

**DISEÑO DE UN CULTIVO DE AGUA LLUVIAS PARA SU UTILIZACIÓN EN LA
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE SUR**

JERSSON NICOLAS TORRES ROMERO

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.

2020

DISEÑO DE UN CULTIVO DE AGUA LLUVIAS PARA SU UTILIZACIÓN EN ii
LA UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO SEDE SUR

JERSSON NICOLAS TORRES ROMERO

DIRECTORA

ING. LINA MARIA AGUIRRE OTALVARO

Especialista en Ingeniería Ambiental

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL

UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

BOGOTÁ D.C.

2020

A mi madre, mi padre, mi abuela y mis hermanos, por inspirar y darme la fuerza que por momentos se extinguía, por tener una palabra, un gesto o una sonrisa en el momento justo, por sostenerme y apoyarme hasta finalmente terminar este recorrido.

Agradecimientos

Este trabajo fue el resultado de una inquietud creciente que se gestó en mi Universidad y que con el paso de los meses se logró concretar, agradezco a mis docentes y compañeros porque sus comentarios, experiencias y guía fueron el aporte necesario para materializar una propuesta que beneficia no solo mi proceso personal sino al Medio Ambiente que es mi motivación y objeto de estudio, mi perseverancia y esfuerzo generaron un aporte que dejará huella y será mi grano de arena en la conservación de nuestros tesoros naturales.

En este trabajo se plantea una alternativa para la recolección y posterior uso de aguas lluvias en labores básicas de aseo y mantenimiento en la Universidad Antonio Nariño Sede Sur. Siendo el agua un recurso agotable y de vital importancia para la comunidad, se propone un sistema para su recolección que además de minimizar el uso de agua potable o de tubería, beneficia a la comunidad y a la Universidad misma en el ahorro del recurso, sumado a la conciencia colectiva sobre su cuidado y aprovechamiento efectivo, seguro y ecológicamente amigable. Para la planificación del sistema es necesario conocer la huella hídrica que se convierte en información vital para el diseño y ejecución del mismo, teniendo en cuenta variables de población flotante usuaria de la universidad, así como de datos e historial de precipitaciones en la ciudad de Bogotá, consumo de agua en la Sede y características de sus espacios para poder crear una propuesta factible y ejecutable que nos beneficie como comunidad universitaria y que se convierta en una solución ecológica de ahorro y aprovechamiento del vital recurso.

Palabras clave: Recurso agotable, consumo, aprovechamiento, huella hídrica, recolección.

This Project proposes an alternative to collect rain water and re-use it after in basic maintenance and basic cleaning tasks at Antonio Nariño University, South Branch. Water is an exhaustible resource and it is very important for whole community, the proposal is about the water collection besides minimizing the use of potable water and become people and students aware the care of water and its effective, safe and ecological use. In order to plan this system it is necessary to know the hydrological data that becomes vital information for designing and executing the system itself, also, taking into account the variable about population and users of the University, as well as data and the record of Precipitation in Bogotá in order to create a feasible and practical proposal which benefits the students and becomes an ecological solution and water as vital resource could be saved.

Key words: exhaustible resource, consumption, taking advantage, hydrological data, collection.

1. INTRODUCCION	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
3. JUSTIFICACIÓN	3
4. OBJETIVOS	4
4.1. Objetivo general.....	4
4.2. Objetivos específicos	4
5. MARCO CONCEPTUAL	5
5.1. Marco geográfico	5
5.1.1. Cuenca del rio Fucha.	7
5.2. Marco teórico	9
5.2.1. Huella hídrica.....	9
5.2.2. Huella hídrica directa.....	11
5.2.3. Huella hídrica azul.....	11
5.2.4. Huella hídrica gris.....	12
5.2.5. Huella hídrica verde.....	13
5.2.6. Huella hídrica indirecta.....	13
5.2.7. Cosecha de agua lluvias.....	14
5.3. Marco legal	15
6. ESTADO DEL ARTE.....	16
7. METODOLOGIA.....	20
7.1. Fase 1: Recopilación de información secundaria.....	20

7.2.	Fase 2: Análisis documental y elaboración del estado de arte.....	21	vii
7.3.	Fase 3: Solicitud de información al IDEAM y a la dirección de la sede sur	21	
7.4.	Fase 4: Visitas a la Sede Sur y registro fotográfico	22	
7.5.	Fase 5: Análisis de la información primaria y determinación de la huella hídrica directa	22	
7.6.	Fase 6: Diseño del cultivo de agua lluvias.....	23	
7.7.	Fase 7: Análisis de resultado y elaboración del documento final.....	23	
8.	RESULTADOS.....	23	
8.1.	Recopilación de la información secundaria	23	
8.2.	Análisis documental y elaboración del estado de arte	24	
8.2.1.	Huella Hídrica en el sector agrícola.....	24	
8.2.2.	Huella hídrica en universidades.....	24	
8.2.3.	Utilización de las aguas lluvias para reducir el consumo de agua.....	25	
8.2.4.	Estado actual del rio Fucha.....	26	
8.3.	Solicitud de información al IDEAM y a la dirección de la sede sur.....	26	
8.3.1.	Solicitud de información al IDEAM y selección de estaciones meteorológicas.	26	
8.3.2.	Solicitud de información a dirección sur.....	28	
8.4.	Visita y registro fotográfico de la sede sur	28	
8.4.1.	Registro fotográfico de los techos (bloques) y cálculo de sus respectivas áreas.	29	
8.4.2.	Registro fotográfico de las zonas verdes, cálculo de las áreas y consumo de agua para su riego.	30	

8.4.3.	Registro fotográfico de zonas comunes.....	33	viii
8.5.	Análisis de la información primaria y determinación de la huella hídrica directa ...	34	
8.5.1.	Distribución del consumo de agua.....	34	
8.5.2.	Huella Hídrica azul.....	36	
8.5.3.	Huella hídrica gris.....	36	
8.5.4.	Huella Hídrica verde.....	38	
8.5.5.	Huella hídrica directa total.....	39	
8.6.	Diseño del cultivo de aguas lluvias.....	40	
8.6.1.	Selección de los techos para los cultivos de agua lluvia y ubicación del tanque recolector.....	40	
8.6.2.	Dimensiones del tanque receptor de aguas lluvias.....	41	
8.6.3.	Materiales y elementos utilizados para el cultivo de aguas lluvias.....	43	
8.6.4.	Prototipo de la gráfica del diseño de cultivo de aguas lluvias.....	44	
8.6.5.	Criterios para la ejecución del diseño de cultivo de aguas lluvias.....	48	
9.	CONCLUSIONES	49	
10.	RECOMENDACIONES.....	50	
11.	REFERENCIAS.....	51	
12.	ANEXO.....	54	

Tabla 1 Puntos de Monitoreo del Río Fucha	9
Tabla 2 Normatividad	15
Tabla 3 Huella Hidrica en sector agricola.....	24
Tabla 4 Huella Hidrica Directa en universidades	25
Tabla 5 Estaciones Meteorologicas Seleccionadas.....	27
Tabla 6 Área de los edificios de la sede.....	30
Tabla 7 Área de las figuras geometricas	31
Tabla 8 Consumo de agua Sede Sur 2019	35
Tabla 9 Precipitación en el año 2019.....	37
Tabla 10 Volumen del agua lluvia	42

Lista de ilustraciones

x

Ilustración 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio	5
Ilustración 2 Delimitación de la zona de estudio	6
Ilustración 3 Ubicación y delimitación de la cuenca del río Fucha	7
Ilustración 4 Ubicación de puntos de monitoreo en el río Fucha	8
Ilustración 5 Componentes de la huella hídrica	10
Ilustración 6 Diagrama de las fases	20
Ilustración 7 Ubicación de las estaciones meteorológicas	27
Ilustración 8 Techos de los bloques	29
Ilustración 9 Calculo del area de los techos	29
Ilustración 10 Medición de áreas de las zonas verdes	31
Ilustración 11 Zonas verdes de la sede sur	32
Ilustración 12 Zonas comunes	34
Ilustración 13 Consumo de agua de la sede sur año 2019	35
Ilustración 14 Representación de la huella hídrica directa	39
Ilustración 15 Selección de las áreas de los techos	40
Ilustración 16 Ubicación del tanque recolector de aguas lluvias	41
Ilustración 17 Tubería de agua lluvias	42
Ilustración 18 tanque de 5 metros cúbicos	44
Ilustración 19 Prototipo del diseño de cultivo de aguas lluvias	45
Ilustración 20 Ejemplo del tanque recolector de aguas lluvias	46
Ilustración 21 Ubicación del tanque	46
Ilustración 22 Proyección del tanque	47

1. INTRODUCCION

1

El cultivo de aguas lluvias es la tecnología que data de miles de años atrás, la cual consiste en recolectar estas aguas mediante tanques o excavaciones en el suelo, su finalidad es suplir la necesidad del agua en épocas de sequía o en lugares en donde no había una disponibilidad del agua para consumo humano (Pinto, 2014).

Considerando que el agua es un recurso agotable el cual está implícita en todas nuestras actividades académicas, sin embargo la fuente del agua que es utilizada en la universidad, proviene directamente de la Empresa de Acueducto de Bogotá. Es así que este proyecto diseñará un cultivo de aguas lluvias para que esta sea utilizada en las actividades de aseo de los pisos, descargas de los baños o para el riego de los jardines.

Con el fin de tener un diseño de cultivo de aguas lluvias adecuado para la Sede Sur de la Universidad Antonio Nariño, es necesario identificar la huella hídrica directa del año 2019, la huella hídrica directa es un indicador que permite cuantificar el uso del agua en actividades como aseo y consumo que realiza el hombre (Talavera, 2018).

Es así que es este trabajo se divide en tres fases, la primera es recopilar información primaria y secundaria, para que el Proyecto de Grado tenga mayor validez. En la segunda fase se emplea una metodología adecuada, la cual fue anteriormente hallada en la primera fase, se calcula la huella hídrica y se diseña el cultivo de aguas lluvias en la universidad, por último se identifican las conclusiones y se dan por cumplido los objetivos que se estipularon en este proyecto para analizar la factibilidad que tendría el diseño del cultivo.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2

En 1977 se inaugura la Sede Sur de la Universidad Antonio Nariño, generando un impacto positivo para la comunidad aledaña a este sector, brindando posibilidades de ingreso a la Educación Superior. Por otra parte, las actividades que se realizan en la universidad, como prácticas en laboratorios, aseo de la propia institución, entre otras, hacen que el consumo de agua potable sea considerable. En la actualidad, el consumo de agua se ha venido incrementado, debido a que es proporcional obtener a la cantidad de personal que trabaja y/o estudia en la institución, es así que en estudios previos se halló que aproximadamente el consumo de agua en un campus universitario es de 76000 m³/año (Contreras & Torres, 2016).

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se establece la importancia de recopilar información sobre el cálculo de la huella hídrica y así, aplicando este indicador en la Sede Sur de la Universidad Antonio Nariño se podrá obtener un estimado exacto de cuánto se ahorraría en el consumo de agua potable para una disminución monetaria en el pago de la facturación del servicio de agua potable, aspecto que se podría al utilizar el cultivo de aguas lluvias en los próximos años.

Por lo tanto, se empleará una recopilación y análisis de información sobre el cálculo de la huella hídrica directa, para poder determinarlo y a su vez poder desarrollar un diseño de cultivo de aguas lluvias, es así que se plantea la siguiente pregunta. ¿Qué factibilidad tendría el programa el cultivo de aguas lluvias y como se verá reflejado su uso en la huella hídrica directa de la universidad Antonio Nariño Sede Sur?

3. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de grado tiene como finalidad elaborar un diseño de cultivo de aguas lluvias para la sede sur de la UAN, debido a que el agua por ser un recurso agotable y de uso indispensable para cualquier actividad académica, es necesario el aprovechamiento de las posibles alternativas para obtener un uso eficiente de este invaluable recurso.

Cabe resaltar que para alcanzar la finalidad del proyecto es necesario calcular la huella hídrica directa ya que a la fecha no se cuenta con este índice en la Universidad, esto se hace empleando los conocimientos previos que se han adquirido durante el aprendizaje para el pregrado de la Ingeniería Ambiental. Es importante tener en cuenta que para tener un diseño de cultivos de aguas lluvias y que sea eficiente para la Sede Sur, la huella hídrica permite identificar cuánta agua es consumida por los usuarios que hagan uso de la Institución, de este modo al utilizar el agua proveniente de las lluvias se puede reducir cuando ésta sea utilizada en el aseo general de la infraestructura y en riego de los jardines.

Por otra parte, al tener establecida la huella hídrica, se tiene el conocimiento de cuánta agua se consume en la sede, puesto que al tener un valor exacto se generará un impacto positivo para la comunidad estudiantil al crear una conciencia sobre el uso racional del agua y su propio consumo. Asimismo la elaboración de este diseño de cultivo de agua podría garantizar un uso apropiado del recurso para beneficiar no solo a la actual generación de estudiantes, sino a las futuras que hacen parte de la institución.

Se escoge como año base el 2019, para así determinar la capacidad que podría tener el cultivo de aguas lluvias para los años posteriores y así tener una disminución de los costos que tiene el pago del servicio público de agua.

4

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

- Diseñar un cultivo de aguas lluvias empleando el cálculo de la huella hídrica directa del año 2019, en la Universidad Antonio Nariño, Sede Sur.

4.2. Objetivos específicos

- Identificar a partir del consumo de agua potable la huella hídrica directa azul y gris en la universidad Antonio Nariño sede sur.
- Cuantificar la huella hídrica verde mediante el historial de las mediciones de la precipitación mensual, que registró las estaciones meteorológicas del IDEAM en el año 2019 que estén ubicadas alrededor de la sede de la universidad.
- Identificar el volumen de agua lluvia que se podría obtener, mediante la implementación del diseño del cultivo de aguas, para su posterior utilización.

5.1. Marco geográfico

La universidad Antonio Nariño Sede Sur se encuentra ubicada en la localidad número 15 de la ciudad de Bogotá, capital de Colombia. La cual está delimitada por el norte entre la Avenida Calle 1 y la Avenida Calle 8 sur, por el oriente entre Avenida Carrera 10 y la Calle 39_B sur; por el sur la Avenida Carrera 27 y la Avenida calle 20 sur y por el oriente en la carrera 30 (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2017).



Ilustración 1 Mapa de ubicación de la zona de estudio a) Colombia b) Departamento de Cundinamarca c) Bogotá d)Universidad Antonio Nariño Sede Sur Fuente Google Earth (2020)

Esta sede se encuentra en una topografía un poco ondulada y plana, cuenta con una temperatura promedio de 15 centígrados, y la precipitación anual de 900 a 1000 mm. Por otra la cuenca hidrográfica del río de Fucha está influenciada en la ubicación de la universidad (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C, 2017).



Ilustración 2 Delimitación de la zona de estudio Fuente Google Earth (2020)

Mediante la aplicación de Google Earth se calculó que el área de la universidad es aproximada de 8743,33 m². Asimismo cuenta con una población entre flotante y fija de 2500 personas al día.

La población flotante está comprendida entre estudiantes, profesores, personal de mantenimiento, pacientes del consultorio odontológico y visitantes ocasionales. Es así que esta sede universitaria no solo beneficia a la comunidad de la localidad de Antonio Nariño, puesto que hay estudiantes que viven en toda la ciudad de Bogotá y en algunos municipios como Soacha, Cota, entre otros.

5.1.1. Cuenca del río Fucha.

Esta cuenca tiene una longitud de 17,30 Km, la cual parte desde los cerros orientales y termina en la desembocadura del río Bogotá, al occidente de la ciudad; cuenta con un área de drenaje de 17536 hectáreas, comprendida entre el 74,1 % en la área urbana y el resto en el área rural (Pérez & Zamora, 2015).

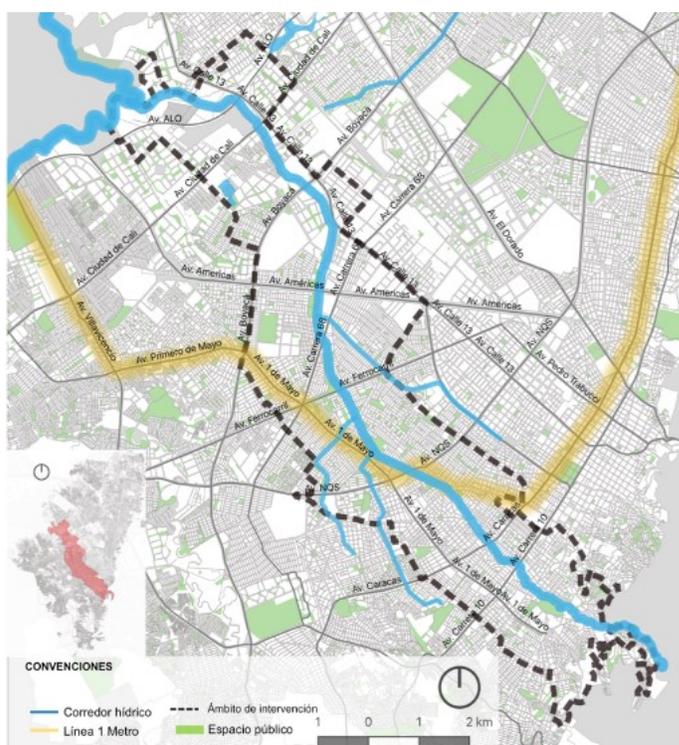


Ilustración 3 Ubicación y delimitación de la cuenca del río Fucha Fuente Secretaria Distrital de Planeación (2020)

La cuenca del río Fucha es utilizada como cuenca sanitaria por parte de la empresa de acueducto de Bogotá, para el drenaje de las aguas lluvias y aguas residuales, ya sean individualizadas o combinadas, dicha cuenca está dividida en 4 tramos desde que inicia el área urbana en la carrera 5ª este, calle 12 Sur, hasta la estación de bombeo de Fontibón en donde

desemboca al río Bogotá (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008), para el estudio de caso se tendrá en cuenta los datos del tramo #2, puesto que es el tramo más cercano a la sede sur de la universidad Antonio Nariño.

En la siguiente ilustración # 4 y por consiguiente la tabla # 1, muestra da veracidad que el tramo más cercano al caso de estudio es el tramo #2. Por consiguiente los datos que se tendrán en cuenta serán el DBO y el caudal de vertimientos de acuerdo a los estudios previos que se han realizados.

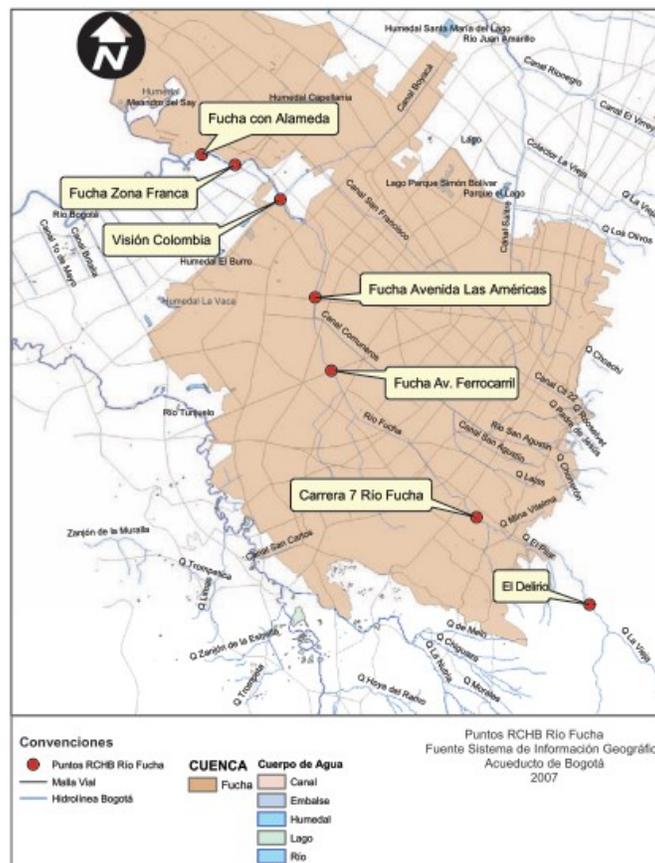


Ilustración 4 Ubicación de puntos de monitoreo en el río Fucha

Fuente Secretaría Distrital de Ambiente (2008)

Cuenca	Estación	Tramo puente	Coordenadas	
			Latitud	Longitud
	El delirio	1	4,33133	74,03381
	Carrera 7 ^a con río Fucha	2	4,34396	74,05201
	Fucha con avenida Ferrocarril	2	4,36436	74,07198
Fucha	Avenida Las Américas	3	4,37466	74,07341
	Visión Colombia	4	4,38458	74,07367
	Zona Franca	4	4,39408	74,08417
	Fucha con Alameda	4	4,39419	74,08426

Fuente (Secretaría Distrital de Ambiente, 2008)

5.2. Marco teórico

5.2.1. Huella hídrica.

Es la cuantificación de la consumo de agua potable, la cual este indicador nos correlaciona las entradas y salidas del agua utilizada para la realización de varias actividades dentro de una organización o institución (Fundación Chile, 2017).

Este índice permite cuantificar y evaluar la sostenibilidad ambiental que puede tener el volumen total del consumo de agua por parte de los habitantes en una región ya establecida. Por otra parte detalla con profundidad cuanto es el consumo exacto del agua para la realización de las actividades antrópicas y cuánta agua es necesaria para diluir los residuos líquidos después de estas actividades (Tolón B. et al., 2013).

Por otra parte, la Huella Hídrica es una herramienta de mayor importancia, la cual debería ser implementada como estrategia para el análisis de un servicio o producto de cualquier índole que

consuman el recurso hídrico, el cual compromete las dos partes tanto el consumidor y el 10 productor. Es así que en dicho análisis tiene en cuenta el uso del agua potable y la generación del agua residual, asimismo al implementar esta herramienta genera acciones para mitigar los impactos negativos que esta correlaciona el uso directo e indirecto del agua (Fonseca Carreño et al., 2018).

Después de tener los anteriores conceptos podemos remitirnos en la siguiente ilustración, en donde se muestra que compone la huella hídrica tanto directa como indirecta.

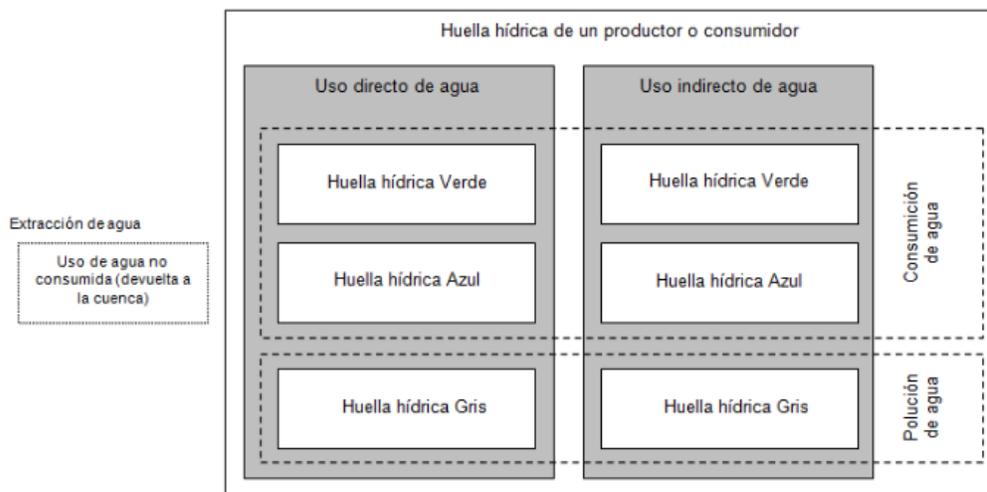


Ilustración 5 Componentes de la huella hídrica

Fuente (Mekonnen & Hoekstra, 2011)

Este indicador se obtiene mediante el uso del manual de evaluación de la huella hídrica realizada por Water Footprint Network (WFN, 2011), por lo tanto esta es la primera ecuación.

$$HH = HH_{azul} + HH_{verde} + HH_{gris} + HH_{indirecta} \quad (1)$$

5.2.2. Huella hídrica directa.

11

También llamada huella hídrica operacional, la cual es la cantidad de agua superficial aprovechada para las funciones que se realiza dentro de una empresa comercial para su propia producción (Gaia Servicios Ambientales, 2017). Por otra parte esta se le denomina agua directa en donde se ve reflejada la contabilización del consumo de agua directo de la fuente, para la elaboración de un producto, sin embargo no tiene en cuenta las otras entradas que también consumen agua, como por ejemplo la utilización de energía de una hidroeléctrica (Moratilla, 2011).

Este indicador cuantifica el consumo exacto del agua potable para la realización de las actividades la cual está dividida en tres subíndices, la cual se observa en la siguiente ecuación (WFN, 2011).

$$HH_{directa} = HH_{azul} + HH_{verde} + HH_{gris} \quad (2)$$

5.2.3. Huella hídrica azul.

Esta huella es un indicador de la utilización del recurso hídrico para la producción general de un servicio, ya sea que provenga de aguas subterráneas o aguas superficiales, esta puede generar conflictos de acuerdo a la extracción y uso final (Bavaria, 2014). Por otra parte este índice también considera el agua evaporada, el agua que no retorna a la misma cuenca y que retorna en un diferente tiempo (Gaia Servicios Ambientales, 2017).

Esta es el consumo del agua dulce la cual no retorna a la cuenca hidrográfica, de la cual fue captada, por lo tanto esta pérdida de agua se ve reflejada en las acciones de las organizaciones ya sea para la producción de producto final o servicio prestado (WFN, 2011). Es representada por la siguiente ecuación:

$$HH_{\text{azul}} = \text{Afluente} * FNR \quad (3)$$

- Afluente: es la cantidad exacta de agua, la cual está representada en m³/año, en donde se obtiene en la facturación de este servicio.
- FNR: factor de no retorno.

5.2.4. Huella hídrica gris.

Representa el agotamiento del recurso hídrico debido a la baja calidad que tiene, puesto que fue contaminada por el uso de las acciones productivas que realiza el hombre (Bavaria, 2014). Las diluciones que se hace a los contaminantes por medio de la utilización del agua, hace que quede poca disponibilidad de este recurso, esa así que se realiza una valoración mediante el cálculo de esta huella y determinar el impacto que tiene las actividades corporativas (Gaia Servicios Ambientales, 2017).

Esta índice se calcula mediante la medición del afluente, el efluente y la concentración del contaminantes, la concentración que más se tiene en cuenta es el DBO debido a la carga orgánica con la cual sale estas aguas servidas, es así que para su cálculo se halla mediante la siguiente ecuación (WFN, 2011):

$$HH_{\text{gris}} = \frac{\text{Efluente} * C_{\text{efluente}} - \text{Afluente} * C_{\text{afluente}}}{C_{\text{max}} - C_{\text{nat}}} \quad (4)$$

- Efluente: Es el volumen de agua que entra a las operaciones o institución, con la cual retorna a la cuenca hidrográfica o al cuerpo de agua.
- Afluente: Es el volumen de agua que se ve reflejado en la facturación de este servicio.
- Concentración del efluente: Es la medición del parámetro escogido, con la que sale el efluente (DBO).

- **Concentración del afluente:** Es la medición del parámetro con la cual llega con el agua potable.
- **Concentración máxima:** Es el parámetro máximo permitido por normatividad para la descarga de aguas residuales.
- **Concentración nativa:** Es el parámetro con la cual se encuentra el agua en su estado natural, sin la intervención del hombre.

5.2.5. Huella hídrica verde.

La medición del consumo de agua que cae por efecto de la lluvia, por lo tanto es la que se utiliza para el riego de las áreas de conservación ambiental o áreas verdes, es así que no se tiene en cuenta el volumen de agua que se filtra al suelo o se va por escorrentía a los cuerpos de agua .(Bavaria, 2014). Por otra parte también se contabiliza el agua de la precipitación, la cual es evaporada y funciona en los procesos agrícolas, puesto que esta se humedece el suelo para la disponibilidad de los cultivos (Gaia Servicios Ambientales, 2017).

Es la precipitación del agua que cae sobre el área en donde se están realizando las actividades de los consumos anteriores de la huella azul y gris. La cual es aprovechada por los pastos o árboles que se puedan encontrar en la zona de estudio. Se puede cuantificar por la siguiente ecuación (WFN, 2011).

$$HHverde = Precipitación * Areas verdes \quad (5)$$

5.2.6. Huella hídrica indirecta.

Interpreta la cuantificación del consumo de agua de las entradas intermedias para la producción o la prestación del servicio, estas entradas intermedias se ven reflejadas en las

materias primas que se utilizaron para el producto final (Moratilla, 2011). Por parte también 14 se considera que hace parte de la cadena de suministro para la obtención de bienes dentro del ámbito empresarial, para la mantenimiento de las instalaciones (Gaia Servicios Ambientales, 2017).

Se refiere al volumen de agua incorporada o contaminada que no esté directamente relacionado con la cadena de producción de un producto, como por ejemplo la utilización de energía hidroeléctrica (WFN, 2011), esta se puede apreciar mediante la siguiente ecuación.

$$HH_{indirecta} = HHelectricidad \quad (7)$$

$$HHelectricidad = C.energia * Factor conversión \quad (8)$$

- Consumo de energía: es el valor que esta descrito en la facturación de la energía eléctrica.
- Factor de conversión: este índice proviene del estudio de la medición de la huella hídrica por generación de hidroeléctricas (Mekonnen & Hoekstra, 2012).

5.2.7. Cosecha de agua lluvias.

El aprovechamiento de la precipitación para el uso humano, como por ejemplo en las actividades de cultivo agrícola o para demás actividades que no sea de consumo directo para el mismo, como por ejemplo el consumo directo del agua o preparación de alimentos con este tipo de agua recogida. Es así que mediante un mecanismo de tanques y un área establecida se recolecta esta agua para su utilización ya sea para riego de plantas o para las descargas de las tasas sanitarias (Gallardo, 2010).

5.3. Marco legal

La siguiente tabla # 2, es una recopilación de toda la normatividad, que se refleja en el caso de estudio.

Tabla 2 Normatividad

Acto legislativo	Entidad que la expide	Descripción
Ley 9 de 1979	Congreso de la Republica	Creación del Código Sanitario Nacional
Ley 373 de 1997	Congreso de la República	Se establece el programa para el uso y ahorro eficiente del agua
Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico 2010	Ministerio de Medio Ambiente	Instrumento para la gestión del uso del agua en el país.
Resolución 3930 del 2010	MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL	Por el cual se reglamenta parcialmente el mulo I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parle 1/1-Libro 1/del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos Líquidos y se dictan otras disposiciones
Decreto 1480 de 2007	Ministerio de Medio Ambiente	Decreto el ordenamiento e intervención en cuencas hidrográficas
Resolución 1096 de 2000	Ministerio de Desarrollo Económico	RAS
Resolución 5731 de 2008	Secretaria distrital de medio ambiente	Establece los objetivos para ríos Fucha, Salitre y Tunjuelo, los cuales establece concentraciones de referencia para los vertimientos
Acuerdo número 43 del 17 de octubre de 2006	CAR	Por el cual se establecen los objetivos de calidad del agua para la cuenca del río Bogotá a lograr en el año 2020
Iso 14046	INCOTEC	Establece los principios, requisitos y guía para la medición de la huella hídrica.

6. ESTADO DEL ARTE

La relación que tiene el cálculo de la huella hídrica con la percepción de los consumidores de agua de uso doméstico, revela que genera una conciencia y un uso sostenible de este recurso, según el estudio hecho en la región de Extremadura, España, en donde realizaron aproximadamente 400 encuestas utilizando el modelo de ecuaciones estructurales, demostraron que pese a la falta de conocimiento de este concepto de huella hídrica, la gente del común toma conciencia como el uso racional del agua y la reutilización de las aguas que provengan de las lavadoras o aguas lluvias, debido a que el tipo de preguntas hace ver los errores comunes que las personas están cometiendo y así poderlo corregir para la preservación de este recurso (Gómez-Llanos et al., 2020).

El cálculo de la huella hídrica en la Universidad Católica de Perú en el año 2014, utilizo la metodología de WFN, la cual es la más confiable para dicho calculo, en el caso de la huella hídrica directa, está dividida por 3 índices, la huella verde proveniente de las mediciones de la precipitaciones que ocurrieron en el transcurso de año, la huella azul proviene de la cuantificación que se ve reflejada en las mediciones, por lo tanto estipula en el proyecto el afluente en las actividades de uso personal (aseo), en las prácticas de laboratorio y en el riego de las zonas verdes dentro del campus universitario, para la huella gris esta fue calculada mediante el uso que se le da en los laboratorios y el agua residual del aseo general de los pisos de las instalaciones (Valencia, 2016).

Así mismo se considera el cálculo de la huella indirecta como en el consumo de papel, consumo de energía eléctrica y el gasto de agua en la preparación de alimentos por parte de las

cafeterías. Después de los cálculos realizados encuentra que para reducir la huella hídrica 17 directa es necesario la reutilización de aguas para el aseo de superficies y cambiar el riego de las zonas verdes con el fin de que la radiación solar no evapore pronto dichas, para la huella hídrica indirecta se encontró el mal gasto del papel por parte de la población estudiantil. Para finalizar en los resultados se encontró que la huella directa es mayor que la indirecta y en especial la huella gris es mayor que la verde y azul (Valencia, 2016).

Se realizó un estudio en Sudáfrica, con respecto a la utilización de aguas grises de uso doméstico y de las aguas lluvias, para el abastecimiento de agua que no requiera un consumo directo, es así que presenta la factibilidad que tiene los edificios residenciales, mediante el uso de tanques de agua residual proveniente directamente de las lavadoras y lavavajillas; también de tanques de retención de aguas lluvias ubicadas estratégicamente en las terrazas de dichos edificios. Debido que en Sudáfrica presenta problemas con el abastecimiento de agua potable, surge la necesidad de reutilizar esta agua para los quehaceres como el riego de jardines y el aseo para los pisos, ya que como no tiene un tratamiento previo, no es apta para el consumo humano como para la preparación de comidas o aseo de los mismos residentes. Por otra parte realizan el diseño de las dimensiones que debe tener dichos tanques y como la utilización de estas aguas, se ve reflejando en el costo del consumo del agua que proviene directamente del acueducto local (Wanjiru & Xia, 2018).

En las grandes urbes se está presentado un estrés hídrico, debido a la sobrepoblación de las mismas, esto ocasiona que no se esté garantizando el agua para las futuras generaciones, es así que se debe tomar alternativas para mitigar el impacto anteriormente mencionado. Se analiza un estudio realizado en la ciudad Tel Aviv, en donde se comparó entre dos métodos de recolección de aguas lluvias para mitigar el estrés hídrico y ver cuál es el método más adecuado para dicha

ciudad. El primer método que menciona es la recolección de aguas lluvias mediante tanques de almacenamiento en el suelo y para su distribución, es necesario el bombeo de estas aguas para su utilización, lo que puede presentar gastos energéticos considerables, ya que para pisos superiores de los edificios es necesario una mayor cantidad de energía para la máquina de bombeo, sin embargo este método sería mas factible para las zonas rurales, en donde por lo general se utilizaría para el riego de los cultivos y sería muy poco el gasto energético (Nachshon et al., 2016).

Por otra parte, el otro método que utilizan para el aprovechamiento de las aguas lluvias, es la utilización de acuíferos locales como fuentes receptoras de estas aguas, con el fin de que al recargarse estos acuíferos, se podría obtener el agua de manera general para toda la ciudad y no para la disponibilidad de unos pocos edificios, otra ventaja es que ya no se ocuparía espacios para los tanques de almacenamiento, solo sería necesario implementar mecanismos en los cuales el agua lluvia llegue directamente a estos acuíferos. Esto mostraría que mediante este último método podría garantizar el agua para toda la urbe, reduciendo así el estrés hídrico (Nachshon et al., 2016).

Para el año 2011 se realizó un estudio para el cálculo de la huella hídrica para el sector agrícola en Colombia, en donde utilizaron la metodología implementada por Water Footprint Network, recopilaron la información en el ministerio de agricultura sobre las áreas de cultivos y para la cuantificación de las aguas lluvias del IDEAM. Por lo tanto determinaron que la huella hídrica es de 39144 millones de metros cúbicos al año, en donde el 88 % pertenece a la huella hídrica verde, el 7 % huella hídrica azul y la resta de la huella hídrica gris. El producto que mayor se cultiva y general esta huella hídrica, es el cultivo del café, puesto que cubre más de 24% de las áreas totales de la agricultura Colombiana (Arévalo et al., 2011).

En el año 2014 en la Universidad de Córdoba, Colombia, se calculó la huella hídrica

19

mediante el manual de evaluación de huella hídrica (WFN, 2011), el cual utilizó los tres índices de huella azul, mediante los datos que brinda la facturación del servicio público de agua y de la medición del pozo el cual cuenta el campus de la universidad, para la medición de la huella verde obtuvieron la información de la estación meteorológica que se encuentra en el campus y por otra parte de la medición de los cultivos que se realizan dentro de la universidad, para el cálculo de la huella gris fue cuantificada mediante la descarga que se realiza de la utilización del agua y de las demás actividades que se realizan; también consideraron la huella hídrica indirecta con el conteo del uso de papel, del gasto de energía eléctrica y de la preparación de alimentos. Concluyeron con recomendaciones para la disminución de la huella hídrica total del campus (Contreras & Torres, 2016).

En la ciudad de Bogotá, se calculó la huella hídrica para el año 2014, el cual utilizaron la metodología propuesta por Hoekstra (Mekonnen & Hoekstra, 2011), en donde dividieron esta huella hídrica por los diferentes sectores como el doméstico, industrial y alimentos, se enfatizaron en el cálculo de la huella azul y gris, mediante los datos obtenidos por la empresa de acueducto de Bogotá. Por otra parte permitió el uso sustentable que se le está dando al agua potable en la ciudad, encontraron la desinformación que se tiene de este dato y la importancia que tiene para la comunidad bogotana saberla, con el fin de reducir los impactos socio ambientales en el uso doméstico. Para el uso industrial y de alimentos es necesario implementar planes de uso eficiente de agua (Castilla Rodríguez et al., 2018).

Se realiza la siguiente metodología para la elaboración del proyecto de grado, la cual está reflejada en la siguiente ilustración.

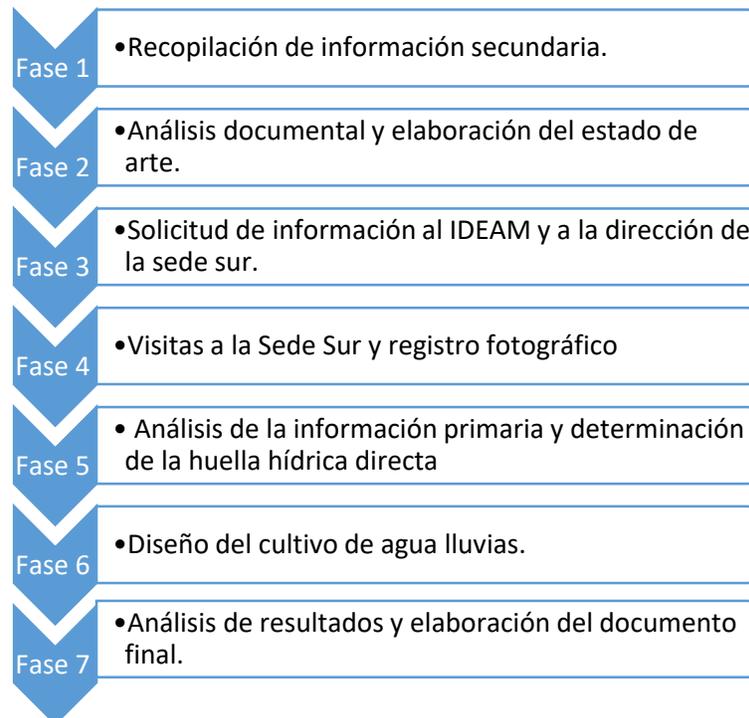


Ilustración 6 Diagrama de las fases

Fuente: Autor (2020)

7.1.Fase 1: Recopilación de información secundaria

En esta fase se investigó toda la información referente al cálculo de la huella hídrica y la captación de aguas lluvias en otras universidades ya sean nacionales y/o internacionales, con el fin de relacionarlo para poderlo emplear en el proyecto. Es así que se escogió el método más asertivo para aplicarlo a la hora de calcular la huella hídrica, puesto que se guió las metodologías que se aplicaron en los diferentes proyectos de grado referenciados.

En los buscadores de artículos como *Scopus*, *Science Direct*, entre otros, se utilizó las siguientes palabras: *use of rainwater*, *water footprint*, *water cultivation*, con el fin de encontrar artículos referentes al estudio de caso, se analizó más de 30 y se seleccionó los más apropiados para la elaboración del estado de arte anteriormente mencionado.

Dicha información se obtuvo de proyectos de grado y artículos científicos, con el fin de analizarlo en la siguiente fase. Por otra parte se tuvo en cuenta los estudios realizados con respecto a la calidad de agua que tiene el río Fucha, en especial el parámetro del DBO₅, ya que este dato es primordial para calcular la huella hídrica gris, que generaría la sede sur de la UAN.

7.2. Fase 2: Análisis documental y elaboración del estado de arte

Se analizó toda la información recogida en la anterior fase con fin de diseñar un marco conceptual estable y rígido. Es así que también se realizó un estado de arte con base en los artículos científicos internacionales y nacionales, para darle mayor confiabilidad al proyecto de grado.

Se realizó la comparación de las huellas hídricas en un mismo sector, pero en diferentes países, en donde la huella hídrica verde tenga una mayor relevancia. Puesto que se resalta la importación que tiene la precipitación y la utilización de estas aguas.

7.3. Fase 3: Solicitud de información al IDEAM y a la dirección de la sede sur

Se solicitó la información de consumo de agua directamente a la administración de la universidad con el fin de tener un consumo exacto del agua y también se solicitara información al IDEAM, para tener la precipitación mensual del año 2019 de las estaciones meteorológicas cercanas a la sede.

Esta información se solicitó mediante PQRS al IDEAM, la información pertinente a las estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio y por medio de correos electrónicos a la dirección administrativa de la sede sur. 22

7.4. Fase 4: Visitas a la Sede Sur y registro fotográfico

Debido a la contingencia que se está sucediendo por la pandemia del "Covid 19", se solicitó formalmente los permisos a la dirección administrativa, con el fin de realizar las visitas a la zona de estudio, diligenciado con anterioridad los días previos a la visita el pase Covid.

Estas visitas se hicieron con el fin de modelar el diseño del cultivo de aguas lluvias y determinar el porqué del consumo de agua, mediante el conteo de baños, laboratorios y demás actividades que se consumen agua. Por otra parte se realizó una pequeña entrevista al personal de aseo para determinar el consumo de agua y al personal de seguridad para cuantificar el riego a los jardines que se encuentran en la sede.

7.5. Fase 5: Análisis de la información primaria y determinación de la huella hídrica

directa

La metodología que se aplicó para calcular la huella hídrica en la sede sur de la universidad se hará en base a el manual de evaluación de la huella hídrica por parte de Water Footprint Network (WFN, 2011).

Después de tener la información solicitada tanto a la universidad como al IDEAM, se sacó un promedio y un cálculo establecido para determinar la huella hídrica directa del año 2019. Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos 1 y 2 del proyecto.

7.6. Fase 6: Diseño del cultivo de agua lluvias

23

Teniendo toda la información disponible en esta fase se cumplió con el objetivo número 3, el cual se diseña un cultivo de aguas lluvias a partir de la huella verde directa calculada por la información obtenida del IDEAM.

Es así que de acuerdo a las dimensiones que podría tener por medio de los edificios que se encuentren en la sede sur o el área que se podría establecer para dicho cultivo.

7.7. Fase 7: Análisis de resultado y elaboración del documento final

Durante la elaboración de los resultados estos fueron analizados en las conclusiones y durante todo el proyecto de grado se ira elaborando el documento final

8. RESULTADOS

8.1. Recopilación de la información secundaria

La información secundaria con respecto a la huella hídrica y casos de estudios con respecto a la recolección de aguas lluvias, se obtuvo desde los recursos electrónicos que brinda la universidad, con el fin de garantizar una veracidad de los hechos y de las acciones que se debe tomar para la ejecución del proyecto, en los cuales encontramos las siguientes fuentes de información:

- Science Direct
- Scopus
- Springer

Además se buscó en Google Académico tesis y artículos en español, tanto nacionales como internacionales los cuales se describirá en la fase siguiente.

8.2. Análisis documental y elaboración del estado de arte

8.2.1. Huella Hídrica en el sector agrícola.

De acuerdo a la información recogida, se escogió la más apropiada para el proyecto, debido a que en el sector agrícola utilizan la huella hídrica verde y por lo tanto se aprovecha mejor las aguas lluvias, es así que entre los cuales se destaca el cálculo de la huella hídrica del sector agrícola en el país de Colombia año 2008 y España año 2001, puesto que para este sector el mayor porcentaje pertenece a la huella hídrica verde, por otra parte se comparó los valores anteriores.

Tabla 3 Huella Hídrica en sector agrícola

	Huella hídrica Total Mm ³ /Año	% HH Azul	% HH Gris	% HH Verde	Referencia
España (2001)	69.876.3	10	52	38	(Moratilla, 2011)
Colombia (2008)	39.144	7	5	88	(Arévalo et al., 2011)

Fuente: Autor (2020)

De la anterior tabla se resalta la importancia que tiene la precipitación lo que genera que la huella verde tenga un mayor porcentaje para este sector, sin embargo pese que al país español tiene una menor área territorial comparada con la de Colombia, pero de hecho tiene una mayor huella hídrica, debido a la generación de aguas residuales, lo que aumenta así mismo su huella hídrica gris.

8.2.2. Huella hídrica en universidades.

Tabla 4 Huella Hídrica Directa en universidades

Universidad	HH Directa Total m ³ /año	% HH azul	% HH verde	% HH gris	Referencia
Pontificia Universidad Católica del Perú (2014)	12.324.729	0,3	0,002	99,7	(Valencia, 2016)
Universidad de Córdoba Campus Montería (2914)	164.962	47.2	15.2	37,6	(Contreras & Torres, 2016)

Fuente: Autor (2020)

Se puede apreciar en la universidad de Perú, tiene una mayor huella hídrica directa, debido a que hay un desfase en el cálculo de la huella gris, puesto que tuvo en cuenta el efluente general de la localidad o barrio completo de la zona de estudio, y no del efluente que genera la universidad por si sola. En la universidad de Montería, tiene un índice considerable de la huella hídrica verde, debido a que hay cultivos dentro de la misma.

8.2.3. Utilización de las aguas lluvias para reducir el consumo de agua.

Se encontró un caso de estudio para la Universidad de Guanajuato México, en donde la implementación de la cosecha de agua reduciría considerablemente su consumo, se concertó que esta cosecha, estaría ubicada en la terraza de un solo edificio con un área de 2581 m² y con una

precipitación anual de 668 mm. Por lo tanto la reducción del consumo de agua sería del 20% de los 7300 m³/año (Bautista, Brayan; Tagle, 2017). 26

Por otra parte, hay diferentes casos de estudio que se realizaron en diferentes ciudades del mundo para la recolección de aguas lluvias, estos casos están descritos en el estado de arte que se realizó en el capítulo 6 de este proyecto de grado.

8.2.4. Estado actual del río Fucha.

Durante el año 2019, estudiantes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, realizaron como proyecto de grado la evaluación de la calidad de agua de los tramos 1 y 2 del río Fucha (Fresneda & Garcia, 2020), esto con el fin de verificar si se está cumpliendo o no los objetivos de calidad que debe tener el río estipulados en la resolución 5731 de 2008. Estos parámetros se tendrán en cuenta para el cálculo de la huella gris de la sede sur de la UAN.

8.3.Solicitud de información al IDEAM y a la dirección de la sede sur

8.3.1. Solicitud de información al IDEAM y selección de estaciones meteorológicas.

Para solicitar la información al IDEAM, fue necesario tener en cuenta cuales estaciones meteorológicas son las más cercanas a la sede sur, con el fin de tener un promedio de precipitación anual del año 2019, ya que con este dato podemos determinar la huella hídrica verde del presente estudio.

Es así que en la página oficial del IDEAM, existe una aplicación para descargar y visualizar todas las estaciones meteorológicas que se encuentran en toda Colombia.

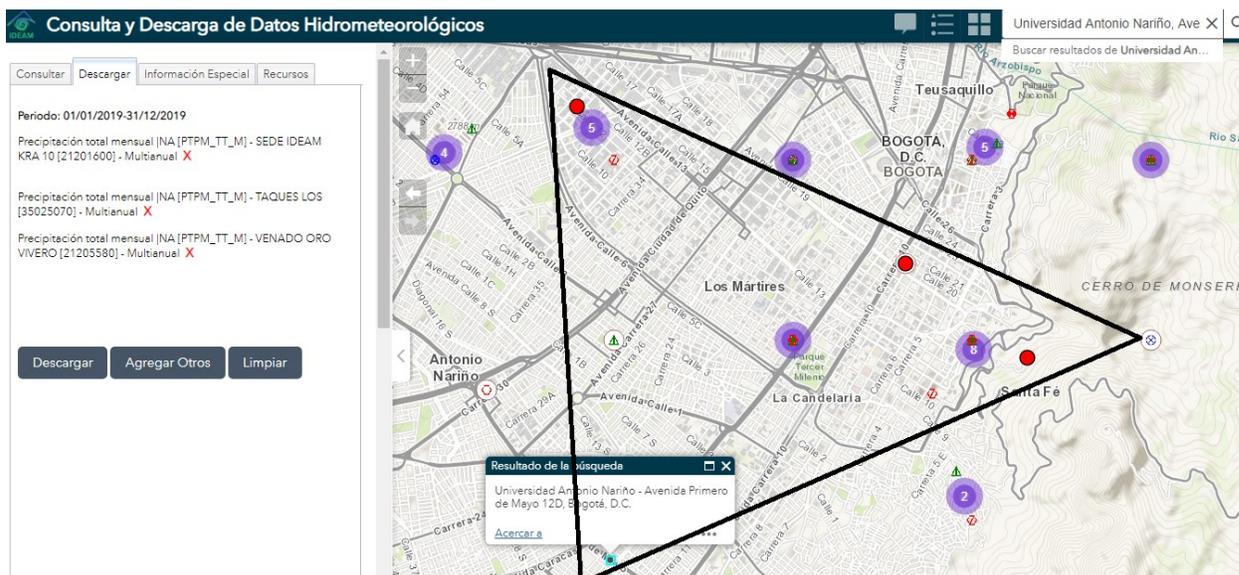


Ilustración 7 Ubicación de las estaciones meteorológicas

Fuente: IDEAM (2020)

En la ilustración anterior se puede observar con puntos rojos las estaciones en las cuales el IDEAM tiene información disponible de la precipitación mensual y que se puede descargar, a pesar de que hay más estaciones cercanas a la Sede Sur, se envió un correo solicitando información de estas estaciones pero debido a que no son de propiedad del IDEAM, no se puede disponer de esta información, como se puede apreciar en el **anexo 1**, por otra parte se realizó una PQR, mediante la aplicación de ORFEO, del IDEAM, pero contestaron que no contaban con la información de ese tiempo, la cual se puede ver en el **anexo 2**.

Por lo tanto se dispuso información de las siguientes estaciones.

Tabla 5 Estaciones Meteorológicas Seleccionadas

Nombre	Código	Latitud	Longitud
Sede IDEAM kra 10	21201600	4,646842354	-74,07432423
Tanque	35025070	4,196666667	-74,19094444
Venado de oro	21205580	4,598361111	-74,06155556

Fuente IDEAM (2020)

8.3.2. Solicitud de información a dirección sur.

28

Para la información de la sede sur, se envió un correo a la directora de la sede sur, la señora Gloria Rojas con autorización previa del coordinador de la carrera ingeniería ambiental solicitando lo siguiente:

- Total de baños
- Consumo de agua
- Total de personas que asisten a la sede incluyendo estudiantes, profesores, personal de apoyo, entre otros.
- Permiso para realizar la visita a la sede
- Área de las zonas verdes

La información solicitada anteriormente se hizo con el propósito de tener datos confiables, para determinar y calcular la huella hídrica directa. De estos datos que se solicitaron no se obtuvo información con respecto al área de las zonas verdes, por lo tanto se incluye este registro en la visita posterior que se realice.

8.4. Visita y registro fotográfico de la sede sur

Debido a la problemática que ha generado el “Covid 19” y las medidas de bioseguridad que ha tomado la administración, fue necesario diligenciar el pase Covid, 15 días antes de la visita con el fin de garantizar la seguridad de los trabajadores y personal que se encuentran en la sede sur, se programó la visita con la Directora de la sede sur, es así que se registró las siguientes fotografías y datos que son necesarios para el proyecto.

8.4.1. Registro fotográfico de los techos (bloques) y cálculo de sus respectivas áreas. 29

Al iniciar la visita se tomaron fotografías desde el bloque 8 hacia los demás bloques, el cual debido a su altura permite tener una mejor panorámica de los techos. Para el cálculo de las áreas de los techos, se utilizó la aplicación de Google Earth.



Ilustración 8 Techos de los bloques

Fuente: Autor (2020)

En la sede sur hay un total de 8 bloques compuesto por laboratorios, aulas de clases, baños y zonas de lectura, para el caso de estudio se tendrá en cuenta el área del techo de la biblioteca y calcula el área de los techos de dichos bloques.



Ilustración 9 Calculo del área de los techos

Fuente: Google Earth (2020)

Con base a la ilustración anterior, se logró determinar el área de los techos, los cuales están registrados en la siguiente tabla:

Tabla 6 Área de los edificios de la sede

Bloque	Área m ²
1	1000
2	748,83
3	585,12
4	100,16
5	357,21
6	461,4
7	330,7
8	476,24
9	151,08
Biblioteca	381,89
Total	4592,63

Fuente: Autor (2020)

El total de las áreas de los bloques es de 4592,63 m², este valor es significativo, puesto que se utilizará para el cálculo del diseño del cultivo de aguas lluvias.

8.4.2. Registro fotográfico de las zonas verdes, cálculo de las áreas y consumo de agua para su riego.

Para calcular la huella hídrica verde, es necesario determinar el área de las zonas verdes y tener en cuenta la precipitación anual. Es así que se utilizaron los siguientes implementos:

- Escuadra escualizable
- Metro
- Tiza
- Cuaderno

Teniendo en cuenta los anteriores elementos se midieron los grados que tenía la unión entre los lados de los jardines y a su vez la longitud de estos, debido al que el metro no era lo

suficientemente largo se señalizaba con una tiza, como se puede observar en la siguiente fotografía.



Ilustración 10 Medición de áreas de las zonas verdes

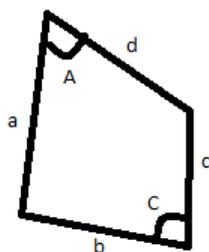
Fuente: Autor (2020)

Se pudo apreciar que las zonas verdes son de formas rectangulares, triangulares y equiláteras irregulares, por eso la importancia de medir los grados de las uniones de los lados de estas zonas. Por lo tanto se tuvo en cuenta el siguiente cuadro para determinar las áreas.

Tabla 7 Área de las figuras geométricas

Figura	Ilustración	Ecuación
Rectángulo		$Area = A * B$
Triángulo Escaleno		$A = \sqrt{S * (S - a)(S - b)(S - c)}$ $S = \frac{a + b + c}{2}$

Cuadrilátero
Irregular



$$Area = 0,5 * a * d * senA + 0,5 * b * c * senC$$

Fuente: Autor (2020)

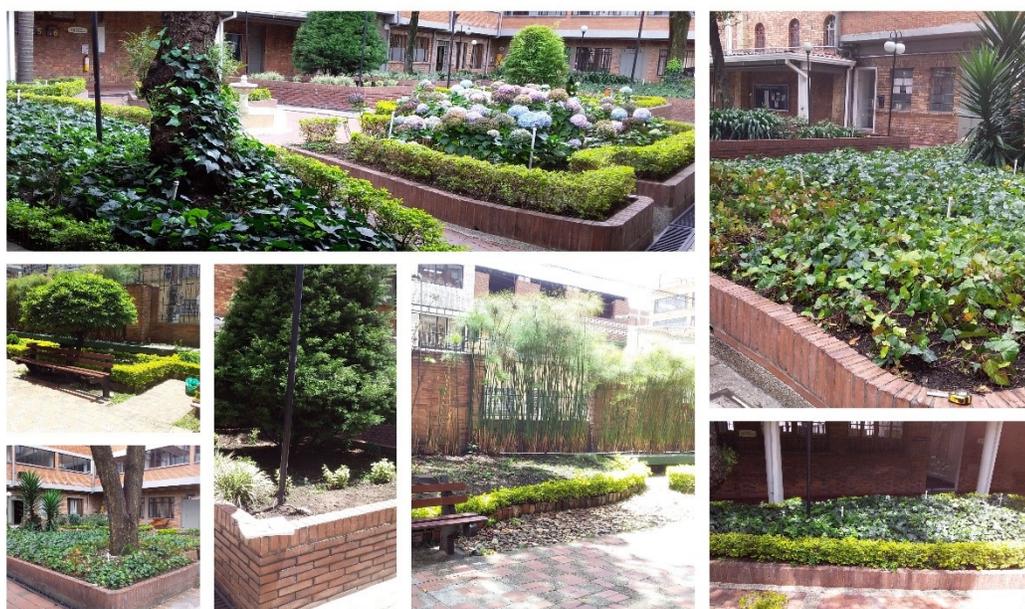


Ilustración 11 Zonas verdes de la sede sur

Fuente: Autor (2020)

Es así que después de la medición de todas las zonas verdes se calculó que tiene un área total de **450.5 m²**, estas zonas son regadas cada fin de semana. Por cada metro cuadrado se consume 0.76 litros de agua con la utilización de la manguera, esta medición se realizó tomando el tiempo en que se demoraba regando un área de zona verde de 45.6 m², el cual era 10 minutos. Para determinar cuánto agua gastaba por cada metro cuadrado, se utilizó un balde de 10 litros, el cual en un minuto llenaba 3.5 litros de agua, se determinó que en esos 10 minutos se gastaba 35 litros

de agua, es así que teniendo los 35 litros son divididos en los 45.6 m² , dándonos un resultado de 0.76 litros por m².

33

Por todas las zonas verdes al mes se consume de agua 1369.52 litros o 1.37 m³, sin embargo este valor es un aproximado puesto que si hay fines de semana en el cual cae una lluvia considerable se obvia este riego.

8.4.3. Registro fotográfico de zonas comunes.

Se tomó fotografías de las zonas comunes como salones, escaleras y pasillos, con el fin de determinar el consumo de agua, que se genera al realizar el aseo correspondiente. Para determinar este consumo se consultó con el personal de aseo, es así que se determinó lo siguiente:

- Por cada salón de clases o laboratorio, se consume 5 litros de agua de los cuales, 3 litros retornan al desagüe, teniendo en cuenta que hay un total de 75 salones y 32 laboratorios, el aseo se realiza cada tercer día con trapero. Todos los días solo se recoge el polvo o partículas de suciedad con las mopas.
- Para las escaleras también se le realiza cada tercer día, en donde se consume por conjunto de escalera 10 litro de agua de los cuales 4 retornan al desagüe, en la sede hay 45 conjuntos de escaleras, las cuales son divididas en los bloques que hay.
- Las zonas comunes como los parqueaderos, canchas y corredores de los jardines se utiliza la hidrolavadora cada seis meses por 2 horas, la cual consume 10 litros de agua por minuto.

- Para el aseo de los baños, hay un total de 109 tasas de inodoro y 21 orinales, para 34 los cuales por cada tasa sanitaria y orinal se gasta 10 litros de agua al día, a excepción de los domingos y festivos.
- El total de personas que ingresaron diariamente fue de 2100 (Dirección Sur, 2020)



Ilustración 12 Zonas comunes

Fuente: Autor (2020)

8.5. Análisis de la información primaria y determinación de la huella hídrica directa

8.5.1. Distribución del consumo de agua.

Para determinar la huella hídrica azul es necesario tener en cuenta el consumo de agua potable en el año 2019 el cual se ve reflejado en el recibo de acueducto y alcantarillado, con el fin de determinar el afluente, la cual se ve en la siguiente tabla.

Meses	Consumo m ³ 2019
Enero-Febrero	521
Marzo-Abril	895
Mayo-Junio	701
Julio-Agosto	612
Septiembre-Octubre	861
Noviembre-Diciembre	697
Total	4287

Fuente: Dirección Sur (2020)

Teniendo en cuenta los datos recogidos en la anterior fase y la tabla anterior, se puede ver la distribución de consumo en la siguiente ilustración.

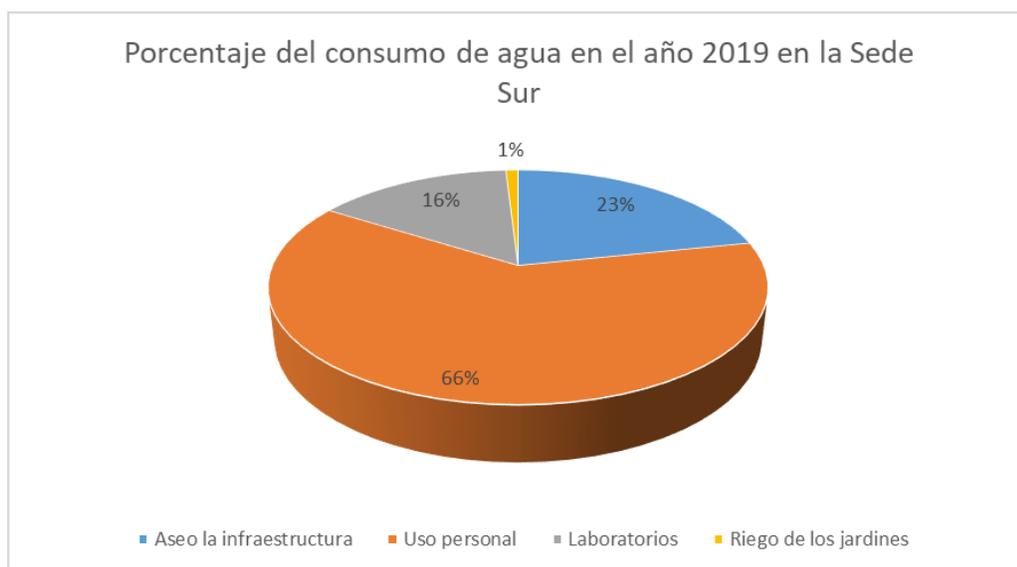


Ilustración 13 Consumo de agua en porcentajes de la sede sur año 2019

Fuente: Autor (2020)

El mayor consumo se ve reflejado en el uso personal como la descargar de las tasas sanitarias y el lavado de manos de las 2100 personas que son entre estudiantes, profesores y demás personal que se encuentren en la sede, para hallar esta cálculo, no se consideró el consumo de agua en los días festivos, semanas de vacaciones y época de decembrina, ya que para estas fechas

el consumo solo proviene del personal de seguridad, por otro lado el riego de las zonas verdes o jardines solo representa el 1 % del consumo del agua.

8.5.2. Huella Hídrica azul.

Para el cálculo de la huella hídrica se considera que el afluente es el ingreso de agua registrado en facturación del recibo del acueducto y este es multiplicado por factor de no retorno, que para el caso es 0.2, como está estipulado en el RAS 2000.

$$\text{Huella Hídrica azul} = \text{Afluente} * \text{Factor de no retorno}$$

$$\text{Huella Hídrica azul} = 4287 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} * 0,2$$

$$\text{HHazul} = 965.4 \text{ m}^3/\text{año}$$

- Afluente: es la cantidad exacta de agua, la cual está representada en m³/año, en donde se obtiene en la facturación de este servicio, (4287 m³/año).
- Factor de no retorno: este valor es 0.2 de acuerdo al RAS 2000, (0,2).

8.5.3. Huella hídrica gris.

En este índice se debe tener en cuenta que el efluente se le debe adicionar la cantidad de agua que proviene de las lluvias, puesto que las aguas servidas y las aguas lluvias de la sede sur son desaguadas en el río Fucha, sin ninguna clase de separación entre estas dos aguas.

Para determinar la precipitación total que cayó durante el 2019, se realiza un promedio de los totales que se registró en las tres estaciones que fueron seleccionadas anteriormente, estos datos se ven en la siguiente tabla.

Mes/Precipitación mm	Estación los Tanques	Estación IDEAM K10	Estación Venado de oro
Enero	0,5	6,29166667	11,775
Febrero	36,4166667	14,675	34,2708333
Marzo	62,6041667	2,1	37,9625
Abril	119,616667	20,0416667	148,25
Mayo	102,2625	114,458333	182,216667
Junio	158,470833	128,591667	114,15
Julio	52,1416667	161,35	114,458333
Agosto	34,9875	101,258333	71,4916667
Septiembre	37,6208333	79,2	58,425
Octubre	48,2791667	101,3	144,241667
Noviembre	108,725	126,6	109,9875
Diciembre	184,875	203,4	306,558333
Total	946,5	1059,26	1333,78
Total promedio mm		1113,18	

Fuente: IDEAM (2020)

La precipitación que cayó durante el año 2019 en la sede sur fue de 1113,18 mm, se tiene en cuenta que el área de la sede, sin contar las zonas verdes es de 8283,10 m², lo que se calcula que se para el 2019, el volumen de agua lluvia fue de 9233.2 m³.

Este volumen va directamente al efluente, que en el proyecto es el rio Fucha, puesto que este rio lleva las aguas servidas y las aguas lluvias de la localidad de Antonio Nariño, por lo tanto en la siguiente ecuación seria el índice de la huella hídrica gris.

$$Huella\ Hídrica\ gris = \frac{((Efluente * Con. Efl) + Vol. prec.) - (Afluente * Con. Aflue)}{Con. Máxima - Con. Mínima}$$

$$Huella\ Hídrica\ gris = \frac{\left(\left(3321.6 \frac{m^3}{año} * 90 \frac{mg}{litro}\right) + 9232.2\ m^3\right) - \left(\frac{4287m^3}{año} * 1.5 \frac{mg}{litro}\right)}{50 \frac{mg}{litro} - 5 \frac{mg}{litro}}$$

$$HHgris = 6705.46\ m^3 / año$$

- Efluente: Es el volumen de agua se obtiene del consumo de agua menos la huella hídrica azul, (3321.6 m³/año).
- Afluente: Es el volumen de agua que se ve reflejado en la facturación de este servicio, (4287m³/año).
- Volumen de la precipitación sobre el área, información proveniente del IDEAM y calculada sobre el área de estudio, (9232.2 m³).
- Concentración del efluente: Este dato del DBO se obtiene en el estudio realizado al río Fucha en el año 2019, 90 mg/litro (Fresneda & Garcia, 2020).
- Concentración del afluente: Esta concentración está estipulado por calidad de agua potable en el RAS 2000, (1.5 mg/litro).
- Concentración máxima: Este parámetro máximo está estipulado por la resolución 5731 de 2008, expedida por la secretaria distrital de medio ambiente, (50 mg/litro).
- Concentración nativa: Este parámetro es hallado en el estudio de calidad del río Fucha, (5 mg/litro), (Fresneda & Garcia, 2020).

8.5.4. Huella Hídrica verde.

Este valor se obtuvo en la siguiente ecuación, teniendo en cuenta el área de las zonas verdes y la precipitación que cayó en esa área durante el 2019.

$$\text{Huella Hídrica verde} = \text{Precipitación anual} * \text{Área de las zonas verdes}$$

$$\text{Huella Hídrica verde} = 1113,18 \text{ mm/año} * 450,5 \text{ m}^2$$

$$\text{HHverde} = 501.5 \text{ m}^3/\text{año}$$

- Precipitación anual dato recogido del IDEAM, durante el año 2019, (1113,18 mm/año).
- Área de la zonas verdes dato obtenido por el autor, (450,5 m²)

8.5.5. Huella hídrica directa total

Teniendo en cuenta los valores anteriores, se soluciona la siguiente ecuación:

$$HH_{directa} = HH_{azul} + HH_{verde} + HH_{gris}$$

$$HH_{directa} = 965.4 + 501.5 + 6705.46$$

$$HH_{directa} = 8172.35 \text{ m}^3/\text{año}$$

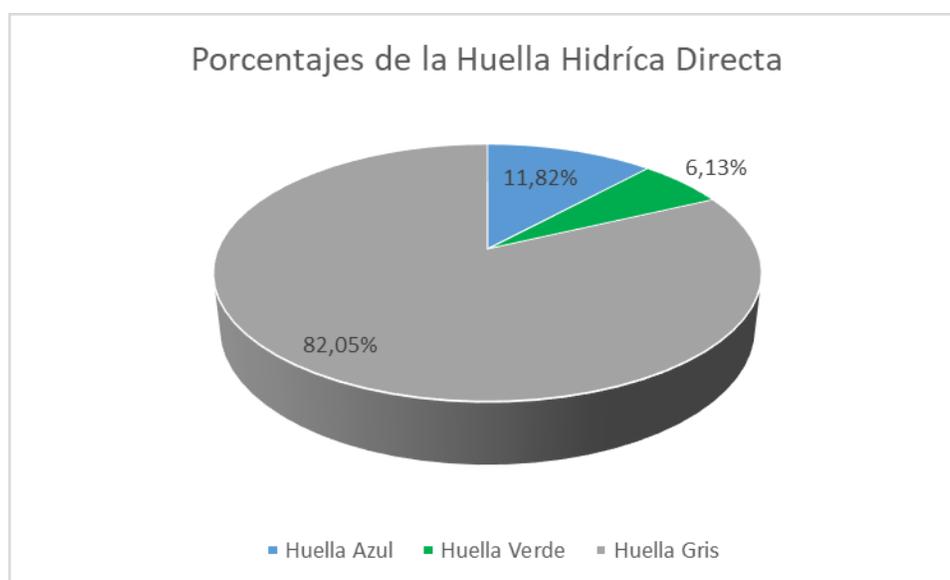


Ilustración 14 Representación de la huella hídrica directa en la sede sur

Fuente: Autor (2020)

La huella gris es del 82% debido a que el agua debe diluir una mayor carga contaminante, que en el proyecto es el DBO, la cual llega al efluente. Otro posible aumento de este valor es la precipitación que cayó sobre esta área, debido a que esta lluvia retorna directamente al río Fucha.

8.6. Diseño del cultivo de aguas lluvias

Para el diseño del cultivo de aguas lluvias se tendrá en cuenta los siguientes pasos desde la selección de las áreas hasta las dimensiones que debe tener el tanque recolector de aguas lluvias.

8.6.1. Selección de los techos para los cultivos de agua lluvia y ubicación del tanque recolector.

Para el caso de estudio se utilizará como área recolectora de aguas lluvias el bloque 1 y el bloque 2 de la sede sur, los cuales cuentan con un área de 1733 m².



Ilustración 15 Selección de las áreas de los techos

Fuente Google Earth (2020)

Estos edificios son los que tiene una mayor área de los demás y por otra parte hay un punto de unión del desagüe de las aguas lluvias, que se podría utilizar como la ubicación del tanque.



Ilustración 16 Ubicación del tanque recolector de aguas lluvias

Fuente: Autor (2020)

Como se observó en la ilustración anterior, esa localización sería un punto estratégico para el tanque recolector de aguas lluvias.

8.6.2. Dimensiones del tanque receptor de aguas lluvias.

Para dimensionar la capacidad del tanque, es necesario conocer el coeficiente de escorrentía que tiene el techo, en el caso es de 0,8 según en el documento del diseño de cultivos de agua del área metropolitana del Valle de Aburrá (Área Metropolitana del Valle de aburrá, 2007).

Por otra parte, se saca un promedio mensual de la precipitación de cada mes del año 2019 de las tres estaciones que anteriormente se han venido trabajando, con el fin de establecer el volumen que tendría el tanque para el uso diario de cada mes.

Para finalizar se realiza la siguiente tabla con base a en la ecuación del volumen del tanque, la cual es estipulado en el documento de (Área Metropolitana del Valle de aburrá, 2007).

$$\text{Volumen del agua lluvia} = \frac{P. \text{ mensual} * \text{Coe. escorrentia} * \text{Area}}{1000}$$

Tabla 10 Volumen del agua lluvia

Mes	Promedio de precipitación	Volumen del agua lluvia en m ³	Uso diario en m ³
Enero	6,18888889	8,41688889	0,28056296
Febrero	28,4541667	38,6976667	1,28992222
Marzo	34,2222222	46,5422222	1,55140741
Abril	95,9694446	130,518445	4,35061482
Mayo	132,979167	180,851667	6,02838889
Junio	133,7375	181,883	6,06276667
Julio	109,316667	148,670667	4,95568888
Agosto	69,2458332	94,1743332	3,13914444
Septiembre	58,4152778	79,4447778	2,64815926
Octubre	97,9402779	133,198778	4,43995926
Noviembre	115,104167	156,541667	5,21805556
Diciembre	231,611111	314,991111	10,4997037
Total	1113,16	1513,93	50,46

Fuente: IDEAM y Autor (2020)

Un tanque de 5 metros cúbicos sería idóneo para el cultivo de aguas lluvias de estos dos techos, puesto que diariamente se utilizaría de 1 a 6 metros cúbicos, sin embargo para su implementación sería necesario de disponer de las tuberías de aguas e interconectarlas todas, para que puedan llegar al punto de unión, que se observó en la ilustración 16.



Ilustración 17 Tubería de agua lluvias

Fuente: Autor (2020)

Como se puede observar en la ilustración 17, las aguas lluvias van directamente al desagüe por lo tanto se está desaprovechando este recurso, es así que para dirigirlo hacia el tanque recolector es necesario utilizar codos y uniones de pvc, para disponer de este cultivo de aguas lluvias.

Sin embargo es necesario colocar pequeños filtros con carbono activado para remover microorganismos que se puedan presentar, en las entradas de estas tubería para que no se taponé por el arrastre de partículas de polvos, hojas o diferentes materiales, para el último tubo se coloca un último filtro en la entrada del tanque para retener las partículas que alcanzaron llegar hasta ahí.

8.6.3. Materiales y elementos utilizados para el cultivo de aguas lluvias.

Los elementos que se utilizaran para este cultivo de aguas lluvias son:

- Codos de PVC de 6 pulgadas de acuerdo al diámetro de las tuberías ya encontradas
- Uniones en PVC de 6 pulgadas
- Pegamento para PVC
- Llave de paso
- Alambre
- Clavos
- Tanque de agua de 5 metros cúbicos
- Filtro y micro filtros, carbono activado
- Tubería de 6 pulgadas PVC en caso de ser requerida
- Bomba automática

Con los materiales anteriores se unificarán las tuberías de los techos para que llegue a la ubicación del tanque de los 5 m³, por otro lado es necesario colocar llaves de paso en algunas tuberías de agua lluvia, con esto se previenen desbordamientos del tanque recolector y en caso que se presente un problema, se puede liberar el agua de los techos, con el fin de evitar daños colaterales. 44



Ilustración 18 tanque de 5 metros cúbicos

Fuente Homecenter

Las dimensiones que tiene el tanque de 5 m³ son de ancho 2,33m y de largo es 2,20 m, para el cultivo de aguas lluvias en la sede sur y es necesario ubicarlo en el espacio del parqueadero, que está junto a la unión de los techos de los bloques 1 y 2. Este tanque es necesario adecuarlo a la tubería de 6 pulgadas en la parte superior, por lo tanto se haría una perforación de la misma medida, y en ese sector de la tubería se colocaría un filtro.

8.6.4. Prototipo de la gráfica del diseño de cultivo de aguas lluvias.

En la siguiente ilustración se ve como es la funcionalidad del cultivo de aguas lluvias y su posible utilización. 45

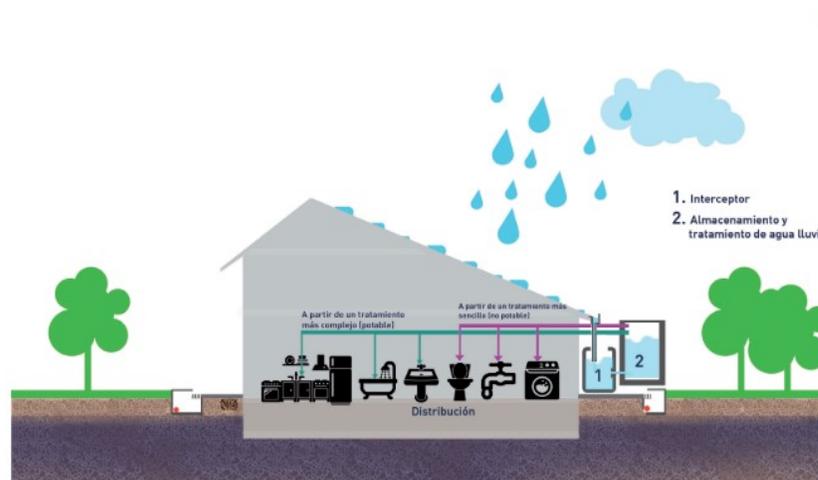


Ilustración 19 Prototipo del diseño de cultivo de aguas lluvias

Fuente Área metropolitana del valle de Aburra 2007

En el caso de estudio estas aguas lluvias serían utilizadas, para el aseo general de la infraestructura, descarga de los baños y riego de los jardines, con el fin de reducir el consumo de agua o la huella hídrica azul. En la siguiente ilustración se observa un ejemplo claro de la instalación del tanque recolector del cultivo de aguas lluvias.



Ilustración 20 Ejemplo del tanque recolector de aguas lluvias

Fuente ecocosas 20202



Ilustración 21 Ubicación del tanque

Fuente Google Earth y Autor (2020)

En la ilustración 21, se observa que el punto rojo sería la ubicación exacta del tanque recolector de aguas lluvias, asimismo en la siguiente ilustración mostraría una proyección de cómo sería el tanque si se ubica entre los dos bloques para la recolección del cultivo de aguas lluvias.



Ilustración 22 Proyección del tanque

Fuente Autor (2020)

Desde un comienzo se escogió este lugar estratégico para la ubicación del tanque, debido a que recoge las aguas lluvias de los bloques 1 y 2, sin embargo en caso que se presente conflictos por ocupar un puesto de un parqueadero, es necesario ubicar en dos tanques de 2 metros cúbicos

cada uno y así ubicar cada tanque para cada bloque, en un sitio estratégico para que pueda ser provechado por el cultivo de aguas lluvias. 48

8.6.5. Criterios para la ejecución del diseño de cultivo de aguas lluvias.

Se debe realizar un análisis de agua lluvia con el fin de identificar que microorganismos se podría proliferar y evitar incidentes con el personal de aseo, que utilice esta agua para el aseo de la infraestructura o riego de jardines.

Cabe resaltar la importancia del mantenimiento que se le debe hacer al tanque y a los filtros de carbono activado, pese a que no sea potable, esta agua no debe correr un riesgo para las personas, para este mantenimiento se hará por parte del ingeniero que ejecute este diseño.

Se plantea un plan de contingencia, con el fin de evitar problemas de infraestructura en caso que se presente sismos, por otra parte se debe tener llaves de paso en la tuberías recolectoras de aguas lluvias, para prevenir desbordamientos de agua y no haya inundaciones en el tanque recolector de aguas lluvias.

La capacitación para el cultivo de aguas lluvias debe hacerse con rigor para evitar problemas de mal uso, cabe resaltar que la implementación de este diseño de cultivo de aguas lluvias debe garantizar la oferta y demanda del uso del agua lluvia.

- La huella hídrica directa total de la sede sur en el año 2019 fue de 8172.35 m³, lo que significa que de las 2100 personas que se vieron asistieron a esta sede, cada una consumió 4,1 m³ de agua en todo el año. El mayor porcentaje de este consumo lo aporta la huella gris, por las descargas directas de las tasas sanitarias y lavado de manos, adicional a eso las aguas lluvias se desaguan directamente a las aguas servidas, por tanto aumenta su volumen sustancialmente.
- La utilización del cultivo de aguas lluvias podría reducir hasta un 35 % del consumo total del agua facturada del recibo de acueducto, debido a que la recolección de este cultivo de agua sería de 1513,93 m³, así mismo se podría recuperar la inversión inicial de dicho cultivo en el primer año y para los años posteriores los gastos serían mínimos, de acuerdo al mantenimiento que se le realice.
- En comparación a otras universidades como la Pontificia del Perú y la de Córdoba en Montería, la huella hídrica directa es mucho menor que éstas dos debido a que tiene una menor área del sector y que no cuentan con la misma densidad población flotante.
- Las aguas lluvias y las aguas servidas al no ser separadas cuando éstas llegan al efluente del río Fucha, hay una mayor dilución del DBO, pero esto no se debe al consumo que se genera en la sede sur, se debe por el diseño en que está hecho el alcantarillado del sector, es así que se ve reflejado en el cálculo de la huella gris.
- La realización de este cultivo de aguas lluvias en los demás bloques o edificios de la sede sur, podría volverla sostenible con el consumo de agua, ya que debido a la ubicación y la precipitación que recibe, podríamos garantizar que el agua potable solo

sea utilizada para el consumo directo del mismo para el uso en las cafeterías y 50
prácticas de laboratorio en donde es indispensable el uso de agua de alta calidad, pero
para el aseo general y descargar de tasas sanitarias podríamos recoger en agua lluvias
lo suficiente para no utilizar el agua proveniente del acueducto.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la comunidad general de la Sede Sur, el uso adecuado y buenas prácticas del recurso hídrico para garantizarlo para las futuras generaciones. Asimismo tener en cuenta que la ejecución del diseño de cultivo de aguas lluvias, se puede aprovechar de este recurso hídrico que tenemos a la mano.
- El cálculo de la huella hídrica directa debe ser dada a conocer para crear conciencia en la comunidad estudiantil.
- Se propone realizar este cálculo de la huella hídrica en las demás sedes, para cuantificar un dato total de toda la universidad Antonio Nariño.

- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2017). *Localidad Antonio Nariño, consejo local de gestión de riesgo y cambio climático*. 6–13.
<http://www.idiger.gov.co/documents/220605/255938/Identificación+y+Priorización+.pdf/16309cfa-0581-491d-8974-733cb5b25033>
- Área Metropolitana del Valle de aburrá. (2007). *Captación y uso de Aguas Lluvias*. 53–55.
- Arévalo, D., Lozano, J., & Sabogal, J. (2011). Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola. *WWF*, 72(1), 101–120. <https://doi.org/10.1508/cytologia.72.95>
- Bautista, Brayan; Tagle, D. (2017). Cosecha de agua de lluvia: una estrategia para aliviar el estrés hídrico en la sede san carlos de la universidad de guanajuato. *Verano de La Investigación Científica*, 1.
- Bavaria. (2014). *Huella Hídrica En Bavaria*. 11.
https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/huella_hidrica_bavaria_1.pdf
- Castilla Rodríguez, Á., Castro Chaparro, M., Gutiérrez Malaxechebarría, A. M., & Aldana Gaviria, C. (2018). Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 19–32.
<https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018002>
- Contreras, Y., & Torres, C. (2016). *Cuantificación de la huella hidrica en las instalaciones de la universidad de cordoba campus Monteria para el año 2014*. 1–65.
[http://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/123456789/471/CUANTIFICACIÓN DE LA HUELLA HIDRICA EN LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA CAMPUS MONTERÍA%2C PARA EL AÑO 2014.pdf?sequence=1](http://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/123456789/471/CUANTIFICACIÓN%20DE%20LA%20HUELLA%20HIDRICA%20EN%20LAS%20INSTALACIONES%20DE%20LA%20UNIVERSIDAD%20DE%20CÓRDOBA%20CAMPUS%20MONTERÍA%20PARA%20EL%20AÑO%202014.pdf?sequence=1)

acorde a la norma ISO 14046. 110.

Fonseca Carreño, J. A., Páez Barón, E. M., & Corredor Camargo, E. S. (2018). Metodologías para la estimación de sostenibilidad agropecuaria. In *Metodologías para la estimación de sostenibilidad agropecuaria*. <https://doi.org/10.22490/9789586516501>

Fresneda, D., & Garcia, J. (2020). *Determinación de calidad del recurso hídrico del Río Fucha en los tramos 1 y 2*. 2.

Gaia Servicios Ambientales. (2017). *Huella Hídrica Corporativa Celsia Centroamérica 2016*.

Gallardo, V. (2010). COSECHA Y ALMACENAMIENTO DE AGUAS LLUVIA. *Ciudad de Mexico*, 12.

Gómez-Llanos, E., Durán-Barroso, P., & Robina-Ramírez, R. (2020). Analysis of consumer awareness of sustainable water consumption by the water footprint concept. *Science of the Total Environment*, 721. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137743>

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2011). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences*, 15(5), 1577–1600. <https://doi.org/10.5194/hess-15-1577-2011>

Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2012). The blue water footprint of electricity from hydropower. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(1), 179–187. <https://doi.org/10.5194/hess-16-179-2012>

Moratilla, F. (2011). *Huella hídrica de España*.

Nachshon, U., Netzer, L., & Livshitz, Y. (2016). Land cover properties and rain water harvesting in urban environments. *Sustainable Cities and Society*, 27, 398–406. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2016.08.008>

Del Distrito Capital. 36.

http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=698885eb-239e-4c23-89ca-99d18bef5865&groupId=586236

Secretaria Distrital de Ambiente. (2008). *Calidad del sistema hídrico de Bogotá*.

<http://ambientebogota.gov.co/documents/24732/3987336/Calidad+del+sistema+hidrico+de+Bogotá.pdf>

Tolón B., A., Bolívar L. B., X., & Membrive, V. J. F. (2013). Water Footprint and Sustainability of Water Resources Use. *Moa*, 56–86.

https://doi.org/10.5209/rev_MARE.2013.v14.n1.42123

Valencia, M. C. (2016). *Huella Hídrica del campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú en el 2014*. 1–152.

Wanjiru, E., & Xia, X. (2018). Sustainable energy-water management for residential houses with optimal integrated grey and rain water recycling. *Journal of Cleaner Production*, 170,

1151–1166. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.212>

WFN. (2011). *Manual de Evaluacion HH*. 44.

<http://waterfootprint.org/media/downloads/ManualEvaluacionHH.pdf>

Anexo 1 contestación por parte del IDEAM sobre las estaciones cercanas a la sede sur



20192090046531

Al contestar por favor cite estos datos

Radicado No: 20192090078442

Fecha: 16-09-2020

Bogotá D.C.16 de septiembre de 2020

Señor:

Jersson Nicolás Torres Romero

jetorres36@uan.edu.co

Ciudad

Asunto: Aclaración solicitud Radicado 20209050078442

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política, artículo 13, 14 y ss de la ley 1437 del 2011 modificada por la Ley 1755 del 2015, Resolución interna 2628 del 18 de noviembre del 2016, y demás normas concordantes y complementarias, a fin de brindar respuesta de fondo a su solicitud requerimos aclarar lo siguiente:

1. Respetado usuario reciba un cordial saludo del **INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES IDEAM**; le informamos que las estaciones relacionadas en la solicitud son vigiladas y controladas por instituciones diferentes al Ideam. Se (anexa catálogo).
2. El objeto de anexar el catálogo es facilitar a los usuarios la consulta de las estaciones que son vigiladas y controladas por el IDEAM además que sean categorizadas correctamente y se encuentren activas o en su defecto suspendidas para datos históricos.
3. una vez genere la nueva solicitud a través de la página <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/pqrs> favor indicar **20209050078442** número de radicado para continuar el trámite.

La falta de respuesta a la presente solicitud, se entenderá como el desistimiento de la misma en los términos del artículo 17 de la ley 1437 del 2011 modificado por la ley 1755 del 2015.

**ANGELA MARIA DIAZ MEDINA**

Coordinadora

Grupo Servicio al Ciudadano

Tel: (571) 352 7160 Ext. 1205, 1200, 1210, 1212,1219

Línea nacional 018000 110 012

Calle 25D No. 96B - 70 Bogotá D.C

www.ideam.gov.co

Proyecto:

Gloria Acemath Linares Yaneza

accion@ciudadano@ideam.gov.co

2021160 Ext 1212

Grupo de atención al ciudadano IDEAM

Bogotá- Colombia

The screenshot shows a Gmail interface with the search bar containing 'ideam'. The left sidebar includes folders like 'Recibidos' (2,461), 'Destacados', 'Pospuestos', 'Enviados', 'Borradores' (22), and 'Meet'. The main content area displays an email from 'Suministro Info' dated 'Bogotá, 21 de septiembre de 2020'. The email body contains the following text:

Señor(a):
Jersson Nicolas Torres Romero
nikogtro@gmail.com
Ciudad

Referencia: Solicitud Información **20209050078222-20209050078212**

En cumplimiento a lo previsto en el artículo 23 de la Constitución Política, artículo 13, 14 y ss de la ley 1437 del 2011 modificada por la Ley 1755 del 2015, Resolución interna 2628 del 18 de noviembre del 2016 y demás normas concordantes y complementarias, se da respuesta a la solicitud de información.

Señor (a) usuario **Estaciones** no registran datos de parámetro en año solicitado en nuestro banco de datos.

Agradecemos no contestar este correo, y en caso de requerir realizar una solicitud adicional efectuarla únicamente siguiendo este enlace <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/bors>