



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global

Indexada en IN-Recs (95 de 136), en LATINDEX (33 DE 36), reconocida por el DICE, incorporada a la base de datos bibliográfica ISOC, en RePec, resumida en DIALNET y encuadrada en el Grupo C de la Clasificación Integrada de Revistas Científicas de España.

Vol 10. N° 28
Febrero 2017
www.eumed.net/rev/delos/28

LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUPERFICIAL DEL RÍO YAQUE DEL NORTE

José Alberto Acosta Guzmán¹
Universidad Tecnológica de Santiago
coormae@utesa.edu
República Dominicana.

CONTENIDO

Resumen	2
Abstract	2
1. Introducción.....	3
2. Antecedentes	4
3. Materiales y métodos	5
4. Calidad de las aguas	7
5. Analítica crítica: variabilidad espacial	9
6. Conclusiones.....	14
7. Bibliografía.	15

¹ Doctor en Administración de Empresas y Economía por la Universidad de Sevilla (España). Ph.D, en Economics, en Atlantic International University, United States of America. Coordinador del área de Negocios de la Universidad Tecnológica de Santiago (UTESA). Profesor en la Licenciatura en Administración de Empresas y en la Maestría en Administración de Empresas de la Universidad de UTESA. Sus principales líneas de investigación son el turismo y el desarrollo sostenible.

RESUMEN

El agua que circula en el río Yaque del Norte es principalmente agua residual que se utiliza en la irrigación de cultivos, debido a la escasez de agua en la zona noroeste de la República Dominicana. Se desconoce su calidad y grado de contaminación, por lo que la presente investigación tiene como propósito diagnosticar la contaminación del agua descargada en el río. El control de la calidad microbiológica del agua de consumo y de vertido, requiere una serie de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos. En el año 1981 se estableció el programa de Calidad de Aguas con fines de evaluar los diferentes problemas de contaminación detectada en los ríos del país, se procederá a la evaluación de las descargas urbanas y drenajes agrícolas que vierten al río Yaque del Norte.

Palabras clave: Aguas superficiales, bacterias, río, contaminación.

ABSTRACT

The water circulating in the Yaque del Norte river is mainly wastewater used in crop irrigation, due to the scarcity of water in the northwestern part of the Dominican Republic. Its quality and degree of contamination is unknown, reason why the investigation has as objective the pollution of the water discharged in the river. The control of the microbiological quality of the drinking water and of the discharge, requires a series of directed analyzes to determine the presence of pathogenic microorganisms. In 1981, the Water Quality program was established with fines for evaluating the different pollution problems detected in the countries of the country. The urban discharges and the agricultural drains that flow into the Yaque del Norte river are evaluated.

Key Word: Surface water, bacteria, river, pollution.

1 INTRODUCCIÓN.

Los recursos renovables de agua superficiales de la República Dominicana se calculan en 20,000 millones de m³/año, y los de agua subterránea, entre 1,550 a 1660 millones de m³/ año. Los sectores industriales y domésticos y más recientemente se incorpora el turismo el cual depende más de los acuíferos subterráneos; mientras que los caudales regulados superficiales son más importantes para la generación de energía eléctrica y la irrigación agrícola, PRND (2009).

Acosta (2015) la cuenca del río Yaque del Norte ha sufrido un deterioro progresivo en estos últimos años, debido al crecimiento poblacional y a la acelerada expansión de la zona urbana, además, de la deforestación, erosión del suelo y desaparición de cuerpos de agua Rodríguez (2000). Como en otras cuencas, este crecimiento ha tenido dos efectos relevantes: Uno representa la sobre explotación del acuífero del río Yaque del Norte Rodríguez (2000) y la otra, el incremento del volumen de aguas residuales, sin tratamiento alguno, que se descargan directamente al río Yaque del Norte.

La presente investigación de índole cualitativa, tiene como propósito caracterizar el tipo y grado de contaminación del agua del río Yaque del Norte, como paso previo para la recomendación de su tratamiento, pues se supone que la contaminación rebasa ampliamente los límites propuestos en la Norma. Además, factor que acentúa la contaminación del agua es el depósito de residuos sólidos en el cauce del río Acosta (2015).

Es a partir del año 1991 dentro del Marco del Proyecto GTZ-INDRHI, cuando se realizó el diseño de una red de monitoreo de calidad de agua en las cuencas prioritarias, donde se tomó en cuenta, aspectos y actividades que tienden a modificar la calidad de sus aguas. En esta parte se incluyó la determinación de parámetros físico-químicos, microbiológicos, materia orgánica y plaguicidas en la columna de agua y la toma de muestra de sedimentos en los embalses y estuarios. También se definieron las metodologías de muestreo, las necesidades de los laboratorios, el equipamiento, la capacitación y entrenamiento necesario para el lanzamiento del programa.

Como se puede observar, hasta este momento se han realizado monitoreos de forma puntual con objetivos específicos cuyos resultados han puesto de manifiesto la degradación de las aguas en algunas zonas, lo que restringe los niveles de calidad que demandan cada uso específico es decir los usos potenciales: fuente de abastecimiento de agua potable, riego, hidroelectricidad, abrevadero de ganado, vida acuática y deportes. INDRHI (1993).

Se debe tener presente, que las enfermedades emergentes son aquellas cuya incidencia en los seres humanos ha aumentado en las dos últimas décadas (dengue, cólera, resistencia microbiana). Se puede afirmar, las enfermedades nuevas son las que reaparecen después de una disminución significativa en su incidencia (malaria, tuberculosis, peste). Así mismo, el aumento de este tipo de microorganismos está relacionado con cambios dramáticos en el ambiente y en la población incrementados por los procesos de urbanización, la expansión de la pobreza, la ocupación de regiones no habitadas anteriormente, las migraciones no controladas con gran número de refugiados y desplazados, la facilidad y rapidez en los desplazamientos y el movimiento creciente de animales y de productos de origen animal.

2. ANTECEDENTES

La presente investigación describe la situación actual del programa de Calidad de Aguas. El INDRHI desde la década de los años 60 ha venido caracterizando en gran medida las aguas para el uso humano y agrícola en las cuencas principales del país, drenajes y canales de riego. En el año 1981 se estableció el programa de Calidad de Aguas con fines de evaluar cualquier problema de contaminación detectada en los ríos, la evaluación de las descargas urbanas y drenajes agrícolas que vierten al río Yaque del Norte.

Según Acosta (2015) existen varias documentaciones consultadas, en la República Dominicana se han realizado varias modalidades de agrupación cuando se realiza un inventario de las cuencas hidrográficas del país. Cabe señalar entre ellas las realizadas por el Proyecto de Ley de Agua, donde se han agrupado en 42 cuencas hidrográficas, sin considerar los tramos costeros, SEMARN (2003). El Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, INDRHI las reagrupa en 54 cuencas, incluidos 19 tramos costeros; mientras que SEMARENA las ha agrupado en un total de 30 cuencas hidrográficas principales y 17 cuencas costeras, GRUSAMAR (2007).

La cuenca del Río Yaque del Norte es la mayor de la República Dominicana, con una superficie de 6,891 km² ubicada entre las regiones Cibao Noroeste y Cibao Norte del país. Nace a una altura de 2.580 msnm en el Pico Duarte, en la Cordillera Central Acosta (2015). Su recorrido es de 296 km, con un caudal medio de 60 m³/seg. Comprende una gran red fluvial integrada por diversos ríos que atraviesan zonas montañosas muy húmedas y una región sumamente árida como la línea Noroeste, cuyo desarrollo depende básicamente del aprovechamiento de sus aguas, para los sembradíos. Sus principales afluentes son el Jimenoa, Bao, Ámina, Mao, Guayubin y Maguaca, SEMARENA. (2004).

Acosta (2015) afirma, la cuenta alta del río Yaque del Norte tiene desde su nacimiento en la cordillera Central cerca del Pico Duarte a 3, 175 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) hasta Manabao en la cota 900 m.s.n.m. La cuenca media desde Manabao a Santiago a Monte Cristi en la cota 0.00. El río Yaque del Norte al igual que su afluente Bao están represados a unos 30 Kms. Aguas arriba de Santiago, Rodríguez (2000).

Ríos arroyos y cañadas pertenecientes al Río Yaque del Norte

a- Desde la Ciénaga hacia arriba	2 ríos	12 arroyo y cañadas
b- Desde la Ciénaga a Jarabacoa	4 ríos	94 arroyos y cañadas
c- Desde Jarabacoa a Baitoa	3 ríos	121 arroyos y cañadas

Fuente: elaboración propia

Así mismo, para el año 1991 dentro del Marco del Proyecto GTZ-INDRHI (1993), se diseñó una red de monitoreo de calidad de agua en las cuencas prioritarias, donde se tomó en cuenta, aspectos y actividades que tienden a modificar la calidad de sus aguas. Se incluyó la determinación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos, materia orgánica y plaguicidas en la columna de agua y la toma de muestra de sedimentos en los embalses y estuarios. Se definieron las metodologías de muestreo, las necesidades de los laboratorios, el equipamiento, la capacitación y entrenamiento necesario para el lanzamiento del programa.

Hasta este momento, se han realizado monitoreos puntuales con objetivos específicos cuyos resultados han puesto de manifiesto la degradación de las aguas en algunas zonas, lo que restringe los niveles de calidad que demandan cada uso específico es decir los usos potenciales: fuente de abastecimiento de agua potable, riego, hidroelectricidad, abrevadero de ganado, vida acuática, y deportes.

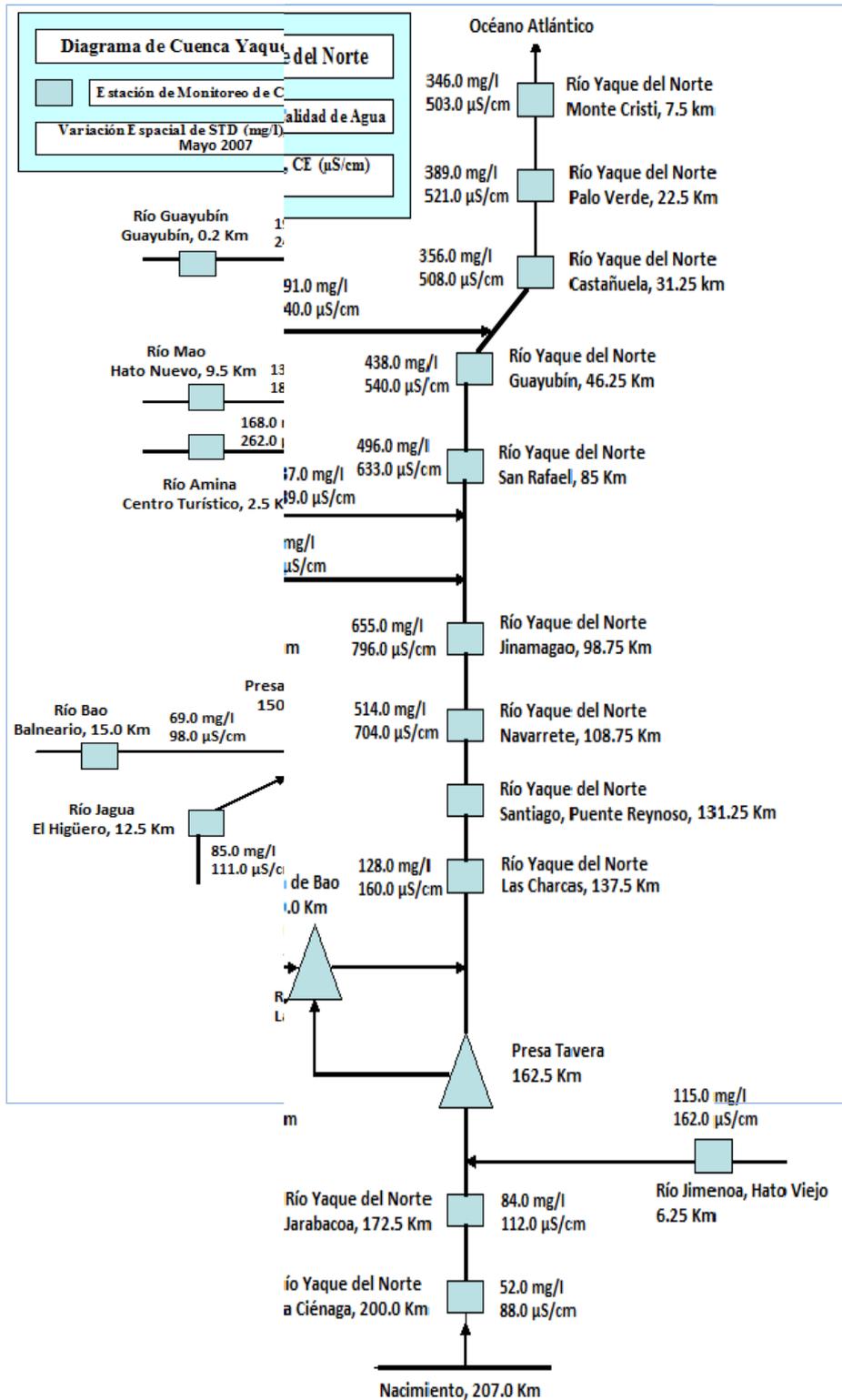
Otra investigación ha arrojado informaciones relevantes sobre el tema, indicando la disponibilidad de agua superficial en la República Dominicana, la cual se estima en 23,497.69 millones de metros cúbicos/año y se ha establecido por regiones hidrográficas Pérez y Luis (2012). De acuerdo a esta clasificación tenemos seis regiones hidrográficas con una disponibilidad de agua superficial distribuida en las regiones siguientes: Yaque del Norte 2,905.46, Atlántica 4,634.73, Yuna 3,600.96, Este 3,125.95, Ozama- Nizao 4,459.08, y Yaque del Sur 4,771.51.

La Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago (CORAASAN) opera un total de ocho plantas, así mismo la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Moca (CORAAMOCA) opera una planta. Finalmente, la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de La Romana (CORAAROM) opera una planta, la sumatoria total es de 91 plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el país. (Plan Hidrológico Nacional 2012)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de los diferentes estudios realizados, analizaremos en esta investigación las muestras realizadas en el año 2007, muestras de aguas para análisis físico-químicos además, muestras para análisis microbiológicos. Los puntos de muestreo se realizaron a orillas del río Yaque del Norte. Las muestras se colectaron en frascos de polietileno de 1L de capacidad para los análisis físico-químicos y en frascos de polietileno estériles de 250 ml para los análisis microbiológicos. Las determinaciones químicas realizadas fueron oxígeno disuelto (método de Winkler), demanda química de oxígeno (método de reflujó con dicromato de potasio y ácido sulfúrico, el exceso de dicromato de potasio se titula con sulfato amónico ferroso), demanda bioquímica de oxígeno. En estos estudios realizados, para el análisis estadístico de los datos se utilizó la prueba T de una media muestral, afirmación válida hasta un 99% de confianza, obtenido a través del software estadístico SPSS.

Situación de la calidad de las aguas en las cuencas prioritarias de República Dominicana

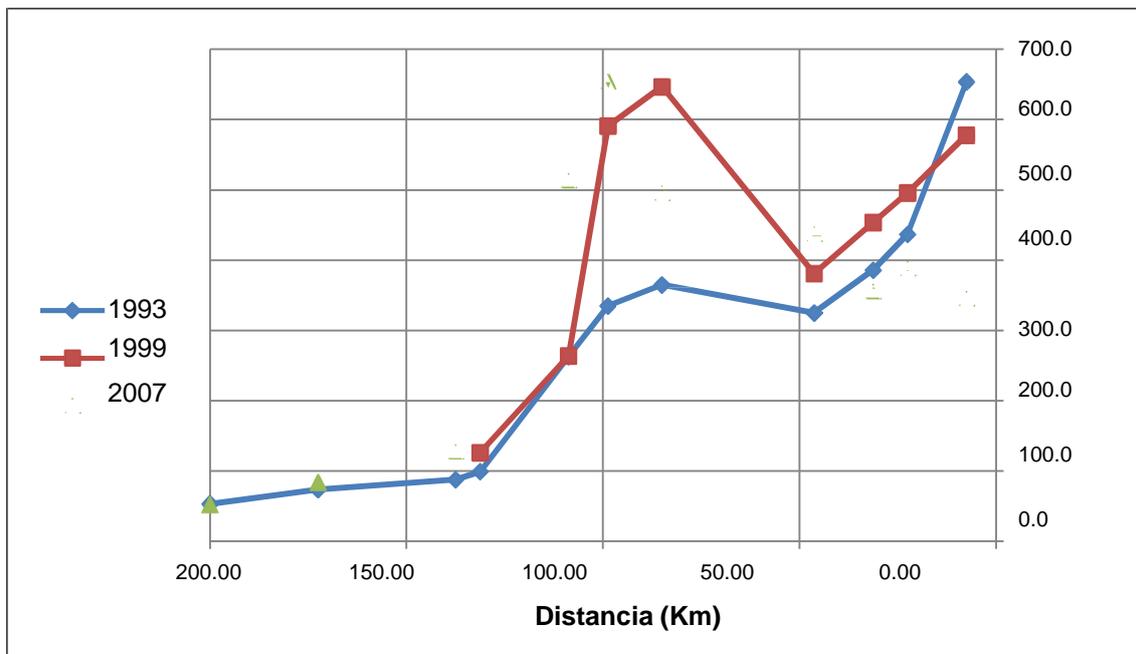


4. CALIDAD DE LAS AGUAS

La inserción de la trama urbana en un ámbito natural hídrico, estructurado por el río Yaque del Norte y las 8 subcuencas analizadas precedentemente, es susceptible de generar alteraciones en la calidad del agua del mismo. Las actividades humanas, propias de la vida urbana, se constituyen en sí misma en fuentes contaminantes de las subcuencas y ríos con los cuales conviven. El casco de contaminación por descargas directas de residuos sólidos están asociado a la capacidad del ayuntamiento de Santiago y las demás ciudades de recolectar los volúmenes de residuos que se producen en el proceso de desarrollo urbano. En este mismo orden en la ciudad de Santiago a manera de ejemplo se puede afirmar que en los 20 últimos años se incrementó la producción de toneladas de residuos diarios. Mientras en el año 1995 producían 800 toneladas de basura diaria/ día de las cuales el ayuntamiento recogía 500 toneladas 62.5%, en el año 2012 sobrepasa las 1,200 toneladas al día, CORAASAN (2014).

En el caso de la contaminación por descargas de agua residuales, las ciudades tributan al río Yaque del Norte vía 8 fuentes híbridas con sus afluentes, arroyos y cañadas en promedio 1.46m³ por segundo de aguas residuales, domesticas e industriales sin ningún tratamiento PES (2020). Así mismo, en el caso de la concentración de oxígeno disuelto (OD) los niveles se han mantenido por encima de los 5mg/l en el 2002 a 10 mg/l. Este último dato se establece en el estudio realizado por el INDRHI (2012), sobre las aguas residuales tributadas por las industrias.

Variación espacial de los STD, en río Yaque del Norte



En la cuenca del Yaque del Norte, en monitoreos puntuales, se ha observado un incremento en los valores de la CE y los STD en el tramo Las Charcas–Montecrist, parámetros que son incrementados

posiblemente por las descargas urbanas y drenajes agrícolas. Sin embargo, la entrada de los ríos Amina, Mao, Guayubín en época de lluvia mejoran la calidad del agua, los usos del agua como fuente de agua potable para muchas comunidades de la parte baja, así como los usuarios de riego del proyecto Bajo Yaque.

5. ANALÍTICA CRÍTICA: VARIABILIDAD ESPACIAL

El oxígeno disuelto (OD) se presentó a todo lo largo del curso del Yaque del Norte y sus principales afluentes por encima del nivel guía para la protección de vida acuática (5 mg/l). También, se debe tener presente, con la excepción de los drenes La Palmita y Mayor, y el Arroyo Jacagüa, los cuales en el año 2007 presentaron concentraciones de OD menores al nivel guía. Pero debe advertirse la posible influencia de la fotosíntesis durante las horas de muestreo (día); es posible que en horas de la noche (respiración bacteriana y de plantas) se haga evidente la reducción de oxígeno disuelto debido a las altas concentraciones de (DBO).

Además, esto ha conllevado por su parte, la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) la cual presentan niveles que no cumplen con las normas para aguas superficiales de clase B en las aéreas de Santiago y que se exceden negativamente la norma de 2.0 mg/l. Agua debajo de la ciudad, la DBO mejora hasta llegar a Montecristi, cumpliendo con las normas para agua superficiales clase A y B, las cuales son 2.0 mg/l y 5.0 mg/l respectivamente.

Se puede afirmar según el Plan Hidrológico Nacional de la Rep. Dominicana la disponibilidad de agua superficial en las distintas Regiones hidrográficas se ha estimado como muestra en a continuación: Región hidrográfica Disponibilidad de agua superficial (MM3) Yaque del Norte 2,905.46 Atlántica 4,634.73 Yuna 3,600.96 Este 3,125.95 Ozama-Nizao 4,459.08 Yaque del Sur 4,771.51. Teniendo un total disponible de 23,497.69.

De forma resumida se puede indicar, el Instituto Nacional de Aguas Potables y Alcantarillados (INAPA) es el organismo que tiene a su cargo la operación de 58 plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el país, de igual forma la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo CAASD opera 23 plantas de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Santo Domingo.

Así mismo, la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santiago (CORAASAN) opera un total de 8 plantas, la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Moca (CORAAMOCA) opera una planta y la Corporación de Acueductos y Alcantarillados de La Romana (CORAAROM) opera una planta, la sumatoria total es de 91 plantas de tratamiento de aguas residuales en todo el país (Plan Hidrológico Nacional, 2012).

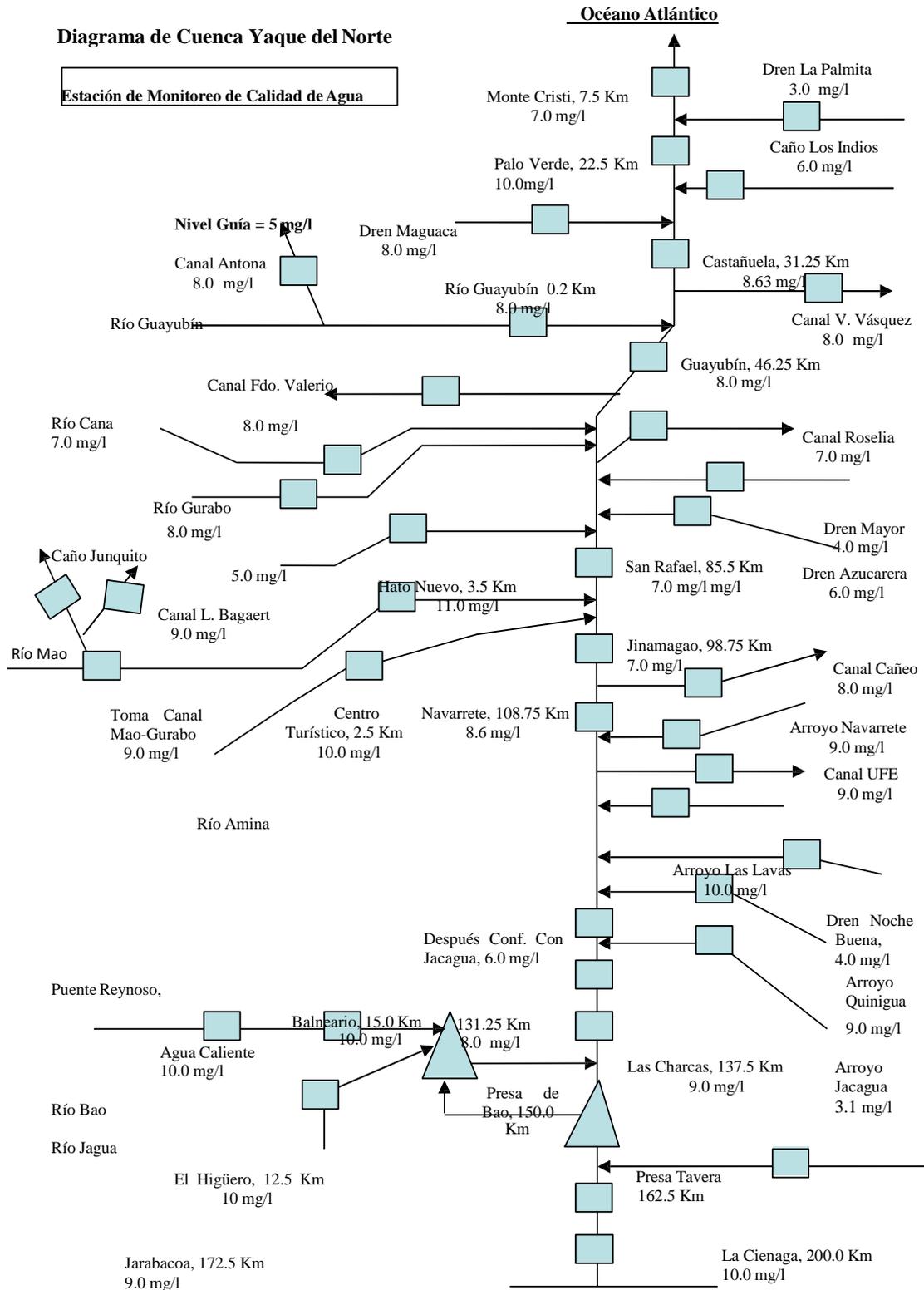
Estos sistemas de alcantarillado reciben distintos tipos de tratamientos sanitarios, para los cuales INAPA cuenta con reactores anaeróbicos, lagunas de aereación, lagunas facultativas y lagunas anaeróbicas instaladas en los sistemas de alcantarillado ante mencionados. No obstante, en las zonas rurales lo común es la disposición individual de excretas, mediante el uso de letrinas (59.8% de los hogares), y aún se registra un adicional 7.1% de los hogares que no dispone de ningún sistema para la eliminación de excretas.

Díaz (2008) la parte superior de la cuenca del río Yaque del Norte se encuentra localizada en la pendiente norte de la cordillera Central. Abarca una superficie de aproximadamente 830 km². Se encuentra en las coordenadas 18 55' hasta 19 17' Latitud Norte, y 70 31' a 70 50' Longitud Oeste. El 70% de la superficie total de la cuenca alta está ubicado dentro de los límites geográficos del municipio de Jarabacoa, entre las provincias de La Vega y Santiago.

Se puede indicar, las condiciones socioeconómicas y edáficas de la parte superior de la cuenca orientan su potencial productivo a la agroforestería y forestería y. La altitud varía entre los 400 msnm (represa de Taveras) y los 1600 msnm (zona de amortiguamiento del Parque Nacional Armando Bermúdez); la temperatura promedio es de 21.4°C; la precipitación promedio anual es de 1500 mm y la humedad relativa es de 80% Díaz (2008) . Aproximadamente, el 30% de la superficie tiene cobertura boscosa; el 60% está dedicado a la ganadería y el restante 10% a la agricultura.

Se puede afirmar que los valores de DQO son muy altos en comparación con la DBO₅, lo cual significa una alta contaminación con material biodegradable, ante el uso indiscriminado de agroquímicos y contaminantes industriales. Por tal razón la calidad del agua, se ve amenazada por una degradación que aumenta de forma riesgosa que lo evidencia la baja calidad de las aguas del río a la salida de las diferentes ciudades. Los perfiles verticales de CE y STD & profundidad realizados en diferentes estaciones de los embalses de Tavera y Bao, no presentaron variación significativa, aproximadamente 5 µS/Cm, según se puede en la gráfica anterior.

Variación espacial del oxígeno disuelto mG/l, año 2007



Así mismo, el nitrógeno total aumenta al paso del río por las diferentes ciudades, al entrar 0.30 mg/l Al salir 1.0 mg/l Este incremento condiciona la eutrofización de sus aguas que a su vez sirven para el crecimiento de algas que a su vez utilizan el OD bajando significativamente sus niveles. Además, el amonio total es un indicador de contaminación química del agua, y el análisis evidencio que a la entrada del río a las ciudades esta se encuentra en 0.28 mg/l y a la salida alcanza 2.19mg/l. Así mismo el fosforo total está por encima de las normas requeridas resultado de las actividades agrícolas, al ingreso del río a las ciudades 1.10mg/ l; pero el transito del río por las ciudades aumenta aún más sus niveles a 3.4 mg/l PES (2010):

Se puede afirmar que los valores de DQO son muy altos en comparación con la DBO5, lo cual significa una alta contaminación con material biodegradable, ante el uso indiscriminado de agroquímicos y contaminantes industriales. Por tal razón la calidad del agua, se ve amenazada por una degradación que aumenta de forma riesgosa que lo evidencia la baja calidad de las aguas del río a la salida de las diferentes ciudades. Los perfiles verticales de CE y STD & profundidad realizados en diferentes estaciones de los embalses de Tavera y Bao, no presentaron variación significativa, aproximadamente 5 μ S/Cm, según se puede en la gráfica anterior.

Así mismo, el nitrógeno total aumenta al paso del río por las diferentes ciudades, al entrar 0.30 mg/l Al salir 1.0 mg/l Este incremento condiciona la eutrofización de sus aguas que a su vez sirven para el crecimiento de algas que a su vez utilizan el OD bajando significativamente sus niveles. Además, el amonio total es un indicador de contaminación química del agua, y el análisis evidencio que a la entrada del río a las ciudades esta se encuentra en 0.28 mg/l y a la salida alcanza 2.19mg/l. Así mismo el fosforo total está por encima de las normas requeridas resultado de las actividades agrícolas, al ingreso del río a las ciudades 1.10mg/ l; pero el transito del río por las ciudades aumenta aún más sus niveles a 3.4 mg/l PES (2010):

El límite de la zona fótica (transparencia dada por el disco secchi) fue inferior a los 2m. indicando una posible restricción de la fotosíntesis por este hecho. De esta campaña de monitoreo, se propusieron las siguientes consideraciones y observaciones, con la finalidad de eficientizar la parte operacional. Durante el año 1993, en el Yaque del Norte, mensualmente se midieron parámetros de campo, de tal manera que se generó información sobre la variación espacial de la conductividad eléctrica y la concentración de cloruro. Estos datos sumados a los resultados de dos campañas de monitoreo permitieron la corrida de un modelo de salinidad-cloruro en el tramo de cuenca Santiago - Montecristi.

Los resultados obtenidos en esta evaluación, pusieron de manifiesto la necesidad de rediseñar esta red, incluyendo canales y drenajes para realizar un balance hídrico y posteriormente correr el modelo de salinidad a fin de poder predecir situaciones futuras en torno a

los niveles de salinidad en la cuenca en período de estiaje y de lluvia. Según Acosta (2015), la precariedad en las viviendas, constituye uno de los principales problemas sociales, visibles en la ribera del Río Yaque, especialmente en los que se encuentran establecidos en las márgenes del río. Es evidente el hacinamiento, la falta o baja calidad de los servicios públicos y las malas condiciones de las viviendas cuyas paredes y techo no cumplen con los requerimientos mínimos de higiene y seguridad. La red de calidad de agua se rediseñó tomando en cuenta la ejecución del proyecto de construcción de la presa de Monción y sus impactos a la variable agua.

Como se puede observar la variación espacial de los coliformes totales NMP/100 ml, registrados en un monitoreo realizado en el 2007. Los resultados indican una contaminación microbiológica importante en la cuenca que sobrepasa los valores límites recomendados por la SEMMARN en todas las estaciones muestreadas. En este monitoreo puntual, en las estaciones ubicadas aguas arriba del embalse Tavera-Bao, los coliformes totales y fecales, indicadores de contaminación fecal reportaron valores entre 4,300 NMP/100mL y 60NMP/100mL para la estación la Ciénaga de Manabao , 24,000 NMP/100mL en la estación de Jarabacoa y Jimenoa en Hato Viejo > 110,000 NMP/100mL. Este incremento en la contaminación bacteriológica obedece a la influencia de aguas residuales domésticas procedentes del municipio de Jarabacoa y las comunidades aledañas.

Como se puede ver, la sub-cuenca del río Bao presentó una contaminación significativa por bacterias del grupo coliformes en los balnearios Bao-La Placeta (9,300 NMP/100mL), Balneario Bao-Jánico (4,300 NMP/100mL) y Jagua en el Higüero (9,300 NMP/100mL). La mayor contaminación se registra en el río Jánicico (>110,000 NMP/100mL), en su paso por el municipio de Jánicico, donde es receptor de aguas residuales domésticas y del lixiviado de desechos sólidos.

Aguas abajo Río Yaque del embalse en la estación Las Charcas, presenta una contaminación bacteriológica de 1500 NMP/100 mL, en estación puente Peña Reynoso > 110,000 NMP/ 100mL, debido a la entrada de aguas residuales domésticas en la ciudad de Santiago, en Navarrete 21,000 NMP/100 mL, > de 110,000 NMP/100mL en Jinamagao. Esta contaminación continúa progresivamente en igual magnitud hasta la estación del Yaque en Montecristi.

Es importante observar en la gráfica anterior que los drenajes y canales de riego también presentan una gran contaminación microbiológica. Aunque se trata de un monitoreo puntual, que no es representativo para definir el grado de contaminación ni el nivel de riesgo a la salud, si podemos dar la advertencia de que estas aguas son de calidad microbiológica dudosa y por tanto no deben ser usadas sin previo tratamiento de desinfección, para la recreación o deportes que impliquen contacto primario. Análisis Balance Hidrológico Yaque del Norte.

Los datos sobre la disponibilidad de agua se refieren al volumen garantizado de la región hidrográfica en cuestión, así como los volúmenes embalsados en presas y lagunas. Los volúmenes de retorno se refieren a básicamente las cantidades de agua municipal y del riego que retornan a los cursos hídricos, las demandas de agua, en todos los renglones descritos, representan en total el agua requerida en la actualidad para los diversos usos, Acosta (2015).

Finalmente, a partir del levantamiento de estas informaciones se realizó una estimación expresada como Balance de Oferta – Demanda para la región hidrográfica del Yaque del Norte, la cual arroja un resultado de un 97% de presión hídrica, caracterizando el grado de presión de esta región hídrica como “fuerte”, A menudo el ritmo de utilización supera el de la renovación natural. Debe prestarse atención urgente a la ordenación intensiva del recurso y a la demanda de que es objeto. Es probable que los actuales mecanismos de uso no sean sostenibles y la escasez de agua se está convirtiendo en un factor limitado del crecimiento económico”. Este valor ubica la región hidrográfica del Yaque del Norte como la más crítica en el contexto nacional y permite focalizar como el área de estudio de suma importancia y valor desarrollo económico y vida nacional, Acosta (2015).

6. CONCLUSIONES

La Ciudad de Santiago de los Caballeros, drena sus aguas residuales hacia el Rio Yaque del Norte. De forma sintética se puede afirmar, la calidad del agua, se contamina cada vez en mayor proporción, donde se ve amenazada por una degradación que aumenta de forma riesgosa que lo evidencia la baja calidad de las aguas del Rio Yaque del Norte a la salida de las diferentes ciudades por donde cruza. Como se puede observar, el nitrógeno total aumenta al paso del rio por las diferentes ciudades, al entrar 0.30 mg/l Al salir 1.0 mg/l, este incremento producido condiciona la eutrofización de sus aguas que a su vez sirven para el crecimiento de algas que a su vez utilizan el OD bajando significativamente sus niveles.

Así mismo, el amonio total encontrado, es un indicador importante de contaminación química del agua, y el análisis realizado evidenció que a la entrada del rio a las ciudades esta se encuentra en 0.28 mg/l y a la salida alcanza 2.19mg/l. Así mismo el fosforo total está por encima de las normas requeridas resultado de las actividades agrícolas, al ingreso del rio a las ciudades 1.10mg/ l; pero el transito del rio por las ciudades aumenta aún más sus niveles a 3.4 mg/l PES (2010).

También, se logró determinar: el límite de la zona fótica (transparencia dada por el disco secchi) fue inferior a los 2m. indicando con esto una posible restricción de la fotosíntesis por este hecho. Además, este monitoreo puntual, en las estaciones ubicadas aguas arriba del embalse

Tavera-Bao, los coliformes totales y fecales, indicadores de contaminación fecal reportaron valores entre 4,300 NMP/100mL y 60NMP/100mL para la estación la Ciénaga de Manabao , 24,000 NMP/100mL en la estación de Jarabacoa y Jimenoa en Hato Viejo > 110,000 NMP/100mL. Este incremento en la contaminación bacteriológica obedece a la influencia de aguas residuales domésticas procedentes del municipio de Jarabacoa y las demás comunidades cercanas.

Finalmente, el Rio Yaque del Norte aguas abajo del embalse en la estación Las Charcas, presenta una fuerte contaminación bacteriológica que oscila 1500 NMP/100 mL, en la estación puente Peña Reynoso > 110,000 NMP/ 100mL, debido a la entrada de aguas residuales domésticas en la ciudad de Santiago, en Navarrete 21,000 NMP/100 mL, > de 110,000 NMP/100mL en Jinamagao. Esta contaminación continúa progresivamente en igual magnitud hasta la estación del Yaque en Montecristi. Como se puede observar la contaminación del Rio Yaque del norte son el resultado de una sociedad que no tiene conciencia de lo que representa el agua para sí mismo. Además, estamos atrasados por lo menos dos mil años pues, en una visita a las Ruinas de Itálica de Santiponce Sevilla España, logré visualizar como esta ciudad tenía cloaca para los tiempos de los emperadores Romanos: Trajano y Adriano oriundos de la misma ciudad de Sevilla.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- Acosta J. (2015): Crónicas: cuenca hidrográfica del río Yaque del Norte; "Global Education Magazine".
- CORAASAN (2014): Plan - Cuenca Santiago "Plan Estratégico Gestión- Intervención en Sistema de Cuenca.
- GRUSAMAR, (2007): Resumen Ejecutivo Balance Hídrico. Plan Hidrológico Nacional.. Pág.6.
- INDRHI/GTZ. Informe No. 74. Relevamiento de Calidad de Agua, Cuenca del Yaque del Norte. 1993.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI, 2012. Plan Hidrológico Nacional. Editora Alfa & Omega, Agosto 2012. Santo Domingo, República Dominicana.
- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos INDRHI, 2012. Plan Hidrológico Nacional. Editora Alfa & Omega, Agosto 2012. Santo Domingo, República Dominicana.
- Pérez A. y Romero L. (2012): Producción de Aguas Servidas, Tratamiento y Uso en la República Dominicana.
- PES (2010): Plan Estratégico "Santiago 2020".
- Rodríguez Ramón (2000): El río Yaque del Norte desde el Pico Duarte hasta Monte Cristi. Editora Amigo del Hogar.
- SEMARENA.(2004): Atlas de los Recursos Naturales de la República Dominicana. Sto. Dgo. Págs. 22-23

SEMARN (2003) Proyecto Ley de Aguas de Rep. Dominicana.

Diaz, R. (2008): Mecanismos de compensación relacionando bosques con agua en Centroamérica y El Caribe de habla hispana