

ESTIMACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA GRIS EN LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS VILLAVICENCIO, SEDE AGUAS CLARAS

ESTIMATION OF THE GRAY WATER FOOTPRINT AT SANTO TOMÁS VILLAVICENCIO UNIVERSITY, AGUAS CLARAS HEADQUARTERS PER TITLE

Juan Sebastian Bonilla Burbano

Estudiante

juanbonillab@usantotomas.edu.co

Resumen: La contaminación es un efecto que se genera en diferentes áreas, esta afecta principalmente la naturaleza y todo aquello que la compone. Para mitigar los problemas por contaminación han surgido gran variedad de alternativas, una de ellas es el tratamiento de aguas residuales, por lo tanto, se estimará la huella gris en la universidad., para así poder proponer alternativas que nos permitan dar una solución al desperdicio de agua innecesariamente.

Palabras clave: Huella hídrica, aguas residuales, PTAR, potabilización, contaminación, sistemas de tratamiento.

Abstract: Pollution is an effect that is generated in different areas, it mainly affects nature and everything that makes it up. To mitigate pollution problems, a great variety of alternatives have emerged, one of them is wastewater treatment, therefore the gray footprint in the university will be estimated., In order to propose alternatives that will allow us a solution to the waste of water needlessly.

Keywords: *Water footprint, wastewater, WWTP, purification, contamination, treatment systems.*

1. INTRODUCCIÓN

La Huella Hídrica (HH) surge como un indicador importante para evaluar el uso y manejo de los recursos hídricos, permitiendo la implementación de estrategias en una población, empresa y/o sector agropecuario, para la reducción de los impactos a los recursos naturales (Delgado, Trujillo, & Torres Mora, 2013). Mediante el estudio de la escasez hídrica, la metodología de Hoekstra, analiza tres indicadores, según el uso del agua se dividen de la siguiente manera: Los recursos hídricos en la Huella Hídrica Azul que es el agua disponible en fuentes superficiales y subterráneas, la Huella Hídrica Verde abarca el agua obtenida de la precipitación que se almacena en el suelo y la Huella Hídrica Gris la cual es las masas de agua que reciben los vertimientos (urbanos y de regadío), siendo la estimación de esta ultima el principal objetivo para el análisis de la investigación de los recursos hídricos y el impacto del lanzamiento de las aguas residuales en la Universidad Santo Tomas Villavicencio, Sede aguas claras (Delgado, Trujillo, & Torres Mora, 2013).

En este sentido, en el año 2014 el IDEAM hizo un estudio donde evaluó las áreas hídricas de mayor importancia para el país, resaltando la relevancia hídrica del departamento del Meta y la necesidad de emprender acciones para la conservación de cuencas y el control de la contaminación por vertimientos directos a los principales cuerpos de agua superficiales. Además, enfatizo en el cálculo de indicadores que permitan formular estrategias de gestión del agua, socializando su uso sostenible y buscando el bienestar ecológico de las aguas superficiales, subterráneas, de transición y costeras. Esta investigación podría permitir la apropiación de la comunidad estudiantil y generar en los funcionarios la responsabilidad de transmitir el conocimiento, optando por tomar conciencia y proponer la opción de un sistema que ayude a la recolección y tratamiento de estas aguas residuales.

2. DESARROLLO DEL ARTÍCULO

Para obtener las características hidrológicas de la zona, se realizó una recopilación de información en entidades ambientales ubicadas en Villavicencio (Cormacarena, Ideam, entre otros). La ciudad de Villavicencio denominada como “la puerta al llano” al ser la primera ciudad que se visita cuando se trata de la región del Orinoco, ubicada en el piedemonte llanero de la cordillera oriental. Villavicencio cuenta con una población urbana de 551.212 habitantes para el año 2020, es una ciudad que se caracteriza por sus altas precipitaciones y sus temperaturas media-altas. (Alcaldía de Villavicencio, 2020)

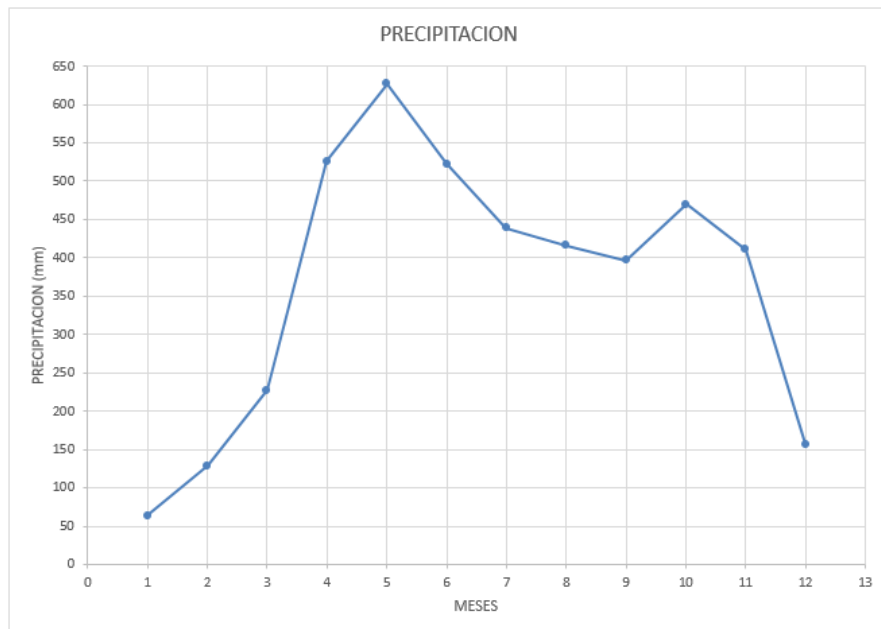
Villavicencio se encuentra ubicada en la cuenca del Río Guatiquía, el cual pertenece a la cuenca del Río Orinoco. Desde el nacimiento del Río Guatiquía en el Páramo de Chingaza a 3500 msnm, hasta su desembocadura en el Río Metica, tiene una longitud de 137km aproximadamente (Ríos del Planeta, 2020). El Río Ocoa y el Río Negro, son de las principales subcuencas que pertenecen a la cuenca del Río Guatiquía, estas dos se encuentran ubicadas al sur de Villavicencio y lo atraviesan de oeste a este; en Villavicencio hay gran cantidad de microcuencas (caños) también pertenecientes a la cuenca del Río Guatiquía, las principales son: Parrado, Gramalote,

Según el IDEAM, Villavicencio es una del mundo que más llueve, teniendo precipitaciones anuales de aproximadamente 4000mm/año, y un número de días con lluvia promedio de 247. Así como anteriormente se explicaba los meses con mayor lluvia son los que se tiene una

temperatura más baja, por lo tanto, los meses con más lluvia van de abril a octubre y se tienen de 22 a 26 días de lluvia; para los días con menos precipitaciones se tiene lluvias entre 10 y 14 días al mes. En la siguiente imagen podremos ver una gráfica del IDEAM con un promedio de las precipitaciones máximas durante cada mes. (En el anexo A, se encuentran los datos utilizados por parte de la información brindada por el IDEAM para la realización de la gráfica).

Figura 2

Precipitaciones mensuales



Nota: Tomado de IDEAM

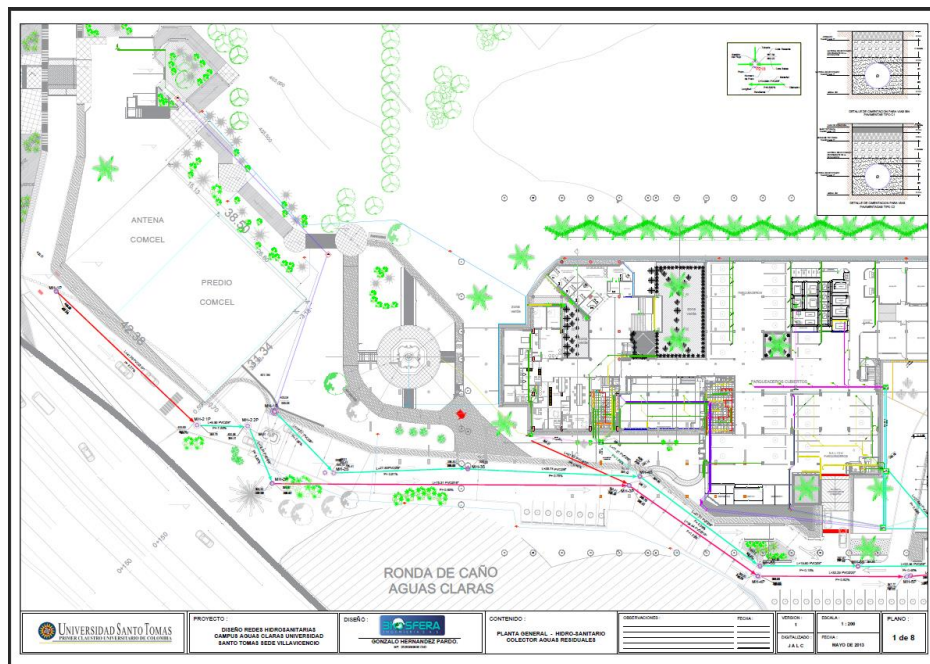
Villavicencio cuenta actualmente con características hidrogeológicas que la convierten de cierta manera en una ciudad verde, cuenta con una gran cantidad de humedales, entre ellos: aguas claras, kirpas, pinilla, cuerera, coroncoro, calatrava y el charco. Todos se encuentran en el caso urbano de Villavicencio, pero el humedal de nuestro interés es el Humedal del Charco, ya que la infraestructura de la Universidad Santo Tomás Villavicencio sede Aguas Claras está ubicada en este humedal.

Según un estudio realizado por la Universidad de Los Llanos, denominado “percepción y acciones sobre la fauna silvestre de la comunidad aledaña a humedales urbanos, Villavicencio – Colombia, el humedal el Charco cuenta con un total de 326 especies lo cual genera gran admiración ya que desde las instalaciones de la universidad es posible realizar avistamiento de algunas de estas especies. (Leal, 2019)

Para la recolección de información sobre actividades generadoras de agua residual, en primera instancia se procedió a solicitar los planos hidrosanitarios de la Universidad Santo Tomás, sede Aguas Claras (ANEXO B). Se obtuvieron todos los planos hidrosanitarios de todos los pisos del bloque A y bloque B de la universidad, en el Anexo B, a continuación, se muestra uno de los planos del primer piso del bloque A.

Figura 3

Planos Hidrosanitarios



Nota: Tomado de oficina de planta física, USTA V/cio

Teniendo los planos, se realizó un conteo de todos los elementos que fueran generadores de agua residual, para así saber dónde y qué elementos son los que mayormente generaban agua residual, en la siguiente ilustración, se muestra un recuento de todos los elementos que generan agua residual en la universidad. (Anexo C)

Tabla 1

Recuento puntos generadores de agua residual bloque A y B

BLOQUE A								
NIVEL	LAVAMANOS	SANITARIOS	ORINALES	CUARTO DE ASEO	LAVAPLATOS	DUCHAS	LLAVE JARDÍN	FUENTE DE AGUA
Semisotano	42	33	10	3	-	6	15	1
Piso 1	11	7	2	1	6	-	-	-
Piso 2	5	4	4	1	-	-	-	-
Piso 3	9	7	-	1	-	-	-	-
Piso 4	10	9	4	1	-	-	-	-
Piso 5	8	6	4	1	2	-	-	-
Total	85	66	24	8	8	6	15	1

BLOQUE B								
NIVEL	LAVAMANOS	SANITARIOS	ORINALES	CUARTO DE ASEO	LAVAPLATOS	DUCHAS	LLAVE JARDÍN	LAB HIDRAULICA
Sotano	1	1	-	-	-	-	-	-
Semisotano	21	13	3	1	47	9	1	5
Piso 1	20	12	5	1	-	-	-	-
Piso 2	34	29	9	2	-	-	-	-
Piso 3	16	11	4	1	-	-	-	-
Piso 4	30	25	8	2				
Piso 5	15	10	4	1				
Total	137	101	33	8	47	9	1	5

NIVEL	LAVAMANOS	SANITARIOS	ORINALES	CUARTO DE ASEO	LAVAPLATOS	DUCHAS	LLAVE JARDÍN	OTROS
Total	222	167	57	16	55	15	16	6

Nota: Información tomada de los planos, elaborado por autor

Se tuvieron en cuenta los puntos generadores de agua hasta el piso 5 del bloque B, ya que hasta este es donde se tenía en funcionamiento la universidad para los periodos de estudio (2019-1 y 2019-2). Hizo la solicitud de recibos de agua en varias ocasiones insistentemente y nunca se tuvo respuesta, también se solicitó la información de la cantidad de personal para los periodos ya mencionados, siendo estos así:

Tabla 2

Cantidad de estudiantes

PERIODO	CANTIDAD DE PERSONAS
2019 – 1	3434
2019 – 2	3284

Nota: Información brindada por registro y control de USTA V/cio

Debido a la contingencia sanitaria actual por covid-19, la asistencia a la Universidad Santo Tomás sede Aguas Claras no ha sido la misma que en condiciones normales, la generación de agua residual se ha visto afectada, por lo tanto, el estudio se destinó al periodo 1 y 2 del año 2019, mediante referencias bibliográficas y la cuantificación de consumo se obtendrán los datos necesarios para estimar la huella hídrica gris en la universidad Santo Tomás sede Aguas Claras.

Para el cálculo de la Huella Hídrica Gris, se utilizó la ecuación mostrada anteriormente, los datos de las características de las aguas residuales, se tomaron de acuerdo a diferentes estudios realizados en la Universidad Santo Tomás y otras universidades. Para determinar la demanda (Abstr) de la Universidad Santo Tomás sede Aguas Claras, se tuvo en cuenta la NTC 1500 (Norma Técnica Colombiana) del código de fontanería, la cual nos indica que el consumo promedio para las universidades es de 50L/Persona/día, ya que no se tuvieron facturas de consumo de agua por parte del acueducto, a partir de la norma se estimó un valor de consumo teniendo en cuenta la cantidad de personas que estuvieron en la universidad en estos dos periodos. Para el volumen del efluente descargado (Effl) se asumió una pérdida de un 20% con respecto al agua captada que no regresa a la cuenca.

Para los valores actuales de nitrógeno total (Ceffl) se utilizaron los datos obtenidos por la Universidad de Córdoba, según sus análisis y estudios. Para el valor de DBO, se analizaron los valores hallados por la Universidad Pontificia Bolivariana realizado en la misma Universidad de Córdoba también. Para los dos periodos 2019-1 y 2019-2 se supuso que las características eran las mismas, ya que no hubo cambios en la universidad que afecten el consumo de agua en estos dos periodos. Los valores de contaminantes actuales (Cact) de DBO se obtuvieron de monitores de la CVS por parte de la Universidad de Córdoba en el año 2014, el número de contaminantes de Nitrógeno Total se tomó de un reporte de CAN en el año 2013, el cuál realizó el IDEAM y fue adaptado para la Universidad de Santo Tomás.

Para los valores de concentración máxima (Cmax), en el caso del DBO, se tuvo en cuenta la normatividad colombiana, por lo cual, el valor máximo se determinó de acuerdo al artículo 8 de la resolución 0883 del 18 de mayo de 2018, el cual nos indica es el valor máximo de concentración de DBO, para el Nitrogeno total la norma no especifica un valor máximo, por lo tanto, se adaptó el valor máximo de la norma sobre calidad de agua de Argentina. Para el DBO los valores de contaminantes naturales (Cnat), se indica que no es con acciones antrópicas, por lo tanto, se tomaron valores de calidad de agua excelente. Para el nitrógeno total, también se tomó de un reporte brindado por el CAN en el año 2013, el cual realizó el IDEAM en el año 2005.

La cantidad de estudiantes se determina de acuerdo a la cantidad que hubo en el año 2019, lo cual fue de 6718, posteriormente de acuerdo el dato de la norma de 50L/persona/día, se pasaron a año y su resultado fue de un consumo de 122'603.500 L/año. (ANEXO D)

Tabla 3

Datos de entrada HH gris

DESCRIPCIÓN	DBO	NITRÓGENO
Effl /Laño	98082800	98082800
Ceffl mg/Laño	19,53	14,784
Abstr /Laño	122603500	122603500
Cact /L	3	0,72
Cmax /L	90	15
Cnat /L	0,5	0,34

Nota: Datos tomados de la UPB y la Universidad de Córdoba

Mediante la búsqueda de referencias que nos puedan brindar información para La principal propuesta está relacionada con el uso excesivo e inútil que se tiene de agua, es cierto que Villavicencio en conjunto con Quibdó tienen son las ciudades que tiene de las precipitaciones más elevadas del mundo según el IDEAM, contrastando a esto en otro continente como África donde la lluvia escasea y el conseguir agua para consumo resulta ser un reto, por lo tanto, la concientización por medio de información que detenga este uso excesivo es una de las propuestas que se tienen, la visibilidad que tenga el buen uso de agua también influye en que la persona haga un uso ahorrativo.

En la universidad Santo Tomás Villavicencio, se realizó un estudio para implementar la utilización de aguas lluvias, es una propuesta que ayuda bastante a economizar el uso del agua debido a que como anteriormente se mencionaba, Villavicencio es una ciudad con una cantidad alta de precipitación; el estudio comenta que es viable la implementación para todo uso menos consumo, ya que contiene un 90% de pureza. (Ruiz, 2019)

Tabla 4*Cumplimiento de parámetros de aguas lluvias según normal*

Parámetro	Unidad	M1	M2	M3	M4	Dec.3930/2010	Dec.1594/2007	Dec.1575/2007	Res.3930/2010
Temperatura	C°	23,4	24,0	24,3	24,8	SI	SI	SI	SI
pH		7,3	7,2	7,3	7,2	SI	SI	SI	SI
Conductividad	µS/cm	45,6	45,0	44,3	47,5	SI	SI	SI	SI
Sólidos Totales	gr	0,1065	0,0926	0,1166	0,0718	SI	SI	SI	SI
Alcalinidad	mg CaCO ₃ /L	1,42	1,14	0,90	1,09	SI	SI	SI	SI
Turbidez	FAU	2,33	1,83	5,67	1,33	SI	SI	SI	SI
Dureza	mmol/L	0,1	0,1	0,1	0,1	SI	SI	SI	SI
P	mg/L	0,3649	0,2895	0,3568	0,2871	SI	SI	SI	SI
Nitratos	mgNO ₃ /L	0,0428	0,0418	0,0631	0,0352	SI	SI	SI	SI
Nitritos	mgNO ₂ /L	0,0974	0,0642	0,0709	0,0843	SI	SI	SI	SI
Coliformes Totales		+	-	+	-	NO	NO	NO	NO

Nota: M1 y M3= Muestreo en Canales y bajantes, M2 y M4= Muestreo al aire libre, T°= Temperatura, ST=Solidos Totales, P=Fosforo, SI=Cumple, NO= no cumple, += (positivo/presencia), -= (Negativo/Ausencia) , por Mahecha D, 2019.

Nota: Tomado de proyecto de Investigación USTA – Ruiz, 2019

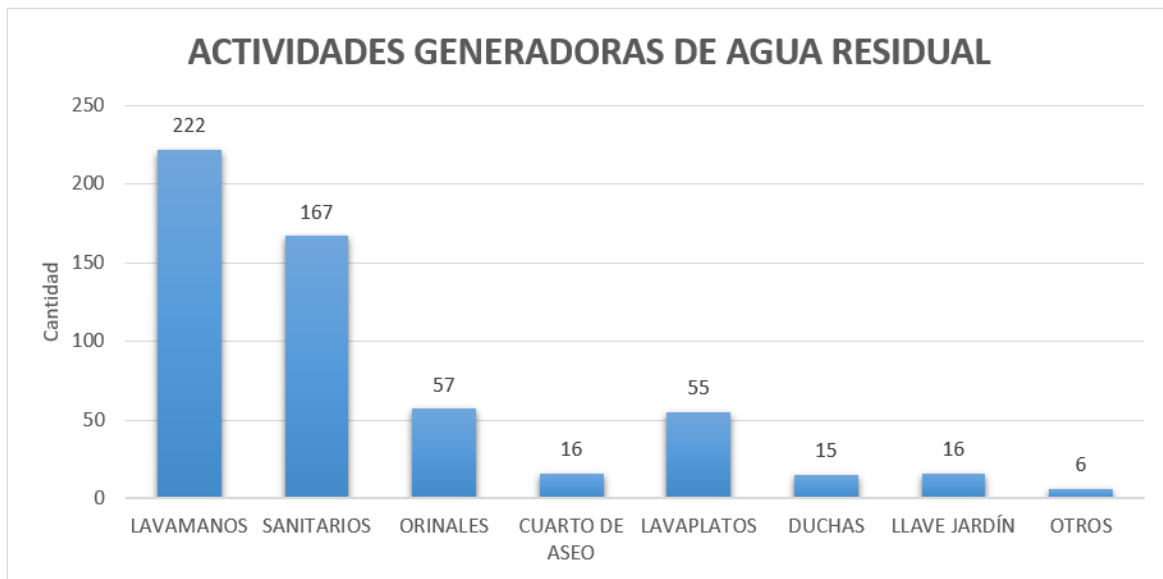
La HH gris a pesar de ser un valor estimado resulta ser alto, por lo tanto, mediante el desarrollo y sustentación de este proyecto de investigación, se da a conocer la Huella Hídrica Gris y la afectación que está teniendo en el medio ambiente por parte de la Universidad Santo Tomás.

3. RESULTADOS

Las principales actividades generadoras de agua residual en la universidad tienen que ver con el aseo personal y necesidades básicas, ya que en la universidad lo que mayormente hay es lavamanos y sanitarios, la cantidad de demás puntos donde se generan aguas residuales pasan a ser mucho menor a lo comparado con lavamanos y sanitarios. (Ilustración 9)

Figura 4

Actividades generadoras de agua residual



Nota: Elaborado por autor

Teniendo en cuenta la cantidad de lavamanos, se puede asumir que esta es la actividad que más genera agua residual por parte de la universidad. Del agua residual que se genera en la universidad, se puede estimar que sin tener en cuenta los desperdicios, en un 80% el agua residual se vierte en el Río Ocoa y por consiguiente en el Río Guatiquía.

La HH gris en la universidad Santo Tomás, se pudo estimar de acuerdo a todos los parámetros implementados y se realizó su análisis de acuerdo a los límites máximos permisibles según la norma. Los parámetros de DQO tomados de la UPB y DBO tomados de la Universidad de Córdoba, son mayores a los valores máximos permitidos, en cuanto a los demás parámetros cumplen con la normatividad; sin embargo, si se analiza la relación entre DQO y DBO es de $1.87 < 3$, por lo tanto, el tratamiento debe ser mediante procesos biológicos.

Al determinar la HH gris con los parámetros anteriores se evidencia que el volumen necesario para diluir los contaminantes es mayor el Nitrógeno Total por un 18.62%.

Tabla 5*Huella Hídrica Gris*

Huella Hídrica Gris		
HH Gris	DBO	NITRÓGENO TOTAL
Litros	17293257,9	92890968,3
Metros cúbicos	17293,26	92890,97
Porcentaje de diferencia		18,62%

Nota: Elaborado por autor

Por lo tanto, al necesitar mayor dilución en el Nitrógeno Total, los compuestos orgánicos son bastante pequeños, ya que su uso no es mayormente generador de estos compuestos. Hoekstra en el año 2010 nos indica que la HH Gris no debía ser mayor al caudal donde se descargan los vertimientos de la universidad, lo cual se cumple por una gran diferencia, teniendo en cuenta que el caudal del Río Ocoa es de 8.2m³/s.

Tabla 6.*Resultados.*

Resultado	Indicador	Objetivo Relacionado
Información suministrada por diferentes entidades públicas y privadas (Anexo A, B y D)	Hojas de cálculo y planos	Objetivo específico 1
Recolección de información y cálculos de HH Gris (Anexo D)	Hoja de cálculo	Objetivo específico 2
Análisis de proyectos relacionados con la conservación de agua	Proyecto de investigación (Reutilización de aguas lluvias)	Objetivo específico

Nota: Elaborado por Autor

4. CONCLUSIONES

- (La universidad Santo Tomás es una de las universidades más grandes de la Orinoquía, por lo tanto, es importante que se realicen estudios que nos permitan conocer más a fondo sobre lo que la aborda ambientalmente, tanto al municipio como a la universidad, Las condiciones hidrográficas de la zona nos permite tener un volumen de agua vertido grande, sin embargo, la falta de una PTAR hace que la contaminación tenga un efecto más grande.
- La Huella Hídrica Gris, nos permitió conocer tener un aproximado de como es el comportamiento de los vertimientos que se tienen, además de las características y el análisis que se puede realizar aguas residuales. El consumo de agua residual varía dependiendo principalmente de la cantidad de personas que la habiten, al analizar el caso de la universidad Santo Tomás, la cual está en constante crecimiento rápido, nos damos cuenta que la afectación no es tan dura como en otras instituciones.
- Existe gran variedad de herramientas que se pueden implementar para disminuir el consumo y el pago en la factura, lo cual beneficiaría económicamente a la universidad y en un estatus, tendría cierta marca diferencial al tener sistema de tratamiento de aguas residuales.

Bibliografía

Alcaldía de Villavicencio. (2020). *Alcaldía de Villavicencio - Meta*. Obtenido de <http://www.villavicencio.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Ecologia.aspx>

Delgado, S., Trujillo, J., & Torres Mora, M. (1 de Junio de 2013). Scielo. *Luna Azul*, 70-77. Obtenido de LA HUELLA HÍDRICA COMO UNA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL ENFOCADA A LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO: EJERCICIO CON COMUNIDADES RURALES DE VILLAVICENCIO: <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n36/n36a06.pdf>

Leal, L. M. (2019). Perepción y acciones sobre la fauna silvestre de la comunidad aledaña a humedales urbanos, Villavicencio - Meta. *Universidad de Los Llanos*.

Ríos del Planeta. (16 de Enero de 2020). *Ríos del Planeta*. Obtenido de <https://riosdelplaneta.com/rio-guatiquia/>

Ruiz, D. J. (2019). *DETERMINACIÓN DE LOS POSIBLES USOS DEL APROVECHAMIENTO DE AGUAS LLUVIAS A PARTIR DE SU CANTIDAD Y CALIDAD EN LOS CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE VILLAVICENCIO*. Villavicencio: USTA.