indicadores Ambientales que Describen el Medio.
- **CHAPMAN, D.** (1998). Water quality assessment: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. E & FN SPON. 11 New fetter Lane, London EC4P 4EE.

- **DINIUS, S.H.**, (1987). "Design of a Water Quality Index", W.R. Bulletin, V23, #5, pp. 833-43.
- **DINIUS, S.H.** (1972), "Social Accounting System for Evaluating Water", Water Resources Research, 8(5), 1159-1177.
- **FRANK, N.** (2000). Ammonia Toxicity to freshwater fish the effects of pH and temperature.
- **HORTON, R.K.**, (1965). "An Index Number System for Rating Water Quality", Jr. of WPCF, Vol. 37.
- **INOCAR.** (1998)-(2001). Estudio De Impacto Ambiental Previo Al Dragado Del Canal De Acceso Al Puerto Marítimo De Guayaquil. Informe Final.
- **Estudio de Impacto Ambiental** para el dragado del Canal de Acceso Al Puerto Marítimo de Guayaquil. (2001) . Informe Final.
- **JIMENEZ, C. B.** (2002). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. Ed. Limusa, Colegio de Ingenieros Ambientales de México, A. C., Instituto de Ingeniería de la UNAM y FEMISCA. México. 925p.

- **LANDWEHR, J., DENNINGER, R.** (1976). "Comparison of Several Water Quality Indices", *Water Pollution Control Fed.* 48(5), pp. 954-958.
- **LANDWEHR, J.M.**, (1974). "Water Quality Indices - Construction and Analysis", PH. D. Thesis, Univ. of Michigan, Ann Arbor, Michigan.
- **LIEBMAN, H.**, (1969). "Atlas of Water Quality: Methods and Practical Conditions", R. Oldenbrough, Munich.
- **LORY, J.A.** (1999). Agricultural PHosphorus and water quality. MU guide extension. University of Missouri. Columbia.
- **MICHAUD, Jerry P.** (2001). Eurovisión – Environmental Consulting Service- Olimpia Washington.
www.ecy.gov/program/wq/plant/management/yourmanual/streams.html.
- **OTT, W.R.** (1978). "Environmental Indices, Theory and Practice", AA Science, Ann Arbor, Michigan.
- **PRATTI, L., PAVANELLO, R.**, (1971). "Assesment of Surface Water Quality by a Single Index of Pollution", *Water Resources Research*, Vol.5, May 1971, pp. 456-467.