
*AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO
EN CIUDAD GUAYANA*

Isabel Rodríguez

INTRODUCCIÓN

En la geografía venezolana, la región Guayana es la que posee mayores fuentes de riquezas naturales y potencialidades de desarrollo. Entre estas fuentes podemos destacar los recursos hídricos, entre los cuales están los ríos Caroní, Orinoco y Caura, con caudales superiores a 30 millones m³ de agua dulce no contaminada y aguas represadas superiores a 365 millones de metros cúbicos. Con estas potencialidades, la región está en condiciones, si fuere el caso de proveer agua a otras regiones del país.

El río Caroní constituye la fuente de aguas oscuras, con un caudal aproximado de (5.000 m³/s) y es uno de los afluentes guyaneses que drenan hacia el Orinoco. Sus aguas se caracterizan por presentar una coloración pardo-rojiza, debido a que son ricas en substancia húmicas y al alto contenido de carbono orgánico disuelto.

Además por ser ligeramente ácidas, con bajas concentraciones de nutrientes, pocos sedimentos, bajo contenido de electrolito, transparencia limitada y escasas comunidades planctónica (Sánchez & Vázquez 1984; Lewis & Weibezahn 1981; Paolini 1983; Vegas- Villarrubia 1994). Dichos autores señalan además, que los bajos valores de pH, turbiedad,

conductividad eléctrica, dureza y alcalinidad total son indicadores indirectos de esta baja concentración iónica.

Debe señalarse además, que el río Caroni está considerado como el sistema fluvial más importante en el país, en cuanto a planes de desarrollo hidroeléctrico se refiere, ya que el 60% de la energía de éste es generada en los Embalses Guri y Macagua. Actualmente está en construcción la represa de Caruachi y en proyecto la represa de Tocoma.

El Embalse Macagua II, constituye la principal fuente de abastecimiento de agua potable e industrial de Ciudad Guayana. También es utilizado para uso recreacional, ya que las playas ubicadas en las riberas del bajo Caroní, representan los lugares de esparcimiento más importantes de la población Guayanesa.

El agua es considerada un recurso indispensable para cualquier forma de vida animal y vegetal. La cual tiene múltiples usos: propagación de la vida acuática y silvestre, recreación, navegación, conservación de energía hidráulica a eléctrica, enfriamiento, riego, cría y explotación de animales, industrias, consumo humano, transporte, dilución y dispersión de desechos, entre otros.

El cuerpo humano está conformado en un 75 % por agua. En tal sentido los seres humanos debemos consumir diariamente 300 lts/persona; lamentablemente, se están consumiendo en la actualidad en Ciudad Guayana aproximadamente 811 litros por persona, lo que ocasiona un consumo muy elevado del líquido.

En Ciudad Guayana el sector agua está representado por los servicios de acueductos y cloacas, los cuales son administrados por la Corporación Venezolana de Guayana, Vicepresidencia Corporativa de Obras y Servicios Públicos, a través de la Gerencia General de Obras Sanitarias e Hidráulicas (GOSH).

RESEÑA HISTÓRICA DE LA C.V.G-GOSH.

La corporación venezolana de Guayana CVG asume por medio del decreto N.-456 del 7 de julio de 1985, las responsabilidades administrativas que el Instituto Nacional de Obras Sanitarias INOS, que ejercía sobre los sistemas de acueductos, cloacas y drenajes en la zona de desarrollo Guayana.

En esa fecha el ministro-presidente de la CVG y el Presidente del INOS, suscriben el convenio para el traspaso de los equipos correspondiente a los sistemas sanitarios de la región Guayana (Estado Bolívar, Estado Delta Amacuro, Estado Amazonas y Distrito Independiente del Estado Anzoátegui), creándose la "Gerencia de Obras Sanitarias e Hidráulicas" adscrita a la Gerencia General de Equipamiento y servicios de la CVG.

El 10 de junio de 1988 la GOSH, toma a su cargo la administración de 67 acueductos rurales, adscritos a la Dirección de Malariología del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social MSAS, con la previa autorización del ministro-Presidente de la CVG.

La GOSH a través de la coordinación de Acueducto Foráneo, venía llevando a cabo la administración de 48 acueductos; con este nuevo incremento de acueductos bajo su responsabilidad, se crea la Gerencia de Acueductos Foráneos dependiendo de la GOSH, para atender satisfactoriamente el programa de asistencia de 115 acueductos rurales de la Región de Guayana.

En 1989 CVG-GOSH, construye la estación de rebombeo Macagua II y Macagua III; la planta de tratamiento en Puerto Ayacucho; la II etapa de la canalización del río Yocoima, en Upata; la aducción hacia Guri-Upata y el nuevo Acueducto de Upata.

En 1990 CVG-GOSH pone en servicio el Laboratorio Central Bacteriológico, ubicado en la planta de tratamiento de Toro Muerto, para el control sanitario de la calidad del agua.

En los últimos años se han realizado algunas mejoras en las plantas de tratamiento de Puerto Ordaz, como fue la reparación y sustitución del lecho filtrante del sistema de filtración, la rehabilitación de la planta I de Tucupita y Puente Blanco-El Callao.

DESCRIPCIÓN DE LA GOSH

La Gerencia de Obras Sanitarias e Hidráulicas, se encuentra adscrita a la Vicepresidencia de Obras y Servicios Públicos de la CVG a partir de enero de 1992, su función primordial, es la de producir, tratar y distribuir aguas Sanitarias e Hidráulicas, lo cual contempla acueductos y drenajes en los estados Bolívar, Delta Amacuro y Amazona.

MISIÓN DE C.V.G-GOSH:

Garantizar la prestación de los servicios de Acueductos y Cloacas de la Región Guayana, en términos de oportunidad y costos bajo el criterio de rentabilidad, cumpliendo con los estándares de cantidad y calidad establecidos en el ámbito mundial.

VISION DE C.V.G-GOSH:

Ser una empresa líder en forma progresiva y sistemática, en el cumplimiento de sus actividades con calidad y eficiencia, dentro del sector "Aguas", en el ámbito nacional.

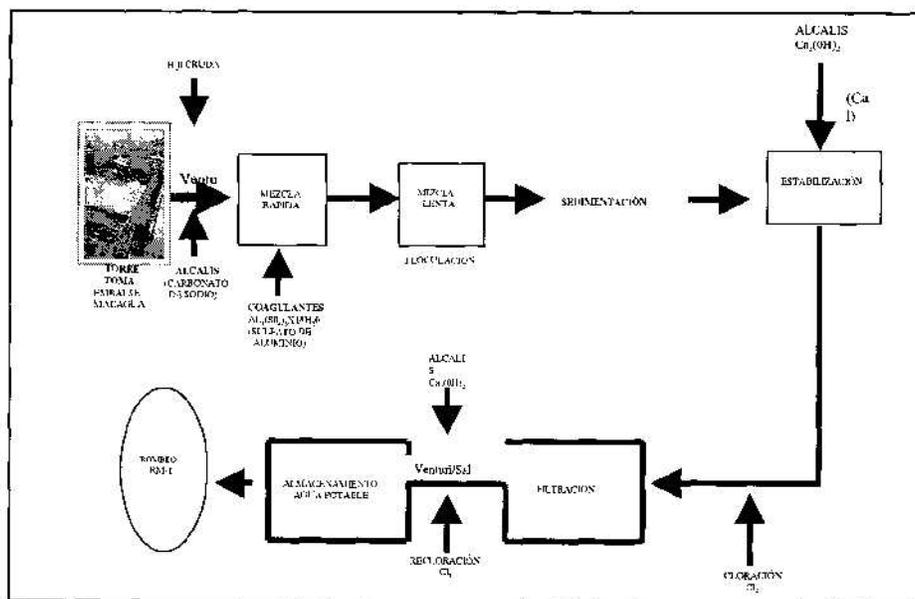
AGUA POTABLE EN CIUDAD GUAYANA

La Gerencia de Obras Sanitarias e Hidráulicas es el ente encargado, del abastecimiento de agua en Ciudad Guayana, el cual está conformado por tres sistemas de acueducto: Puerto Ordaz (Planta de tratamiento Toro Muerto), San Félix (Sistema Macagua) e Industrial, ubicado en el sector La Bahía.

Los tratamientos aplicados, tienen como objetivo provocar los cambios físicos, químicos y biológicos que convierten el agua del embalse Macagua, en agua potable o industrial, según sea el caso. Mediante las fases de: coagulación, floculación, sedimentación, estabilización, filtración y desinfección. Según el diagrama.

El esquema anteriormente mostrado, representa un proceso convencional aplicado en la planta de tratamiento de Puerto Ordaz, garantizando de esta manera la potabilidad del agua suministrada a la comunidad. Según parámetros de la O.M.S. Organización Mundial de la Salud, O.P.S. Organización Panamericana de la Salud, E.P.A. Agencia de protección Ambiental y de acuerdo a la Gaceta Oficial N° 36.395 decretada por el M.S.A.S. de fecha 13/02/1998, que se refiere básicamente a las "Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable", donde se establecen los valores máximos y mínimos de aquellos componentes o características del agua que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad.

Esquema del Proceso de Potabilización en la Planta de Tratamiento "Toro Muerto - Puerto Ordaz"



Laboratorios Centrales: Bacteriológico y físico-químicos, donde se evalúan los parámetros que caracterizan el Embalse de Macagua, utilizado como fuente de abastecimiento, también se realizan los análisis sanitarios para el control de la calidad del agua, llevado en las diferentes plantas de tratamiento; de igual manera se verifica la calidad del agua suministrada a través de las redes de distribución. Por otra parte se lleva el control bacteriológico, con la finalidad de evaluar la calidad sanitaria, la cual no debe contener microorganismos patógenos, ni formas biológicas dañinas a la salud humana.

Los ensayos bacteriológicos, son realizados con una frecuencia máxima y cantidad de muestras captadas en las redes de distribución, que van a depender del número de habitantes de la población servida, según lo establecen las Normas de la Organización Mundial de la Salud O.M.S., en toda Ciudad Guayana.

LAS AGUAS SERVIDAS EN CIUDAD GUAYANA -EMBALSE MACAGUA II

En Puerto Ordaz, se cuenta con una planta de tratamiento de aguas servidas, con capacidad instalada de 670 lts/seg. la cual resulta insuficiente para recibir los 445 lts/seg. adicionales, que se estiman como gasto medio del sector sur oeste aeropuerto. También se encuentra el sector sur oeste de Puerto Ordaz donde los vertidos no son procesados, existiendo un volumen de aguas no tratadas de 3.615.200 m³/mes, que son vertidas de formas directa e indirecta al Embalse Macagua.

También es importante conocer que desde el establecimiento del Embalse Macagua II, éste está siendo afectado por el aporte de aguas servidas, que no se encuentran incorporadas a los colectores Caroní I y II de este tipo de aguas en Puerto Ordaz. En cambio las instaladas a dichos colectores si presentan sistemas de tratamiento en una baja proporción. Puede suponerse entonces que las aguas servidas que están entrando directamente al embalse alteren las propiedades fisico-químicas y biológicas, pudiendo incrementar el proceso de deterioro de la calidad sanitaria del agua del mismo y consecuentemente generar la degradación del medio ambiente acuático.

En cuanto a la disposición final de las aguas servidas, se ha venido observando la contaminación de las fuentes de abastecimiento por la disposición inadecuada de dichas aguas residuales, debido a los empotramientos irregulares de las aguas pluviales a las redes de cloacas y vice-versa, pudiendo ocasionar la alteración de la calidad físico-química y biológica producidas por los efluentes domésticos e industriales, además disminuyendo el potencial del recurso agua reflejado en la biota.

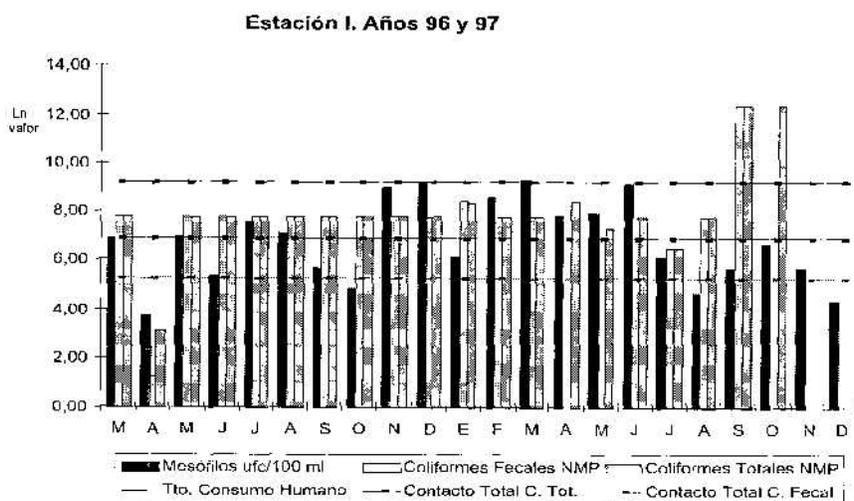
Durante los años 1996 y 1997, se realizó una investigación basada en una "Caracterización Bacteriológica y su influencia en la Calidad Sanitaria del Embalse Macagua II," en distintos sectores de la margen izquierda del Embalse Macagua II, durante el inicio del llenado. La misma se realizó en aquellos sitios donde se encuentran las diferentes torre-tomas, para agua potable e industrial de Ciudad Guayana, igualmente se tomaron como referencias dos sitios de drenajes de aguas servidas cercanas a éstas. El objeto de esta investigación era conocer los cambios ocurridos en la

calidad microbiológica del agua al inicio del funcionamiento de la represa durante los años 1996-1997 en varios sectores establecidos de acuerdo a los focos de contaminación presentes.

En esta investigación se tomó como referencia una Estación I, considerada de libre afectación de aguas servidas, además de dos sectores influenciados por las descargas de aguas servidas denominadas: Estación III- Morocure y Estación VI- Balneario Toro Muerto. Se encontraron los resultados siguientes:

Estación I: Durante el año 1996 los valores mayores de microorganismos mesófilos se registraron en los meses de noviembre y diciembre alcanzando valores de Ln 8,96 u.f.c/100 ml y Ln 9,16 u.f.c/100 ml respectivamente. Con relación a los coliformes totales y fecales se evidenció que a partir del mes de mayo hasta diciembre se mantuvo estable con un valor máximo de Ln 7,78 NMP/100 ml (Figura N° 1).

Figura N° 1. Indicadores Biológicos



En cambio en el año 1997, se observó el valor mayor de Ln 9,30 u.f.c/100 ml para los microorganismos mesófilos, en el mes de marzo con un descenso en los meses de abril y mayo, luego se evidenció un repunte en junio con una ligera tendencia a la disminución en los últimos meses del año. Con respecto a los coliformes totales se observó que los máximos valores de Ln 12,38 NMP/100 ml fueron alcanzados en los meses de septiembre y octubre. También se observó ausencia de estos indicadores en los dos últimos meses del año. En cuanto a los coliformes fecales se observó un valor mayor en el mes de septiembre de Ln 12,38 NMP/100 ml excediéndose incluso del valor máximo de aceptación de acuerdo a la, *Gaceta Oficial Nº 5.021 extraordinario, Decreto Nº 883 de fecha 18/12/95*, donde indica que el límite permisible es de Ln 9,21 (10.000 NMP/100 ml), encontrándose los valores antes señalados fuera de rango para aguas destinadas a tratamientos convencionales de potabilización a través de los diferentes procesos de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y cloración, las cuales se ubican en el tipo 1 subtipo 1B.

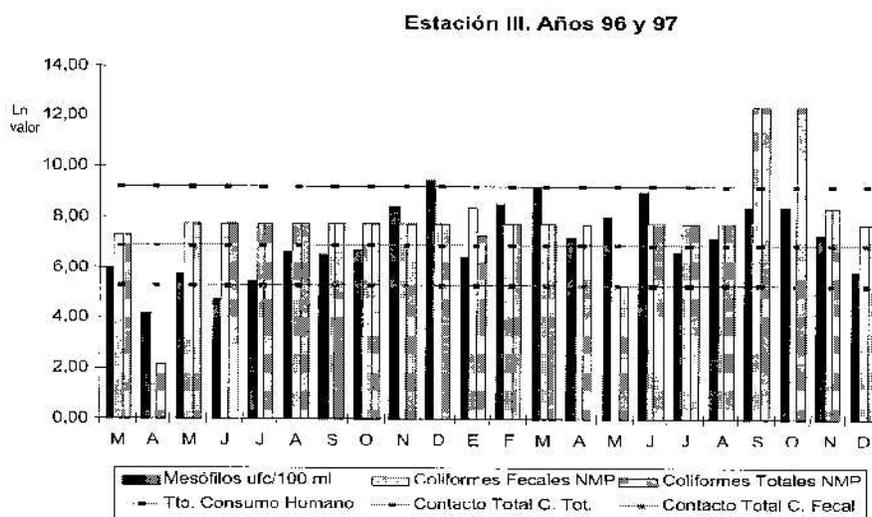
Por otra parte se pudo observar ausencia de coliformes fecales en los meses de abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre.

Estación III: En el año 1996 para los microorganismos mesófilos, se registraron los máximos valores de Ln 8,43 u.f.c/100 ml y Ln 9,47 u.f.c/100 ml, para los dos últimos meses del año respectivamente. Con relación a los otros dos índices estudiados se encontró una estabilización a partir del mes de mayo hasta el último mes del año, no observándose grandes diferencias con respecto a las dos estaciones anteriores señaladas. Cabe destacar que esta estación se encuentra afectada, debido a la influencia de las descargas de aguas servidas ubicada en el sector de Morocure, siendo atribuible el hecho a que el río presenta un alto poder de autodepuración no notándose señales de gran afectación (Figura Nº 2).

Para el año 1997 se pudo observar un valor mayor en el mes de marzo de Ln 9,17 u.f.c/100 ml, con un descenso en el mes de abril y un repunte en el mes de junio luego, una marcada variación el resto de los meses y una ligera tendencia a la disminución. Con respecto a los coliformes totales se observó un valor máximo de Ln 12,38 (240.000 NMP/100 ml), en los meses de septiembre y octubre igualmente con tendencia a la disminución en el resto del año, en cuanto a los coliformes fecales

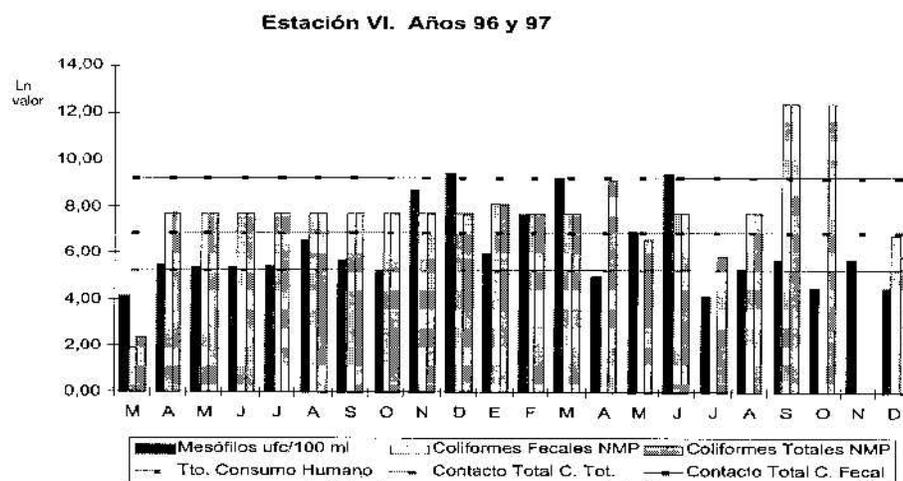
se presentó el valor mayor en el mes de septiembre y luego ausencia de estos microorganismos en los meses de abril, mayo y octubre.

FIGURA Nº 2 . Indicadores Biológicos



Estación VI: En esta estación existe la influencia por el aporte de aguas servidas, sin embargo se continuó presentando el mismo comportamiento que en las estaciones anteriores donde se observó, en el año 1996, los microorganismos mesófilos que alcanzaron los valores máximos de Ln 8,72 u.f.c/100 ml y Ln 9,45 u.f.c/100 ml para los meses de noviembre y diciembre respectivamente. En cambio para los coliformes totales y fecales se evidenció un significativo incremento con un máximo valor de Ln 7,78 NMP/ 100 ml desde el mes de abril hasta diciembre con una marcada estabilidad hasta el mes de diciembre, (Figura Nº 3).

Figura N° 3. Indicadores Biológicos



Durante el año 1997, se registró el valor máximo en el mes de marzo de Ln 9,22 u.f.c/100 ml para los microorganismos mesófilos. En cuanto a los coliformes totales se presentaron los valores mayores de Ln 12,38 (240.000 NMP/100 ml), en los meses de septiembre y octubre. Con relación los coliformes fecales se notó el valor mayor en el mes de septiembre de Ln 12,38 (240.000 NMP/100 ml), excediéndose del valor normal para aguas destinadas al consumo humano a través de procesos convencionales de potabilización.

Cabe señalar igualmente que en los meses de abril, mayo, julio, octubre y noviembre no se determinó la presencia de coliformes fecales en dicha estación.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Durante el año 1996, se observó que los indicadores biológicos en la Estación I, considerada de libre afectación, presentaron sus máximos valores en los meses noviembre y diciembre, lo cual revela que a esa altura el embalse ya está siendo afectado por contaminación de otro origen y no por la influencia de aguas servidas.

Con respecto a las Estaciones III (Morocure) y VI (Balneario Toro Muerto), las cuales se encuentran afectadas por descargas de aguas servidas, no mostraron grandes diferencias significativas de las poblaciones bacterianas, al compararlas con la Estación I, tomada como control sin afectación por las aguas servidas, considerando que el embalse presenta un alto poder de dilución.

Para los coliformes totales y fecales el comportamiento fue semejante en todas las estaciones estudiadas durante el año 1996, donde se alcanzaron los valores máximos a partir del mes de mayo hasta diciembre. Este comportamiento es aceptable debido a que en este mes se inicia la época de lluvia, donde existe mayor escorrentía superficial, al igual que la carga de sedimentos y contaminantes que drenan hacia el embalse, caso contrario se presenta en la época de sequía, ya que existe menor arrastre de desechos. Cabe señalar que a partir del mes de junio se represó el río, por lo tanto las nuevas condiciones conllevan a una mayor concentración de nutrientes y al mismo tiempo la actividad microbiológica, es incrementada para la degradación de la materia orgánica, producto de las áreas inundadas aunados a aquellos procedentes de los efluentes de aguas de desechos ricas en sustancias orgánicas. En los últimos años se ha venido observando un marcado deterioro de la calidad del agua, igualmente se han detectados las causas y la magnitud del problema, contribuyendo esta situación a que la capacidad del proceso de autodepuración del embalse se encuentre amenazada, a medida que sean incorporadas más descargas de aguas servidas, ayuda al incrementar el proceso de eutrofización.

Para el año 1997, se observó que los máximos valores encontrados, para los microorganismos mesófilos se registraron en el mes de marzo, este comportamiento se debe a una alta concentración de compuesto

orgánico, aportado al embalse a través de otras fuentes como son las aguas servidas que están drenando directamente de las aquellas áreas urbanas circundantes, además es necesario tomar en cuenta que éste período corresponde a la época de sequía y por lo tanto no existe aporte mediante aguas de lluvia. Por otra parte los coliformes totales presentaron su mayor predominancia en los meses septiembre y octubre en todas las estaciones estudiadas, y ausencia de éstos en la Estación I, durante los meses de noviembre y diciembre, y en la Estación VI en el mes de noviembre, asumiendo que en ese momento las bacterias no contaban con el sustrato suficiente para realizar sus funciones básicas.

Con respecto a los coliformes fecales en la Estación I, se encontró que el máximo valor se reportó en el mes de septiembre y ausencia de éstos indicadores para el resto del año. En la Estación III se observó que el máximo valor fue registrado en el mes de septiembre y ausencia de éstos en el mes de octubre, igualmente se detectó en la Estación VI que su máximo valor fue en el mes de septiembre y ausencia de esto en el mes de octubre y noviembre, correspondiendo estos meses al periodo de lluvias corto, presumiendo que dentro del Embalse Macagua existió el efecto predatorio y competencia, por el sustrato repercutiendo en la sobrevivencia de los microorganismos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el embalse Macagua II las variables ambientales, hidrológicas y parámetros biológicos durante el período de esta investigación marcaron un ambiente heterogéneo en espacio y tiempo, observando algunas diferencias entre estaciones y meses de muestreos.
- El elevado índice de contaminación por los indicadores biológicos, de las aguas superficiales del embalse Macagua II, revela que existe una alteración de la calidad del agua después del represamiento, incrementándose aún más durante el año 1997 en los meses de septiembre y octubre en la mayoría de las estaciones.
- Las estaciones donde existen directamente descargas de aguas servidas no mostraron grandes diferencias, con respecto aquellas

sin afectación, lo que sugiere que el embalse presenta un alto poder de autopurificación.

- Durante el momento de la investigación se observó que existía un alto poder de autopurificación, debido a que el embalse continuaba comportándose como río, ya que no se observaron grandes alteraciones de sus características fisicoquímicas. En cambio desde el punto de vista bacteriológica, se viene detectando un incremento en su carga bacteriana desde el año 1996, acentuándose aún más en el año 1997, durante algunos meses y ausencia en otros.
- En los últimos años debido al incremento demográfico hacia la zona oeste de Puerto Ordaz, ha ocasionado una gran demanda de agua potable, por lo tanto se requiere construir el módulo de agua potable que abastecerá a los diferentes sectores, siendo necesaria la disponibilidad financiera.
- Debido al incremento desproporcionado de la población en la ciudad de San Félix, se requiere igualmente construir una planta de tratamiento que cubra la demanda, requiriéndose para éstos los recursos financiero.
- Se deben promover programas de educación ambiental con la participación de todos los entes involucrados, debido a su uso indiscriminado en Ciudad Guayana, con la finalidad de concientizar a la población a partir de su valoración importancia y uso racional del recurso agua.
- Se recomienda a los entes involucrados, promover actividades con la finalidad de dar cumplimiento a la normativa legal vigente, en cuanto a los controles de vertidos líquidos, a fin de garantizar los usos legítimos del cuerpo de agua con una mínima afectación.
- Establecer como prioridad sanitaria, la construcción de la Planta de tratamiento de Agua Servidas, para el sector Suroeste de Puerto Ordaz.
- A los organismos competentes, desarrollar programas de saneamiento ambiental en el sector de Toro Muerto de Puerto Ordaz, el cual está siendo afectado por desperdicios.

- Se requiere desarrollar todos los proyectos de saneamiento de aguas servidas para todos los sectores de San Félix.

BIBLIOGRAFÍA

- Gaceta Oficial de la República de Venezuela.* 1995. Ley Penal del Ambiente. N° 5021. extraordinario. Caracas.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela.* 1998. "Normas Sanitarias de Calidad de Agua de fecha 13 de febrero de 1998. Caracas.
- Lewis, M.Jr. & Weibezahn, F.* 1981. The Chemistry, Energy Flow, and Community Structure in Some Venezuela Fresh Waters. *Arch. Hydrobiol./Suppl.* 50:145-207.
- Paolini, J.; Herrera, R. & Nemeth, A.* 1983. Hydrochemistry of the Caroní Rivers. In: Transport of Carbon and Minerals in Major World Rivers. Part. 2 (Editores: Degens, E.T.; S. Kempe & Soliman). *Mitt. Geol. Palaont. Inst. Univ. Hamburg. Scope/Unep. Sonderband Heft 55:* 223-236.
- Rodríguez, I.Z.* 2002. "Caracterización Bacteriológica y su Influencia en la Calidad Sanitaria del Agua del Embalse Macagua II. Trabajo Especial de Grado para optar al título de Magíster en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional Experimental de Guayana. Puerto Ordaz. Estado Bolívar.
- Sánchez & Vásquez, E.* 1983. Dinámica Estacional del Plancton en dos Sectores del Río Orinoco y una Laguna de Inundación Adyacente. *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.* 44: 11-34.
- Vegas, T.* 1994. Water Chemistry of the Guri Reservoir (rainy season 1985). Relationships Between Humic Color and Aqueous Iron and their Limnological Importance. *Arch. Hydrobiol.*, 132 (1): 69-94.