

- Las actividades de las pesquerías se realizan en todos los caños del sector, sin embargo el ámbito de estudio dentro del área se restringió al circuito conformado por los caños que bordean a las islas y las comunidades pesqueras que en ellas habitan, así como a los centros principales de recepción de los productos de la pesca como son: Barrancas y Piacoa principalmente. (Gráfico N° 4.3).
- El ámbito seleccionado para el estudio socio-económico se restringió a un espacio menor, que podría constituir el área de influencia más inmediata del Proyecto, conformada por la población de Barrancas, las comunidades vecinas en el borde Norte del canal de navegación y las comunidades de las islas próximas al sitio de la obra propuesta (Varadero y Tórtola), por constituir las poblaciones directamente afectadas por la ejecución y desarrollo del Proyecto. En este sector, se seleccionaron las principales poblaciones existentes para realizar, mediante un trabajo de campo, el análisis de las características socio-económicas y culturales del área y el grado de aceptación y/o rechazo de la población al Proyecto (Gráfico N° 4.4).

4.2. CARACTERIZACION DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS, SEDIMENTOS Y BENTOS

Las investigaciones sobre la calidad de las aguas, los sedimentos y las especies bénticas, son determinantes para la evaluación ambiental de un proyecto dirigido a mejorar las condiciones de navegabilidad de un río, debido a que para su implementación y desarrollo se requiere alterar las condiciones naturales del mismo ocasionando en consecuencia cambios físicos, químicos y biológicos en la masa de agua, y en el lecho que se podrían manifestar como impactos adversos directos e indirectos sobre los ecosistemas y las comunidades que se encuentran en sus inmediaciones.

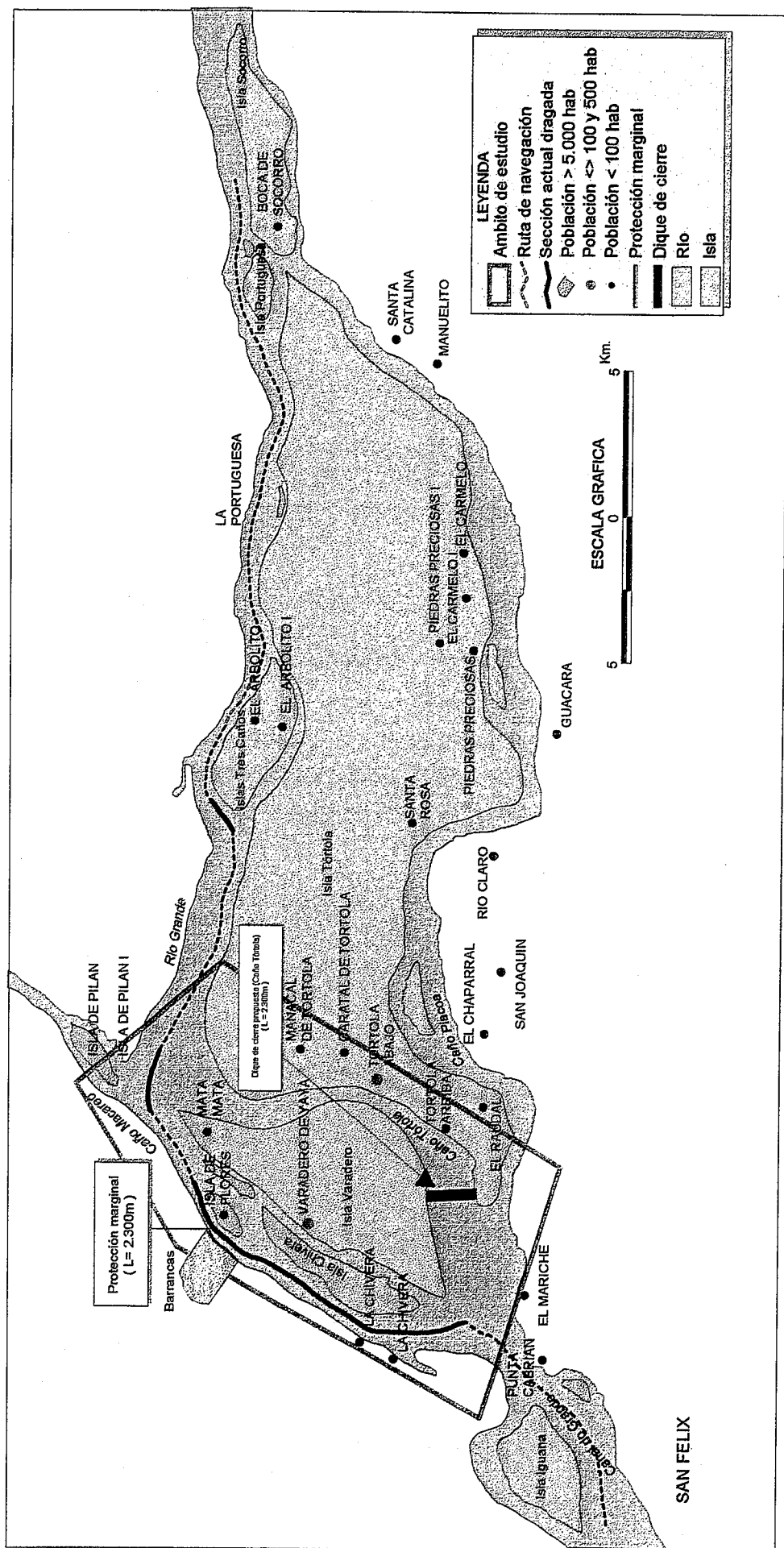
4.2.1. Objetivo

El objetivo en este caso es conocer las condiciones actuales de la calidad de las aguas y los sedimentos, en términos de sus características físico-químicas y biológicas, antes de la ejecución del Proyecto, con el fin de establecer una línea base o nivel de referencia que permita comparar las condiciones previas con las que pueda generar el proyecto, y de esta forma establecer o estimar los impactos; así mismo, generar información para diseñar un plan de manejo ambiental y su correspondiente seguimiento o monitoreo durante la fase de operación y desarrollo del Proyecto, si fuera el caso.

AMBITO DE ESTUDIO DE FAUNA ACUATICA Y PESCA



Gráfico No. 4.4
 AMBITO DE ESTUDIO SOCIO-ECONOMICO



4.2.2. Ambito de estudio

El área de localización del Proyecto tiene una gran importancia desde el punto de vista hidráulico ya que representa el inicio del Delta, sistema de gran complejidad y extensión, por lo que su intervención pudiera generar cambios directos e indirectos de difícil predicción, en el tiempo y en el espacio. El ápice del Delta del Orinoco se encuentra cerca de Barrancas. A partir de este punto el río Grande que continúa hacia el Este y el sistema de los caños Macareo y Manamo que de él se derivan, se dirigen hacia el Norte. El trayecto del río Grande, comprendido entre Barrancas y el océano Atlántico, tiene una longitud aproximada de 270 Km y se caracteriza por ser un canal natural ancho y profundo. Los caños Macareo y Manamo, tienen una longitud aproximada de 211 y 236 km, entre Barrancas y el Atlántico y el tramo del Orinoco entre Barrancas y Ciudad Bolívar tiene una longitud de 186 Km (De León y Rodríguez, 1976).

Para efectos de la caracterización del área de estudio, para esta investigación se definió un ámbito de influencia que comprende el cauce principal del Orinoco desde el sitio conocido como Punta de Piedras (en la sección Los Castillos), hasta la isla Socorro (sección La Portuguesa) en el canal de navegación del río Grande y la sección alta de los caños Manamo y Macareo. De esta forma se pueden determinar las características del agua que ingresa al área y su distribución en la red de caños que existen en la zona (Gráfico N° 4.2).

4.2.3. Metodología

La caracterización se realizó con base en:

- i) revisión de información existente sobre el área y
- ii) levantamiento de información actualizada.

A los fines de realizar el levantamiento de información se estableció el siguiente programa de muestreos:

A. Sitios de muestreo

Se establecieron 20 estaciones de muestreo para aguas y sedimentos, de acuerdo con el esquema que se presenta en el Gráfico N° 4.2.

Las estaciones se distribuyen como sigue:

- Tres (3) estaciones sobre el curso principal del Orinoco, antes del área del Delta (E17, E16 y E15). Con la información obtenida en estos puntos se caracterizan las entradas al área del Proyecto y se detectan posibles cambios a lo largo del recorrido entre estos puntos (aproximadamente 15 km).
- Tres (3) estaciones sobre el caño Tórtola (E14, E13 y E12), para su caracterización a la entrada, zona media y salida.
- Dos (2) estaciones sobre el caño Piacoa (E6 y E7) localizadas en el inicio y final de su curso.
- Una (1) estación en la confluencia de caño Piacoa con el río Grande (E8)
- Ocho (8) estaciones sobre el río Grande, distribuidas de la siguiente forma: dos (2) frente a Barrancas (E18 y E19), ubicadas una antes y una después del centro poblado, a fin de establecer el efecto de sus descargas sobre las características del río. Dos (2) antes del origen del caño Macareo (E5 y E4), ubicadas una a la salida del pequeño brazo que discurre entre la isla Mata Mata o Varadero y Chivera, y la otra cuando se ha producido la mezcla con el flujo que pasa frente a Barrancas. Cuatro (4), sobre el curso del río Grande, desde su desviación al Este, luego de unirse al caño Tórtola (E11), hasta isla Socorro (E9), incluyendo dos puntos en el trayecto intermedio (E11 y E10).
- Una (1) estación sobre el brazo que da origen a los caños Manamo y Macareo (E3), que recibe el efecto combinado del río Grande tras su paso frente a Barrancas y del caño Tórtola.
- Una (1) en la sección alta del caño Manamo, en las cercanías de la estructura de control actual (E2) y
- Una (1) en la sección alta del caño Macareo (E1).

B. Toma de muestras

La toma de muestras se realizó entre los días 18, 19 y 20 de septiembre 1999 para el muestreo de aguas y los días 9 y 10 de octubre 1999, para las muestras de sedimentos del fondo y análisis de los bentos.

C. Muestras de agua

En cada estación mediante el uso de una bomba de succión se tomaron 6 litros de agua a nivel de superficie. El almacenamiento y la preservación de las muestras se ejecutó de acuerdo con los requerimientos de los análisis a realizar, según se especifica en el Cuadro N° 4.1:

Cuadro N° 4.1
REQUERIMIENTOS PARA EL ALMACENAMIENTO Y PRESERVACION DE LAS MUESTRAS DE AGUA SEGUN LOS TIPOS DE ANALISIS

Análisis	Tipo de envase	Preservación
N-orgánico, DQO	Botellas plásticas de 1 L.	1 ml de H ₂ SO ₄ 36N
Fósforo total y sólidos	Botellas plásticas de 1 L.	1 ml de H ₂ SO ₄ 36N
Aceites y grasas	Botellas de vidrio de 1 L.	1 ml de H ₂ SO ₄ 36N
C.O.D.	Botellas ámbar de 0.5 L.	1 ml de HCL 12.5 N
Metales	Botellas de plástico de 0.125 L.	1 ml de HNO ₃ 36N
DBO, sulfatos y cloruros	Botellas plásticas de 1 L.	En hielo (4°C)
Alcalinidad y dureza total	Botellas plásticas de 1 L.	En hielo (4°C)

Para las muestras de plancton, se filtró un volumen aproximado de 40 litros de agua a través de una malla de zooplancton (52 micras de diámetro de poro). También se realizó una toma directa de muestra (sin pre-concentración) de 1 litro de agua para el análisis de fitoplancton. Ambas muestras fueron preservadas con formaldehído hasta llegar a una concentración final de 4%.

Se realizaron determinaciones *in situ* de: pH (con un medidor de pH marca Orion), conductividad, salinidad y temperatura (con un conductímetro-salinómetro marca YSI), transparencia (a través de un disco de Secchi de 20 cm de diámetro con cuadrantes alternos blancos y negros) y oxígeno disuelto (mediante el método de Winkler) y se fijaron las coordenadas de los puntos de muestreo, mediante un GPS modelo Garmin II.

Determinaciones en el laboratorio

La metodología seguida en los análisis de laboratorio se especifica a continuación:

- Alcalinidad total, por el método de titulación potenciométrica (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 2320).
- Cloruros, por el método argentométrico (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-Cl⁻).
- Nitratos, por reducción a nitritos en columnas de cadmio (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-NO₃).
- Nitritos, por el método colorimétrico (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-NO₂).
- Amonio, por el método del fenato (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-NH₃).
- Nitrógeno orgánico, por el método de macro Kjeldahl (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-Norg.).
- Fósforo total, por el método del ácido ascórbico, previa digestión con persulfato de potasio (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-P).
- Carbono orgánico disuelto, por espectrofotometría UV-Luz Visible por absorción a 235 nm. (Villaró, 1997).
- Sólidos, por gravimetría (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 2540).
- Mercurio, por Fluorescencia Atómica. SW 7470.
- Arsénico y Selenio, por generación de hidruros-ICP SW 7742/200.15.
- Bario, cobre, aluminio, cromo, vanadio y plomo. SW 200.15 ICP/AES.
- Aceites y grasas por el método de hidrocarburos (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 5520 F).

Las muestras de plancton fueron analizadas en el laboratorio en un microscopio compuesto marca Zeiss, para la identificación y conteo de los organismos presentes.

C. Muestras de sedimentos

La captación de muestras de sedimentos del fondo se realizó con dos equipos diferentes: el primero fue un tomador de núcleos lastrado con aproximadamente 20 Kg de peso, el cual fue utilizado en la toma de muestras de las estaciones 1, 2 y 3. En las restantes estaciones se utilizó una rastra de metal. Las dimensiones de la rastra son: 50 cm de largo, 7 cm de alto y 17 cm de ancho. El procedimiento de captación consistió en lanzar el muestreador, dejar que se depositara sobre el fondo arrastrándolo por varios metros. Del material obtenido, una fracción se almacenó en envases plásticos en frío, para su transporte al laboratorio. Otra fracción fue pre-procesada en sitio tamizándola a través de tamices U.S. Tyler de 125 micras de diámetro de poro de la malla. El material retenido en los tamices se almacenó en bolsas plásticas y se fijó con formaldehído para

su análisis al microscopio.

Los análisis practicados en el laboratorio fueron los siguientes:

- Contenido de materia orgánica, determinado por gravimetría y quemado a 450°C.
- Fósforo total, por el método del ácido ascórbico, previa digestión con persulfato de potasio (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-P).
- Nitrógeno orgánico, por el método de macro Kjeldahl (APHA, AWWA, WEF, 1992. Part 4500-Norg.).
- Metales, por espectrometría de emisión por plasma inducido de Argón, método SMEWW 3120B, previa digestión de acuerdo al método 3005 del Manual SW-846; Test Methods for Evaluating Solid Waste, EPA 1986, up date 1996.

4.2.4 Caracterización

En los Cuadros N°s A-1 a A-6 que se presentan en el Anexo “A” se incluyen los resultados de los análisis in situ y de laboratorio de las diecinueve (19) muestras² de aguas y las veinte (20) de sedimentos tomadas en el área de estudio.

De los resultados obtenidos de las muestras de agua y de sedimentos, se concluye lo siguiente:

- En general los valores de transparencia son bajos (Anexo “A”, Cuadro A-1), debido a la carga de sólidos en suspensión del río. El valor más alto se obtuvo en la estación de caño Manamo (E2), lo cual se atribuye al efecto de sedimentación que genera la cercanía de la estructura de control en este curso de agua.

El caño Piacoa presentó valores ligeramente mayores a los obtenidos en el río Grande, lo cual pudiera ser atribuido al efecto de drenajes provenientes del Sur, con una menor carga de materiales en suspensión. En general, los valores son comparables a los reportados por Sánchez et al. (1982) para el área. Estos autores señalan además un incremento en la transparencia durante el período de aguas bajas.

- Los resultados de las mediciones de conductividad (Anexo “A”, Cuadro A-1), muestran un comportamiento similar a los de la transparencia, con valores más bajos en caño Piacoa, reforzando el razonamiento sobre el efecto de drenajes provenientes del Macizo Guayanés, los

2 La muestra de agua E-20 no pudo ser procesada por razones de falla en su almacenamiento y preservación

cuales además de menor carga de materiales en suspensión, exhiben también una menor concentración de solutos (Yánes y Ramírez, 1989; Meade et al., 1990; Stallard et al., 1990; Weibezahn, 1990). Las mediciones de turbidez en el laboratorio corroboran las tendencias observadas en los valores de transparencia (Anexo "A", Cuadro N° A-2).

- En la mayoría de las estaciones el pH presentó entre 6 y 7 (Anexo "A", Cuadro N° A-2), tomando un valor significativamente más bajo en el caño Macareo, seguido por Manamo y Piacoa. Los valores más altos corresponden a las estaciones sobre el Orinoco. Los valores de las estaciones sobre río Grande no mostraron variaciones espaciales significativas. Al comparar con reportes de otros estudios en el área (Sánchez y Vásquez, 1986; Monente y Colonnello, 1997), se obtiene que los valores son similares a los encontrados por estos investigadores para el período de aguas altas. En aguas bajas, se produce un aumento en el pH, que se corresponde con un aumento de la transparencia y de la conductividad (Sánchez y Vásquez, 1986).
- La alcalinidad es baja en términos generales (Anexo "A", Cuadro A-2), reflejando el efecto de dilución que ejercen los ríos de la margen derecha del Orinoco, los cuales drenan suelos pobres en carbonatos (Macizo Guayanés). El valor más bajo se obtuvo para la E2 en caño Macareo.
- El oxígeno disuelto (Anexo "A", Cuadro A-2), resultó con valores superiores al 60% de saturación, complementados con valores de DBO₅ y DQO bajos (Cuadro A-2). Sánchez y Vásquez (1986) reportan fluctuaciones en los niveles de saturación de oxígeno entre aguas altas y aguas bajas, correspondiendo los valores más altos (cerca al 100% de saturación), al período de aguas bajas.
- En relación con los sólidos en suspensión (Anexo "A", Cuadro N° A-3), los valores obtenidos se encuentran dentro de los intervalos reportados en otros estudios (21,7-107,5 mg/l). Sánchez et al. (1982) presentan valores resultantes de mediciones efectuadas en 1982, en el tramo inferior del río antes del Delta, reportando un promedio anual entre 80 y 92 mg/l, lo que representa menos del 50% de lo reportado por Meade et al. (1983), aguas arriba, y menos aún de lo reportado por el MARNR (1987) equivalente a 240×10^6 TM anuales, como descarga de sedimentos del río Orinoco al Atlántico. Lewis y Saunders (1984) encuentran valores entre 15 y 17 mg/l en Marzo y 76 mg/l en Septiembre. En río Grande (milla 114), Sánchez et al. (1982) dan valores de 96 mg/l.
- Los resultados de concentraciones de sólidos en suspensión del presente estudio, evidencian el efecto de los drenajes bajos en carga de sedimentos del Macizo Guayanés, sobre el caño Piacoa.

- En relación con los nutrientes (Anexo "A", Cuadro N° A-3), la forma inorgánica de nitrógeno predominante es la de los nitratos. La distribución espacial de los valores es bastante irregular, no observándose patrones definidos. Estos valores son menores en por lo menos un orden de magnitud que los valores reportados por algunos autores (Monente y Colonnello, 1997) y son similares a los encontrados en otros estudios (Lewis y Saunders, 1990). Nitritos y amonio tienen una menor significación en el área del estudio, a excepción de las estaciones cercanas a la población de Barrancas (E18 y E19), donde se produce un aumento significativo en las concentraciones de amonio, probablemente como resultado de contaminación puntual por descargas de aguas negras. El nitrógeno orgánico, constituye la fracción de nitrógeno más importante y se presenta también con una apreciable variabilidad espacial.
- El fósforo total (Anexo "A", Cuadro N° A-3), al igual que en el caso del nitrógeno, presentó valores similares a los reportados por Lewis y Saunders (1990), pero menores que los de Monente y Colonnello (1997). En relación con la distribución espacial, se aprecia una cierta tendencia de asociación de los valores mayores con las estaciones ubicadas hacia el norte (E3, E4, E5, E10, E11, E18 y E19). Lewis y Saunders (1999), concluyen de sus estudios, que los drenajes del Macizo Guayanés presentan menores concentraciones de este nutriente.
- El carbono orgánico disuelto (Anexo "A", Cuadro N° A-3), presentó pocas variaciones espaciales a excepción de las estaciones asociadas a la población de Barrancas. Los valores son ligeramente más bajos que los reportados por Lewis y Saunders (1990).
- En relación con los cationes, éstos son producto de la composición geológica de las cuencas de ablación y la relación de proporciones refleja la dominancia de afluentes de un determinado sector de la cuenca del Orinoco. Lewis y Saunders (1990) en su estudio sobre la cuenca baja del Orinoco, encuentran que el río, a la altura de Barrancas, presenta la siguiente relación de dominancia: $Ca > Mg > K = Na$, los cuales están en menores concentraciones, pero en el mismo orden de dominancia que los afluentes de la margen izquierda. Los afluentes por la margen derecha presentan la siguiente relación: $Mg > K = Ca > Na$. Monente y Colonnello (1997) reportan valores medios para el río Grande en los que la relación es $Mg > Ca > K$. Con respecto a los aniones, llama la atención que los valores de concentración de cloruros resultaron más altos en las estaciones sobre el Manamo y Macareo, mientras que en el resto de las estaciones los valores obtenidos son por lo menos diez veces más bajos. Lewis y Saunders (1990) reportan valores de concentración de cloruros en las cercanías de Barrancas, similares a los obtenidos en el presente estudio para las estaciones en los caños Manamo y Macareo.

- La concentración de metales en el agua es muy baja (Anexo "A", Cuadro N° A-4), estando por debajo de los límites de detección de los métodos utilizados para su determinación. Igualmente los valores de grasas y aceites resultaron bajos, a excepción de la estación 17, sobre el cauce del Orinoco, donde se observó un cierto incremento por encima de los límites permisibles (Decreto N° 883). Este podría atribuirse a un problema de contaminación puntual por actividades industriales en la zona (Punta de Piedras).
- En relación con los sedimentos de fondo, los resultados obtenidos (Anexo "A", Cuadros N°s A-6 y A-7), muestran un predominio de fondos arenosos a excepción de las muestras tomadas en los caños Manamo y Macareo que presentan predominancia de finos; sin embargo, es importante señalar que debido al tipo de muestreador utilizado en estos casos (captador de núcleos), la toma de muestras se realizó hacia las márgenes y no en el centro del cauce, debido a problemas de funcionamiento del muestreador por efecto de la corriente. Esto evidentemente influencia la composición de la muestra. El contenido de fósforo y nitrógeno en los sedimentos es bastante bajo (Anexo "A", Cuadro N° A-5), así como el de metales pesados (Anexo "A", Cuadro N° A-6), a excepción del bario que presentó concentraciones muy altas en las estaciones 17 y 20. Sería de interés determinar la procedencia del bario, pues pudiera estar relacionado con productos químicos de procedencia industrial.
- Las comunidades biológicas están muy pobremente representadas. No se encontraron organismos bentónicos lo cual se explica por las condiciones dinámicas del sustrato. La gran movilidad de los sedimentos (arena), por efecto de las fuertes corrientes, genera una gran inestabilidad del fondo dificultando su colonización. Adicionalmente, el sustrato es muy pobre en materia orgánica (Anexo "A", Cuadro N° A-4) ofreciendo poco alimento a potenciales colonizadores. Esta situación se ha reportado en otros ríos del Delta (INFRAWIN, 1997).
- En lo que respecta a los organismos planctónicos, las densidades encontradas son extremadamente bajas (menos de 20.000 org./l en promedio). Los grupos del fitoplancton con mayor representatividad son las Bacillariophyceae (diatomeas), con dominio de *Melosira granulata*, *Navicula* spp., y *Achnanthes* spp; las Cholorophyta (clorofitas), con representación de Zygoephyceae de los géneros: *Desmidium*, *Hyalotheca*, *Closterium* y *Cosmarium*, *Spirogyra* y *Mougeotia*. De las Chrysophyceae está presente *Dinobryon sertularia*. Varela y Varela (1983) y Varela et al. (1983) presentan resultados de estudios taxonómicos con fitoplancton de la zona. Sánchez y Vásquez (1986) encuentran dominio de diatomeas (entre 30 y 100%), seguidas de clorofitas y cianofitas, con apariciones esporádicas de euglenofitas. Las densidades reportadas son muy bajas, entre 27.000 y 50.000 org./l, como valores máximos que se presentaron en aguas bajas, coincidiendo con la mayor transparencia y pH. Los valores son similares a los