



Observación de las tendencias del estudio sobre la calidad del agua en período de sequía de la cuenca del río Yaracuy y el embalse Cumaripa

Zambrano Zapata Luis Fidel

Universidad Politécnica Territorial de Yaracuy "Aristides Bastidas". Venezuela

<https://orcid.org/0000-0002-6132-4346> lfidelzz@gmail.com

ASA/Artículo

doi: <http://doi.org/10.5281/zenodo.7365452>

Recibido: 02-02-2022

Aceptado: 21-11-2022

RESUMEN

Las aguas del río Yaracuy son destinados a múltiples usos entre ellos el riego, el abastecimiento de agua potable, agroindustrial y recreacional. Las principales actividades económicas que se desarrollan en la cuenca son la agricultura y la agroindustria, identificado como los principales problemas de calidad de las aguas del río Yaracuy el arrastre de sedimentos y la contaminación orgánica y microbiana generados por la destrucción de la capa vegetal y las descargas de aguas residuales de las industrias y poblaciones. En este trabajo se realizaron las observaciones de las tendencias de los resultados del estudio sobre la evaluación de la calidad de las aguas del río Yaracuy, desembocadura del río Yurubí y del embalse Cumaripa en el muestreo llevado a cabo por el Ministerio del Ambiente en el año 2011 y comparados con las características de calidad de las aguas para cada tipo de uso asignado, establecidas en los Art. 5° y 6° del Decreto 2181 "Normas para la Clasificación y el control de las aguas de la cuenca del Río Yaracuy con el interés de verificar el cumplimiento de la normativa técnica, ambiental y legal vigente en el país. Los resultados indican el impacto de las descargas de las aguas residuales de las poblaciones y de las empresas asentadas en la cuenca incide directamente sobre la calidad de las aguas del río Yaracuy.

Palabras clave: Calidad del agua, aguas residuales, índice de calidad del agua.



Assessment of water quality in the dry period of the Yaracuy river basin and the Cumaripa reservoir

ABSTRACT

The waters of the Yaracuy River are destined for multiple uses, including irrigation, drinking water supply, agro-industrial and recreational. The main economic activities that take place in the basin are agriculture and agro-industry, identified as the main water quality problems of the Yaracuy river the dragging of sediments and organic and microbial contamination generated by the destruction of the vegetal layer and the wastewater discharges from industries and towns. In this work, the observations of the tendencies of the results of the study on the evaluation of the water quality of the Yaracuy river, mouth of the Yurubí river and the Cumaripa reservoir were made in the sampling carried out by the Ministry of the Environment in the year 2011 and compared with the water quality characteristics for each type of assigned use, established in Articles 5 and 6 of Decree 2181 "Rules for the Classification and control of the waters of the Yaracuy River basin with the interest in verifying compliance with technical, environmental and legal regulations in force in the country. The results indicate the impact of wastewater discharges from populations and companies located in the basin directly affects the quality of the waters of the Yaracuy River.

Keywords: water quality, wastewater, water quality index

INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Yaracuy, se encuentra ubicada entre los $68^{\circ} 12'$ y $69^{\circ} 04'$ de longitud Oeste y entre los $10^{\circ} 04'$ y $10^{\circ} 36'$ de longitud Norte, Tiene una extensión de 2.236 Km², abarcando por el noroeste las estribaciones septentrionales de la Sierra de Aroa y por el sureste los flancos de las Sierras Santa María y San Luis. (Parra, 1974). Entre ambas serranías, se extiende el valle del Río Yaracuy con un ancho que varía de 15 a 22 km, caracterizado por una zona montañosa delimitada por alturas superiores a los 500 metros sobre el nivel del mar y una zona baja cuyos rasgos morfológicos más representativos son conos aluviales y planicies fluviales, cortadas por los cauces de los tributarios del río. El Río Yaracuy tiene una orientación Suroeste-Noreste, con sus nacientes en la Sierra de María Lionza hasta la desembocadura en el Mar Caribe una longitud de 132 Km. (Parra, 1974).

Las características fisiográficas establecen una cierta diferenciación entre la zona Alta, Media y Baja de la cuenca y el embalse Cumaripa que ha sido ubicado en ese lugar que podría tomarse arbitrariamente como los puntos de

delimitaciones de dichas zonas. Se considera como Alto Yaracuy el tramo comprendido entre la confluencia del cauce del río con la quebrada Quibayo hasta la presa El Voladero del Embalse Francisco Amelinck (Cumaripa). El Medio Yaracuy está comprendido desde la presa El Voladero del Embalse Cumaripa hasta el Puente Peñón y el Bajo Yaracuy desde el Puente Peñón hasta la desembocadura. (Ver Figura 1). Las aguas del río Yaracuy son destinados a múltiples usos entre ellos el riego, el abastecimiento de agua potable, industrial, recreacional, entre otros.

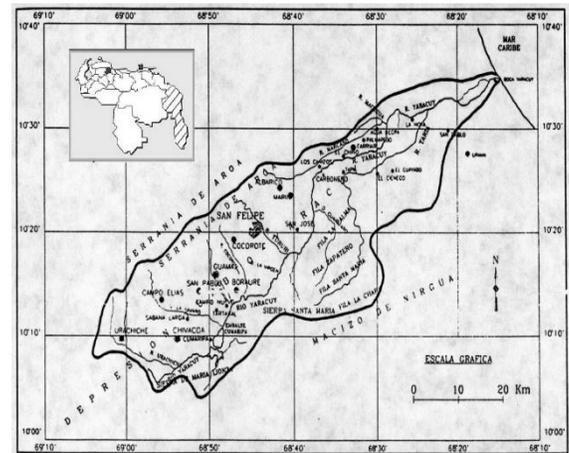


Figura 1. Mapa de la cuenca del río Yaracuy. Fuente: Plan maestro de la cuenca del río Yaracuy.

Las principales actividades económicas que se desarrollan en la cuenca son la agricultura y la agroindustria, habiéndose identificado como los principales

problemas de calidad de las aguas del Río Yaracuy el arrastre de sedimentos y la contaminación orgánica y microbiana generados por la destrucción de la capa vegetal y las descargas de aguas residuales de las industrias y poblaciones. (MARN, 1997). Por otro lado, tenemos el embalse Cumaripa que está ubicado en la cuenca alta del río Yaracuy, posee una extensión de 8,5 Km², y una proyección de vida útil de 100 años donde sus usos múltiples, destacan, el control de inundaciones, sedimentos, riego, recreación, piscicultura y el abastecimiento para uso doméstico de la ciudad de San Felipe y otras poblaciones (MARN, 1997).

La información sobre calidad del agua del río Yaracuy data de 1972, cuando el Ministerio de Sanidad y Asistencia Social realizó el Estudio Integral del Río Yaracuy. Posteriormente, desde 1981 hasta 1996, la empresa MOCARPEL realizó un esfuerzo de monitoreo sistemático para generar información de calidad de las aguas, en varios puntos del bajo Yaracuy. En el año 1997, se promulgaron las “Normas para la clasificación y el control de la calidad de las aguas de la cuenca del río Yaracuy”,

Decreto 2.181, del 29/10/1997, publicado en Gaceta Oficial 36344 del 28/11/1997. A partir de esta fecha, el Ministerio del Ambiente ha realizado evaluaciones periódicas en este cuerpo de agua al objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 31 del decreto antes señalado.

De acuerdo con la Gaceta Oficial de Venezuela 36.344 (1997), Las Normas del Río Yaracuy (Decreto 2.181), en su artículo 4º, establecen la división del río Yaracuy en cinco (5) sectores, como son: alto, medio y bajo Yaracuy; embalse Cumaripa y desembocadura, en el Golfo Triste del Mar Caribe. Con el fin de hacer seguimiento a lo establecido en las Normas de Calidad de Agua del río Yaracuy, la Dirección Estatal Ambiental Yaracuy (DEA Yaracuy) y la Dirección de Calidad de Aguas adscrita a la Dirección General de Calidad Ambiental (DGCA), coordinaron la actividad de muestreo correspondiente a la temporada de sequía para el mes de abril de 2011.

Desde el año 1997, a partir de la publicación de las Normas para la Clasificación y el Control de las Aguas de

la Cuenca del Río Yaracuy, el Ministerio del ambiente ha realizado muestreos de seguimiento puntuales en 1997, previo a la entrada en vigencia de las normas, 1999 y 2000. En noviembre 1997, 1999 y mayo 2000 se captaron muestras en los puntos del río, en el embalse Cumaripa y en cinco descargas industriales, correspondientes a las principales industrias de la región, las cuales están ubicadas en el bajo Yaracuy de acuerdo con lo señalado en el Plan Maestro. Por vez primera, en el 2008 se realizaron dos muestreos en los períodos de sequía y lluvias. Posteriormente se le ha dado continuidad en el seguimiento y evaluación del río Yaracuy para las temporadas de sequía y de lluvia.

Dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 31 de las normas donde se establece que el Ministerio promoverá, planificará, coordinará, evaluará y ejecutará un programa de monitoreo de la calidad de las aguas, evaluación y medición de los sedimentos del río Yaracuy y red hidrográfica tributaria, según las recomendaciones del Plan Maestro para el Control y Manejo de la Calidad de las Aguas del Río Yaracuy

(Plan Maestro, 1997). Este Plan Maestro prevé los sitios para el muestreo de calidad de las aguas del río Yaracuy con la finalidad de hacer seguimiento a la aplicación de las normas y además recomienda que se realicen dos muestreos por año, uno en la época de sequía y otro en la época de lluvia.

Dado a lo anterior el objetivo del trabajo es realizar una observación de las tendencias de los resultados del estudio sobre la evaluación de la calidad de las aguas del río Yaracuy, desembocadura del río Yurubí, el embalse Cumaripa y compararlas con lo establecido en el Decreto 2.181 “Normas para la Clasificación y el control de las aguas de la cuenca del Río Yaracuy”, publicada en la G.O 36.344 de fecha 28/11/ (Gaceta Oficial de Venezuela 36.344, 1997).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron las observaciones de las tendencias de los resultados del estudio sobre la evaluación de la calidad de las aguas del río Yaracuy, desembocadura del río Yurubí y del embalse Cumaripa en el muestreo llevado a cabo por el Ministerio

del Ambiente (2011) y fueron comparados con las características de calidad de las aguas para cada tipo de uso asignado, establecidas en los Art. 5° y 6° del Decreto 2181 “Normas para la Clasificación y el control de las aguas de la cuenca del Río Yaracuy”, publicada en la G.O 36.344 de fecha 28/11/97 (Gaceta Oficial de Venezuela 36.344, 1997).

Los análisis fueron realizados por La Dirección Estatal Ambiental Yaracuy (DEA), en coordinación con la Dirección de Calidad de Aguas y la Dirección de Laboratorio Ambiental, adscritas a la Dirección General de Calidad Ambiental, junto con los laboratorios Ambientales de las DEAs Lara y Aragua. En dicho estudio se determinó la calidad de las aguas en la cuenca alta, media y baja del río Yaracuy y evaluaron la calidad de las aguas realizando los análisis fisicoquímicos, bacteriológicos y de biota del embalse Cumaripa, establecido por el plan de muestreo del río Yaracuy.

En dicho estudio se capturaron muestras en diez (10) puntos del río Yaracuy (Cuadro 1), un (1) punto en la desembocadura del

río Yurubí, cuatro (4) puntos en el embalse Cumaripa (Cuadro 2, Figura 2).

Cabe destacar que en los puntos de muestreo seleccionados del río Yaracuy y del Yurubí se tomaron muestras discretas, a nivel superficial. Las captaciones de las muestras en el embalse Cumaripa en los cuatros (4) puntos seleccionados, se determinaron en base a los resultados *in situ* de las mediciones de oxígeno disuelto (OD) y temperatura realizadas metro a metro desde la superficie hasta el fondo. Para la captación de fitoplancton y zooplancton se realizaron barridas de 0 a 5 metros, en cada uno de los puntos de muestreo.

En este trabajo se realizaron las observaciones de las tendencias de los resultados del análisis de los parámetros de oxígeno disuelto, temperatura, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, conductividad, pH, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Totales, Sólidos Suspendidos Totales, coliformes totales y coliformes fecales

Cuadro 1. Puntos de muestreos en el río Yaracuy

<i>Fecha/Grupo</i>	<i>Puntos de Muestreos</i>	<i>Descripción del Lugar</i>	<i>Coordenadas Geográficas</i>
ALTO YARACUY			
Grupo Nº 1 26/04/2011	RY 1	Sorte	N 11°18'25"/O 51° 55'04"
	RY 2	Quibayos	N 11° 16'88"/O 50°89'64"
	RY 3	San Rafael	N 11°20'02"/O 51°57'82"
MEDIO YARACUY			
Grupo Nº 2 26/04/2011	RY 5	Puente Santa Maria	N 11°32'24"/O 53°18'63"
	RY 6	Arenera San José	N 11°38'86"/O 53°57'79"
	RY 7	Puente El Peñón	N 11°49'15"/O 54°61'59"
BAJO YARACUY			
Grupo Nº 3 26/04/2011	RY 8	Puente El Chino	N 11°54'93"/O 54°61'59"
	RY 9	La Hoya	N 11°63'99"/O 56°61'33"
	RY 11	Desembocadura Río Yaracuy	N: 1.170.338 E: 583.104
	RY 12	Río Yurubí	N 11°40'19"/O 53°23'91"

Fuente. Ministerio del Ambiente (2011).

Cuadro 2. Puntos de muestreos en el embalse Cumaripa

EMBALSE CUMARIPA (ANÁLISIS FÍSICO- QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS)				
Fecha/ Grupo	Puntos de Muestreos	Descripción del Lugar	Observación	Coordenadas Geográficas
Grupo N° 1 27/04/11	C1 Superficial	Puente Cumaripa	Se realizó mediciones de Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura y Conductividad, así como la captación de plancton a lo largo del perfil y a nivel superficial los parámetros químicos y bacteriológicos	N 11°21'60"/O 52°03'99"
	C1 fondo	Puente Cumaripa	Se captaron muestras para determinar los parámetros físicos-químicos.	
	C2 Superficial	Centro del embalse	Se realizaron mediciones de Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura y Conductividad, así como la captación de plancton a lo largo del perfil y a nivel superficial los parámetros químicos y bacteriológicos.	N 11°29'77"/O 52°11'38"
	C2 Fondo		Se captaron muestras para determinar los parámetros físicos-químicos.	
	C3 Superficial	Tapón del embalse	Se realizaron mediciones de Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura y Conductividad, así como la captación de plancton a lo largo del perfil y a nivel superficial los parámetros químicos y bacteriológicos	N 11°12'57"/O 52°19'48"
	C3 Fondo		Se captaron muestras para determinar los parámetros físicos-químicos.	
	C4 Superficial	Sur del Puente Cumaripa	Se realizaron mediciones de Oxígeno Disuelto, pH, Temperatura y Conductividad, así como la captación de plancton a lo largo del perfil y a nivel superficial los parámetros químicos y bacteriológicos	Sin Coordenadas
	C4 Fondo		Se captaron muestras para determinar los parámetros físicos-químicos.	

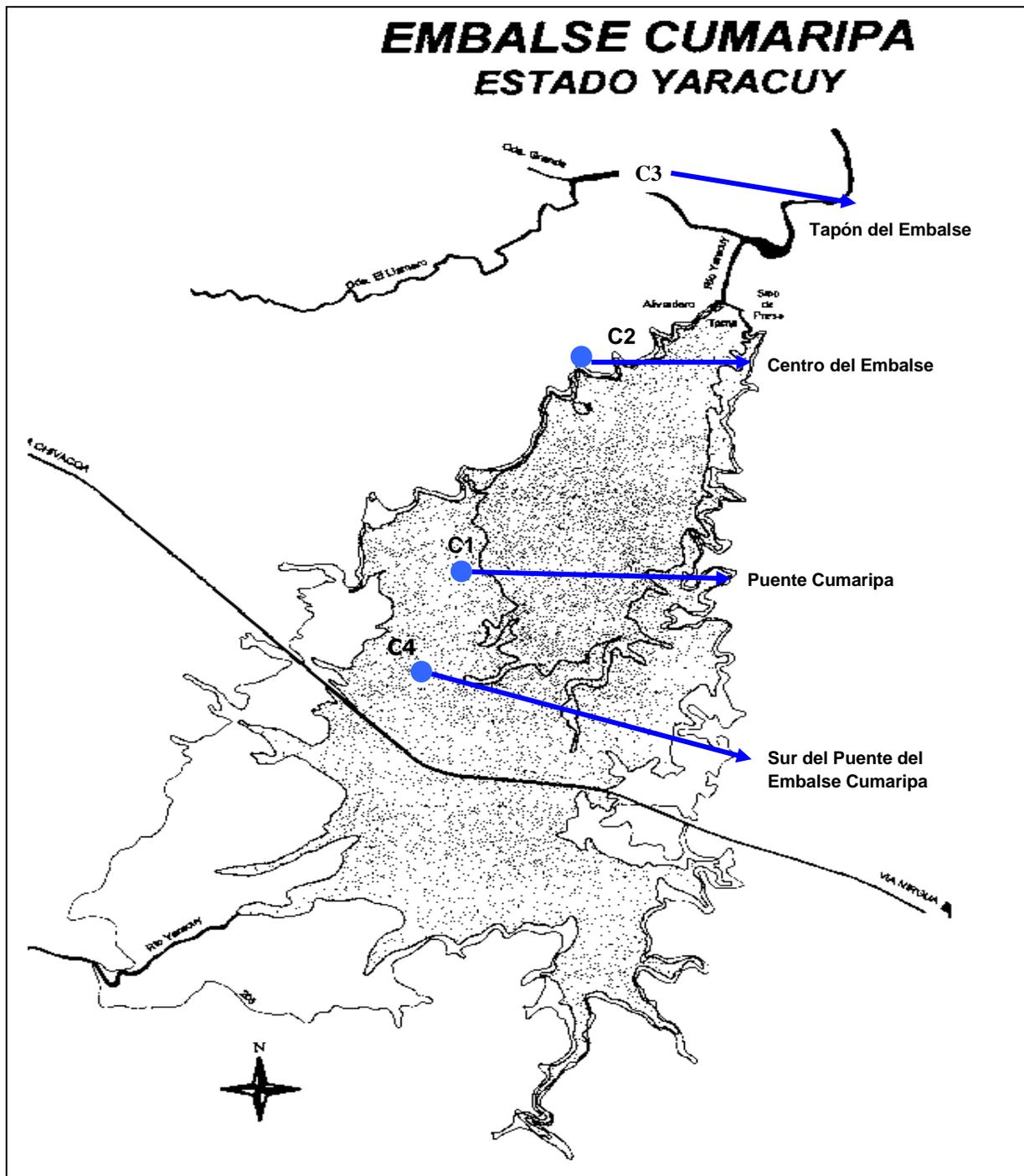


Figura 2. Puntos de muestreo embalse Cumaripa

Fuente: Ministerio del ambiente (2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados del río Yaracuy y embalse Cumaripa

Se presentan las observaciones de las tendencias de los resultados del análisis de los parámetros de oxígeno disuelto, temperatura, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno,

conductividad, pH, Nitrógeno Total, Fósforo Total, Sólidos Disueltos Totales, Sólidos Totales, Sólidos Suspendedos Totales, coliformes totales y coliformes fecales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados de los principales parámetros medidos en el río Yaracuy

PARÁMETROS MEDIDOS EN LOS DIFERENTES PUNTOS DE MUSTREO EN EL RÍO YARACUY										
Parámetros	RY1	RY2	RY3	RY5	RY6	RY7	RY8	RY9	RY12	Decreto 2.181
Oxígeno Disuelto	6,12	5,56	4,5	4,98	5,2	5	0,68	4,75	3,79	>4.0(Alto) >3,0 (Medio y Bajo)
pH	7,99	7,8	7,79	7,88	7,78	7,79	7,51	7,63	7,79	6,0 -8,5
Temp.(°C)	25	25	25	28,2	28,6	29,6	29,6	29,5	32,1	No Detectable
DBO (mg/L)	2	2	2	14	8	2	38	5	14	No Detectable
DQO (mg/L)	4	8	16	72	42	112	155	34	57	No Detectable
ST	392	556	592	848	1708	14272	764	632	504	No Detectable
SDT	352	556	532	532	544	492	541	576	312	1500 (Alto) 3000 (Medio y Bajo)
SST	40	1	60	316	1164	13810	223	56	260	No Detectable
FT (mg/L)	0,01	0,01	0,24	0,1	0,79	0,36	1,94		0,95	No Detectable
NT (mg/L)	2,2	2,8	2,2	2	2	2,8	2,2	2,2	3,3	No Detectable
CT	17000	22000	220000	170000	1600000	110000	1600000	1600000	1600000	<2000 NMP/100 ml (Alto) <5000 NMP/100 ml (Medio y Bajo)
CF	2000	7000	170000	50000	900000	50000	1600000	900000	1600000	<1000 NMP/100 ml

Fuente: Ministerio del Ambiente (2011).

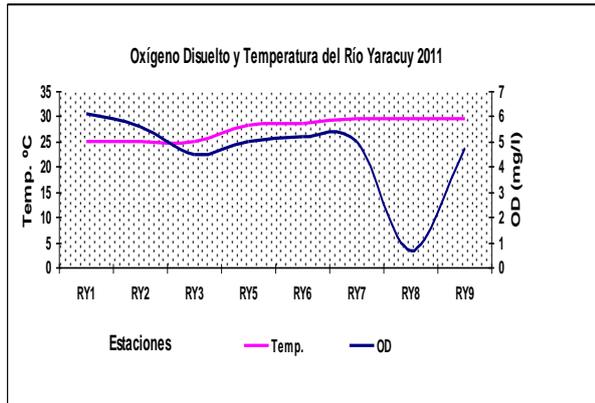


Figura 3. Relación entre Oxígeno Disuelto y Temperatura del río Yaracuy

Elaborando una relación entre los parámetros de Oxígeno Disuelto (OD) y Temperatura (°C), se puede observar en la Figura 3 que en los tres (3) puntos de muestreos del alto Yaracuy tiene valores de concentración de temperatura 25 °C, además se puede ver que en la parte alta del río las concentraciones de OD es mayor (4mg/l) cumpliendo con lo establecido en el Decreto 2.181, es decir; que no existe alteración por las actividades antropogénicas. En el tramo del medio Yaracuy la temperatura comienza a incrementarse en los puntos (RY5, RY6 y RY 7) oscilando entre 28 y 29 °C, se puede inferir que es producto del Río Yurubí punto (RY12) que descarga en el este trayecto del río Yaracuy llevando las aguas residuales de la ciudad de San Felipe, reportando valores de temperatura de 32,2 °C, y la concentración de OD es baja de (3,75mg/l) que es atribuible a dicho incremento.

Sin embargo, el aumento no es significativo, aunque durante todo el trayecto del río no se evidencia un incremento de temperatura relevante que pueda influir considerablemente en la concentración de OD. Ya que las concentraciones de OD en estas estaciones se encuentra superior al límite mínimo permisible por el Decreto (3mg/l). Por otro lado, tenemos que en la parte baja del río Yaracuy en el punto del Puente El Chino (RY8) la concentración del OD llega a 0,68 mg/l esto muestra que existe un déficit de OD en esta zona y se puede deducir que la causa es motivada a los efluentes de las principales empresas y Río Yurubí que descargan en el este trayecto del río Yaracuy. Por otro lado, en el punto La Hoya (RY9) aumenta de nuevo la concentración de OD a 4,75 mg/l es decir; que tiene una recuperación significativa permitiendo el incremento en la concentración de OD del río, lo cual puede ser resultado de aireación natural en el cuerpo de agua en este punto, hecho que permite la auto recuperación de dicho parámetro, pues esto no puede atribuirse a la temperatura, ya que se evidencia en el gráfico que la misma se mantiene en valores casi constantes en el punto (RY7) y (RY8).

Cabe destacar que la temperatura se mantiene entre los mismos rangos. En el gráfico 2 se

establece una relación entre Oxígeno Disuelto y Demanda Química de Oxígeno en la cual se puede observar que en la parte alta del río Yaracuy (RY1), (RY2) y (RY3) la concentración del OD es mayor a (4 mg/l), en cuanto a la DQO las concentraciones son bajas en estas estaciones porque no existe impacto negativo que pueda alterar las condiciones fisicoquímicas del río Yaracuy. En la parte media que la conforma el punto Santa María (RY5), La Guaquirá (RY6) y Puente El Peñón (RY7) se puede observar que va aumentando las concentraciones de DQO mostrando que a partir de esta zona empieza la afectación de la cuenca, producto de las actividades antropogénicas como es la descarga del Río Yurubí (RY12) que lleva las aguas residuales domésticas de la Ciudad San Felipe, sin ningún tipo de tratamiento previo, alterando así las características físico-químicas del agua del río Yaracuy, durante la época de sequía.

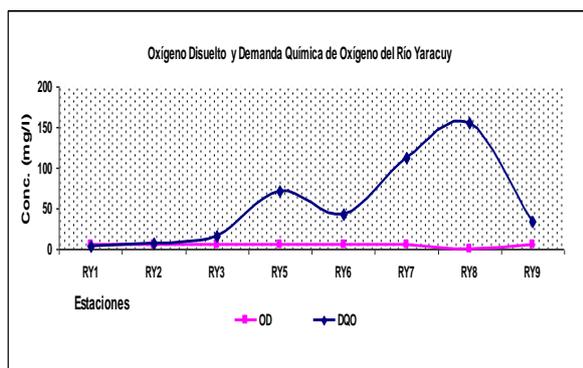


Figura 4. Relación entre Oxígeno Disuelto y Demanda Química de Oxígeno del río Yaracuy.

En la Figura 4 se puede observar que las concentraciones del OD se mantiene una

relación oscilando entre 4 a 5 mg/l. También se pudo evidenciar que existe en el punto Puente El Chino (RY8) comienza la parte más crítica, aumentando la afectación en aguas abajo del río Yaracuy donde se evidenció que en esta estación se tiene valores de DQO de 155 mg/L, y un OD de 0,68 mg/l es decir, que la calidad de agua del río Yaracuy es alterada en este trayecto. Sin embargo, en la estación La Hoya (RY9) y Río Yurubí (RY12) aumenta el OD y disminuye la DQO permitiendo su recuperación, esto se debe a la autopurificación del río que le permite estabilizar su condición de la cuenca.

En general se pudo evidenciar que la DQO es inversamente proporcional a la concentración de OD, pues, mientras mayor es la concentración de DQO menor es la concentración de OD, de acuerdo a ello, el punto (RY8) es claramente el punto más crítico del curso del río, pues la concentración de DQO es sumamente elevada lo que implica el descenso en la concentración de OD, hecho que permite inferir que la vida de las especies acuáticas en este punto es muy poca o casi nula.

En la Figura 5 se estableció una relación entre Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno se pudo observar que la cuenca alta de Yaracuy se mantiene una relación y no existe alteración en las estaciones

Sorte (RY1), Quibayo (RY2) y San Rafael (RY3), en la estación Santa María (RY5) empieza a aumentar la curva de DQO producto que ese punto descarga el Río Yurubí (RY12), Sin embargo en la estación La Guaquira (RY6) baja la concentraciones de DQO nuevamente pero vuelve a aumentar en el punto del Puente El Chino (RY8) tanto la DBO y DQO considerándose como punto crítico y teniendo una recuperación el punto La Hoyo (RY9).

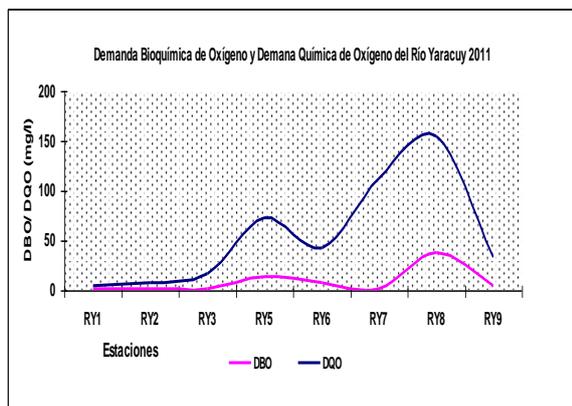


Figura 5. Relación entre Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno del río Yaracuy.

En la Figura 6 se estableció una relación entre el Nitrógeno Total y Fósforo Total, donde se pudo observar que en líneas generales existe una alta concentración de N y P en los puntos Sorte (RY1) y Quibayo (RY2). Pero en los demás puntos las concentraciones de N y P en las demás estaciones del río no presentan grandes variaciones en la relación que se estableció entre la concentración de N y P.

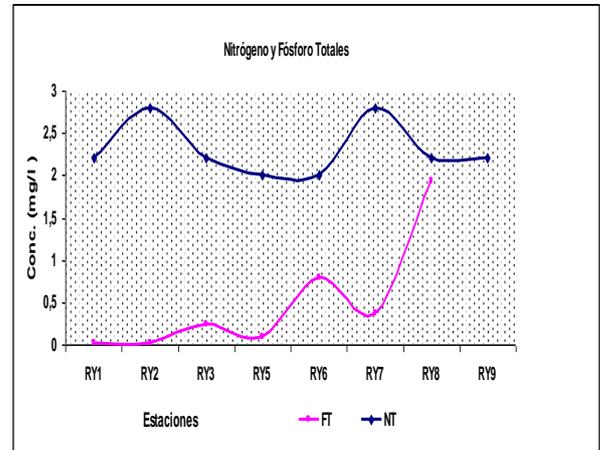


Figura 6. Relación entre Nitrógeno y Fósforo Totales del río Yaracuy

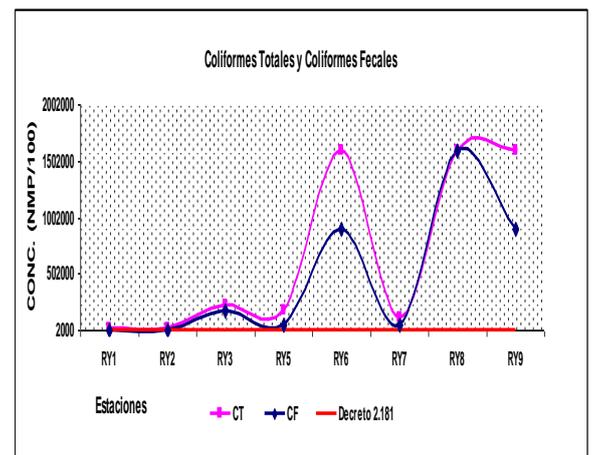


Figura 7. Relación entre Coliformes Totales y Coliformes Fecales del río Yaracuy.

En la Figura 7 se estableció una relación entre los coliformes totales y coliformes fecales en la cual, se pudo observar que en la parte alta de la cuenca del río Yaracuy los valores de CT y CF superan los límites establecidos por el Decreto 2.181. En el punto Arenera San José (RY6)

pudo evidenciarse que tanto la concentración de CT como la de CF se incrementan. Esto puede ser debido a las descargas de las aguas residuales sin tratamiento las cuales modifican las concentraciones, sin embargo, se puede ver un descenso en el punto El Peñón (RY7), que posteriormente para el punto Puente el Chino (RY8) aumenta nuevamente igualándose los valores de concentración de CT y CF.

Cabe destacar que el punto (RY8) es un punto crítico del Río Yaracuy, pues si se observan los gráficos 1 y 2, puede evidenciarse que en él se dan las peores condiciones en relación a la concentración de los parámetros físico-químicos, es decir, está en concordancia con lo evidenciado en este gráfico.

Además, se pudo ver que para el punto río Yurubí (RY12) ambas concentraciones permanecen altas, lo cual establece condiciones no aptas para el Río Yaracuy a partir del punto (RY8) en adelante.

En la Figura 8 se pudo observar que los Sólidos Disueltos Totales no presenta grandes variaciones, manteniéndose estable a lo largo del Río Yaracuy, cumpliendo con lo establecido en el Decreto 2.181. En cuanto a los Sólidos Totales y Sólidos Suspendidos Totales en las estaciones de la Cuenca alta del río Yaracuy tiene concentraciones muy bajas, en las estaciones de la Cuenca Media del río Yaracuy que están conformada por Arenera San José (RY6), Puente El Peñón (RY7) y El Puente

Chino (RY 8) teniendo un aumento de concentraciones en estos puntos.

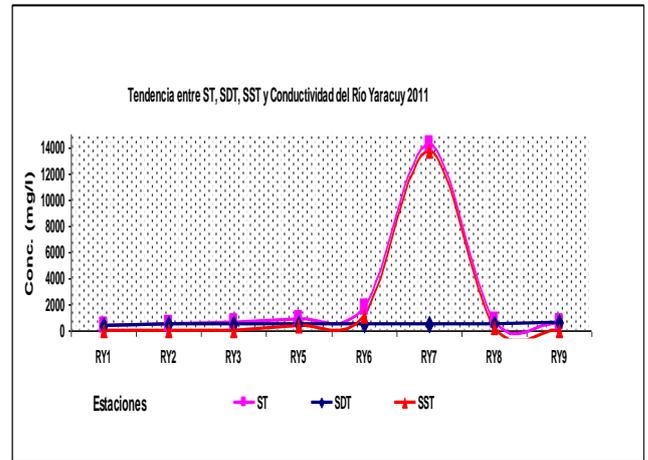


Figura 8. Relación entre ST, SDT y SST del río Yaracuy.

Esto se atribuye a las descargas de las aguas del río Yurubí que lleva las aguas residuales de la Ciudad San Felipe y las descargas de las principales empresas. En la parte baja del río vuelve a establecerse y los valores son bajos, es decir que los tramos críticos o con mayor afectación de río son las estaciones.

Mediante la revisión de la Figura 9, se pudo observar que hay una concentración constante de NT con un leve ascenso en el fondo del centro del embalse (C3), posteriormente dicha concentración tiene una leve disminución en la superficie del tapón del embalse (C4). También se pudo ver el comportamiento de la concentración. En cuanto al parámetro OD a lo largo del embalse, con ascensos en las superficies y descensos en los fondos de cada

uno de los puntos muestreados. Esto se debe al resultado de la aireación que recibe la superficie de forma natural gracias al ciclo hidrológico.

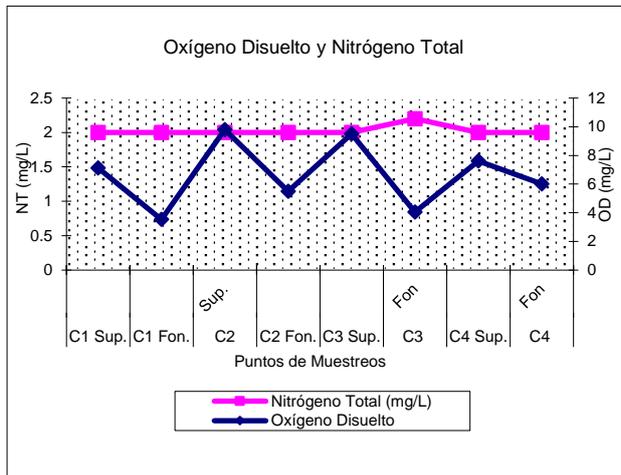


Figura 9. Relación entre Oxígeno Disuelto y Nitrógeno Total del Embalse Cumaripa abril 2011

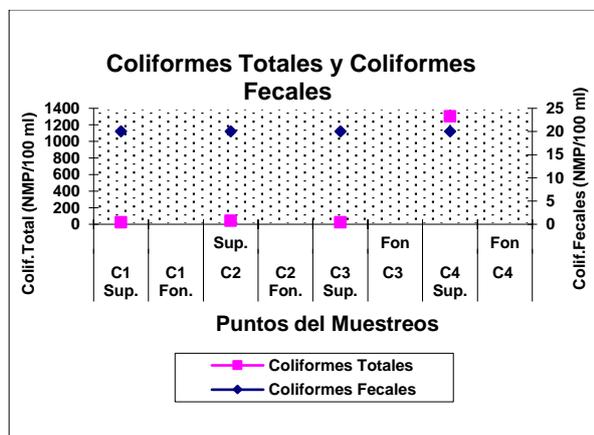


Figura 10. Relación entre Coliformes Totales y Coliformes Fecales del Embalse Cumaripa abril 2011.

La Figura 10 permitió observar los valores de CT y CF en el embalse, donde se evidencia un valor casi constante en la concentración de los

CT en todos los puntos muestreados, sin embargo, en relación con la concentración de CF se pudo evidenciar que la concentración es constante e igual a cero en tres de los cuatro puntos muestreados, con un ascenso abrupto en la superficie del tapón del embalse. En este sentido, es importante mencionar que las concentraciones de CT están dentro de lo establecido, excepto el punto C4 Superficial que supera el límite según el decreto 2.181.

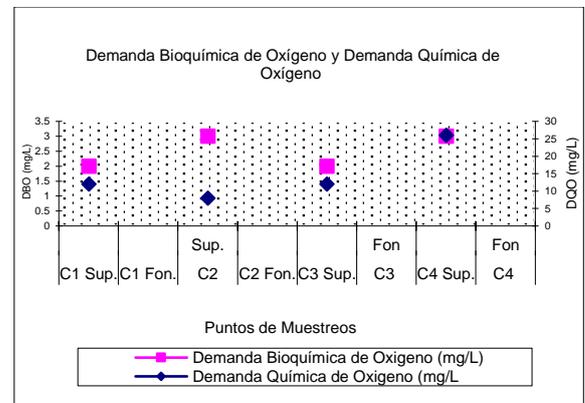


Figura 11. Relación entre Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno del Embalse Cumaripa abril 2011.

En la Figura 11 se estableció una relación entre la DBO y DQO de los puntos superficiales, donde se puede observar que los valores tanto de la DBO como de la DQO tienen comportamiento inestable a lo largo del embalse, donde tiene aumentos y descensos de una superficie a otra.

En la Figura 12 se muestra el volumen de las comunidades fitoplanctónicas presente durante la medición de las profundidades medidas en el embalse, donde se pudo evidenciar existe unos rangos entre 207 hasta 609 de la especie del

grupo *Cryptophyta-Dinophyta-Euglenophyta*, siendo la más representativamente. Luego le siguió la especie del grupo *Bacillariophyta-Chrysophyta* se observó que la especie que se desarrolla con mayor volumen que la misma tiende a descender a medida que se aumenta la profundidad, lo cual está en concordancia con la concentración de OD en el embalse (Ver Figura 9).

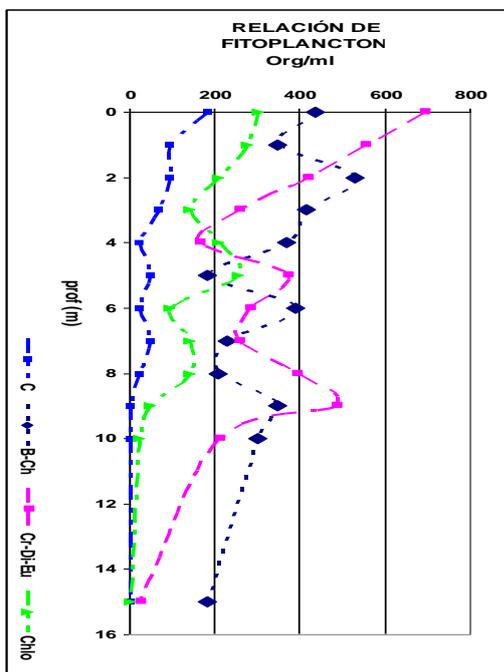


Figura 12. Fitoplancton del Embalse Cumaripa abril 2011 del Punto C2

En la Figura 13 muestra los perfiles de Oxígenos Disueltos y Temperatura de la estación Puente Cumaripa (C1) observándose que a medida que se va midiendo la profundidad la temperatura tiene una variación de 2 °C desde la superficie al fondo lo cual puede indicar que es producto de la mezcla del embalse.

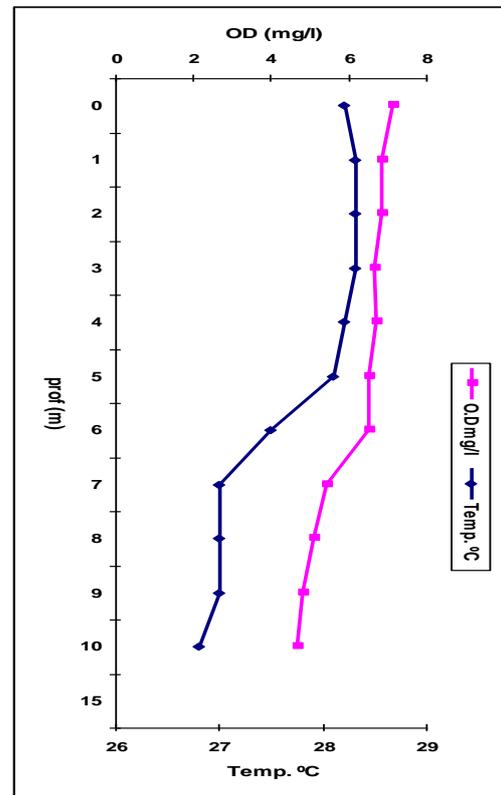


Figura 13. Perfiles de Oxígeno Disuelto y Temperatura C1

En cuanto al OD se observó que se mantiene hasta los 6 metros de profundidad el mismo valor y comienza a disminuir el OD a partir de los 7 metros, esto puede ser a causa de las mezclas de la masa de agua que se genera en este embalse.

En la Figura 14 se observó que la concentración del pH se mantiene la variación durante la medición de las profundidades.

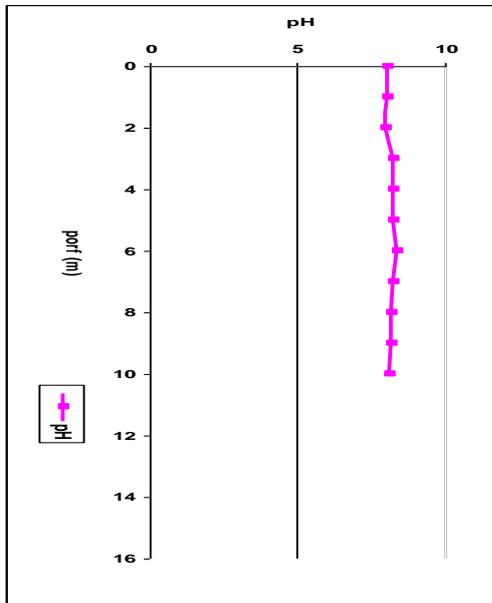


Figura 14. Perfiles de pH del Embalse de Cumaripa del Punto C1

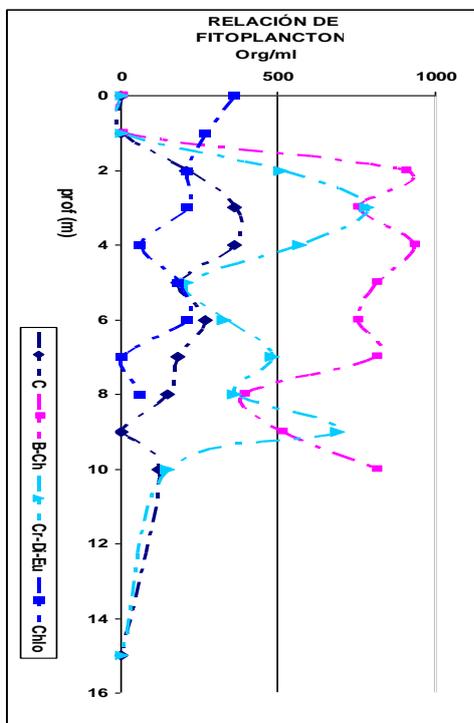


Figura 15. Fitoplancton del Embalse Cumaripa abril 2011 del Punto C3

En la Figura 15, muestra un perfil estratificado del embalse Cumaripa donde se pudo evidenciar que la concentración de fitoplancton con mayor predominación es *Bacillariophyta-Chrysophyta* desde la superficie hasta el fondo manteniéndose la variación de las especies. Luego le siguió el grupo *Cryptophyta-Dinophyta-Euglenophyta* que tiene en la superficie una cantidad de especie representativa, sin embargo, cuando se empieza a generar la medición de profundidades se disminuye una gran cantidad de especie significativa en este grupo, pero tiende a recuperarse a partir de los siete (7) metros. esto explica porque en la parte superficial se encuentra la mayor influencia de la radiación solar y las masas de aire.

En la Figura 16 muestra los perfiles de Oxígenos Disueltos y Temperatura de la estación Puente Cumaripa (C3) observándose que a medida que se va midiendo la profundidad la temperatura tiene una variación de 2 ° C desde la superficie al fondo lo cual puede indicar que es producto de la mezcla del embalse. En cuanto al OD se observó que se va disminuyendo a medida que se va midiendo las profundidades, esto puede ser a causa de las mezclas de la masa de agua que se genera en este embalse.

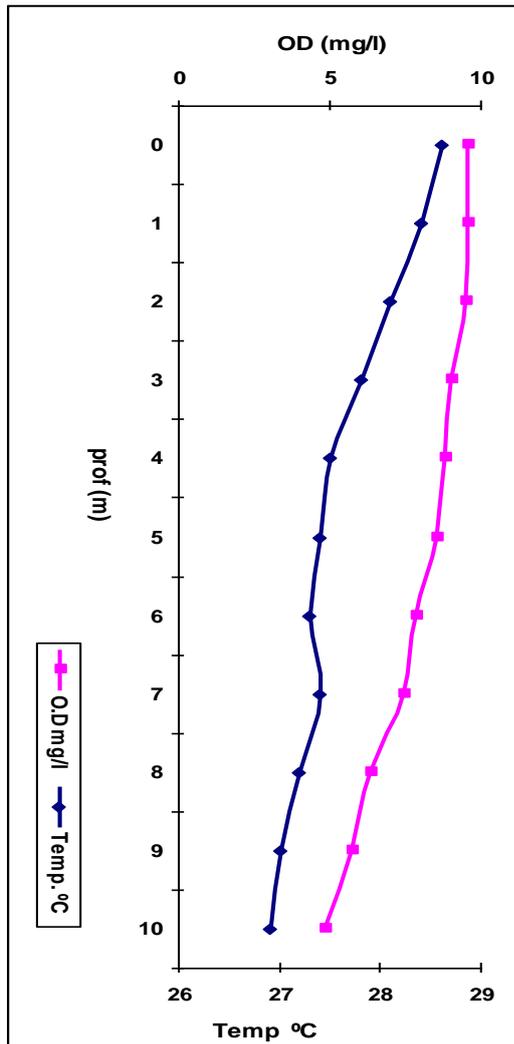


Figura 16. Perfiles de Oxígeno Disuelto y Temperatura C3

En la Figura 17 se observa que la concentración del pH se mantiene la variación durante la medición de las profundidades.

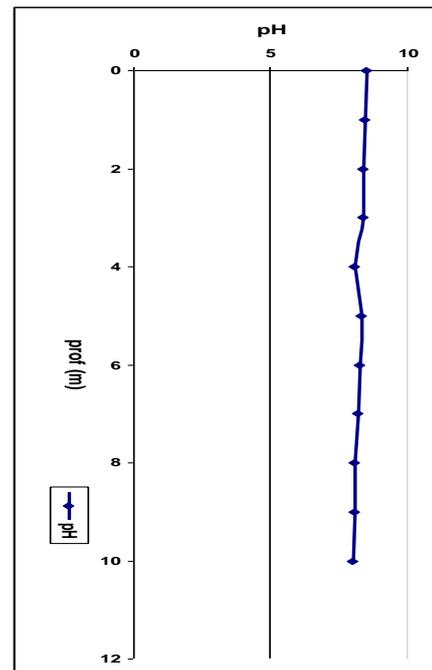


Figura 17. Perfiles de pH del Embalse de Cumaripa del Punto C3

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El río Yurubí impacta de manera negativa sobre la calidad del agua del río Yaracuy, esto se refleja en la disminución de la concentración de OD y el aumento en la densidad de organismos coliformes, en aguas abajo de la confluencia de ambos ríos.

El impacto de las descargas de las aguas residuales de las poblaciones asentadas en la cuenca incide directamente sobre la calidad bacteriológica de las aguas del río Yaracuy, desde el Alto Yaracuy y las aguas del embalse Cumaripa se observan densidades de coliformes que superan los límites de calidad para los usos actuales del Río.

La concentración del Oxígeno Disuelto en el río cumple con los límites de calidad establecidos en el decreto 2.181, (OD >3 mg/l), a excepción del punto Puente El Chino (RY8), de aguas abajo porque el nivel del oxígeno disuelto bajo a 0,68 mg/l, ya que es el punto de confluencia donde recibe las aguas del río Yurubí y de las principales empresas que descargan en esa cuenca.

La concentración de Aceites y Grasas en los puntos Quibayo (RY2) y Paso San Rafael (RY3) se determinaron concentraciones de 1,2 y 1,7 mg/l, en el Medio Yaracuy Puente Santa María (RY5), Arenera San José (RY6) y Puente El Peñón (RY7) tiene presencia de aceite y grasa y en el Bajo Yaracuy en la estación La Hoya (RY9) y Río Yaracuy (RY12), superan los límites de aceite y grasa establecido por el Decreto 2.181, por lo cual, se hace necesario indagar sobre las posibles causas de esta situación y realizar acciones de vigilancia y control sobre las actividades generadoras de aceites que estén afectando la cuenca.

Se propone realizar en la brevedad posible otra evaluación de la calidad de las aguas del Río Yaracuy para conocer el estado actual y tomar las acciones pertinentes.

En próximos estudios captar muestras para la determinación de Aceites y Grasas, por

duplicado, los análisis podrían ser realizados por los Laboratorios de la DEA Aragua y la Dirección de Laboratorio Ambiental El Hatillo con el fin de ampliar información al respecto. Se recomienda reforzar entre los grupos de muestreo la importancia de documentar las observaciones de campo al momento de captar las muestras de agua, lo cual facilita la discusión de resultados.

REFERENCIAS

- Abbasi, T y Abbasi, S. A. (2012) *Water Quality Indices*, Elsevier, p. 362
- Ball, R. O. y Church, R. L. (1980) «Water Quality Indexing and Scoring,» *Journal of Environmental Engineering*, vol. Vol. 106, n° No. 4, pp. 757-771
- Brown, R. M., Macclelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). *Water Quality Index Do We Dare?*. *Water & Sewage Works*, 117(10), 339-343. ISSN: 0043-1125
- Dinius, S. H. (1987). *Design of an Index of Water Quality*. *Water Resources Bulletin*, 23(11), 833-843.
- Dunnette, D. A. Geographically, A. (1979). *Variable Water Quality Index Used in Oregon.*, Oregon: *Journal of the Water Pollution Control Federation*.
- Gaceta Oficial de Venezuela 36.344 (1997). "Normas para la Clasificación y el control de las aguas de la cuenca del Río Yaracuy", Decreto 2.181. Venezuela.

-
- Landwher, J. and Denninger, R. (1976)
“Comparison of several water quality
indices”. Water Pollution Control. Vol.
48 N°5. Pág. 954- 958. 1976.
- MARNR. (1987). “Caracterización Ambiental
del Estado Yaracuy”. Documento Base
para el Plan de Ordenación del
Territorio del Estado Yaracuy. Pág. 275.
- Ministerio del Ambiente (2011). Plan de
muestreo para el río Yaracuy.
Coordinación de Calidad Ambiental.
D.E.A Yaracuy.
- Nisbet, M. y Verneaux, J. (1970)
«Composantes Chimiques Des Eaux
Courantes,» Cambridge Journals, vol. 6,
n° 2, pp. 161-190.
- Parra-Pardi G. (1974). Estudio integral de la
cuenca del río Yaracuy. Dirección de
Malariología y Saneamiento
Ambiental M.S.A.S. Caracas, 341pp.
- Parra- Pardi, G. (1997). Plan Maestro de la
Cuenca del río Yaracuy.