

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE
MAESTRÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**

**APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA
EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE**



DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE

Profesor: Javier Ernesto Holguín Ing. S, Msc, Ph.D.

Presentado por Samy Leyton Flor - Rafael Contreras Rengifo



Octubre de 2015

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	6
2	ASPECTOS GENERALES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CIUDAD Y EN LA UNIVERSIDAD	9
2.1	Aguas subterráneas, la opción de la Universidad Autónoma de Occidente	9
2.2	Aspectos históricos	10
2.3	El campus de UAO en el mapa de ecosistemas del Valle del Cauca	14
3	DIAGNÓSTICO DEL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA UAO	16
3.1	Uso eficiente del agua	16
3.2	Participación de UAO en el 'UI Green Metric World University Ranking 2014'	19
3.3	Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAB)	21
3.4	Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	24
3.5	Infraestructura sanitaria en el campus de UAO	25
4	MARCO TEÓRICO	29
4.1	Huella hídrica como indicador de sostenibilidad	29
5	METODOLOGÍA	32
5.1	Cálculo Huella Hídrica Azul UAO	32
5.2	Cálculo Huella Hídrica Gris UAO	32
5.3	Cálculo Huella Hídrica Total UAO	33
6	RESULTADOS	34
6.1	Huella Hídrica azul UAO	34
6.2	Huella Hídrica gris UAO	34
6.3	Huella Hídrica UAO	36
6.4	Planteamiento propuestas de mejora	37
7	CONCLUSIONES	40
8	BIBLIOGRAFÍA	43

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Crecimiento demanda agua potable y generación de aguas residuales en m ³ /día entre el 2011 y el 2015 en UAO	17
Tabla 2. Resultados obtenidos en UI Green Metric por UAO en el 2014	21
Tabla 3. Relación de la dotación de Servicios Sanitarios en la UAO.	26
Tabla 4. Huella Hídrica Total de Cali	31
Tabla 5. Concentraciones promedio de DBO ₅ , SST y caudal de aguas residuales UAO 2014	34
Tabla 6. Concentraciones promedio de DBO ₅ y SST en el río Lili 2014	35
Tabla 7. Cálculo HH _{gris} para DBO ₅ por descargas para el río Lili	35
Tabla 8. Cálculo HH _{gris} para SST por descargas para el río Lili	36
Tabla 9. Huella Hídrica UAO	36
Tabla 10. Área de las cubiertas captadoras de agua en el campus UAO	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de acequias derivadas del río Pance que surcan los terrenos de la comuna 22 y de la Universidad Autónoma de Occidente en el rectángulo rojo	11
Figura 2. Representación esquemática de un perfil de graben del Valle Geográfico del río Cauca, entre Santander de Quilichao y Cartago	12
Figura 3. Unidades geológicas superficiales en la ciudad de Cali, incluyendo en la zona sur, el cono aluvial de Pance donde se ubica la Universidad Autónoma de Occidente	13
Figura 4. UAO en el mapa de Ecosistemas del Valle del Cauca	15
Figura 5. Aspecto de Lago 1	17
Figura 6. Panorámica del Lago 2	17
Figura 7. Reservorio de agua lluvia utilizada para el riego de jardines y ante la eventualidad de un incendio	18
Figura 8. Fuente de la cafetería central	18
Figura 9. Aspensor de agua para riego del jardín	18
Figura 10. Línea de aspersores de agua para plantas de jardín	19
Figura 11. Aspensor móvil para el riego de jardines	19
Figura 12. Criterios e indicadores usados en UI Green Metric	20
Figura 13. Pozo profundo UAO	23
Figura 14. Planta de potabilización	23
Figura 15. Cámara de inspección	23
Figura 16. Aspecto de la PTAP	23
Figura 17. Tanque de cloración	23
Figura 18. Panel variador de velocidad	23
Figura 19. Resumen de la dotación de Servicios Sanitarios	27
Figura 20. Dispensador ahorrador programable a 3', 5', y 8'	28
Figura 21. Dispensador de jabón líquido	28
Figura 22. Tasa sanitaria	28
Figura 23. Orinal de pared	28
Figura 24. Dispensadores de agua en botellón	28
Figura 25. Dispensador de agua fría	28
Figura 26. Desglose de la huella verde y gris azul de la producción mundial del agua en millones de m ³ /año 1996-2005	30
Figura 27. Distribución porcentual de la Huella Hídrica UAO	37

Figura 28. Cubiertas captadoras de agua en los edificios de administración, de aulas y cafetería	41
Figura 29. Detalle de la cubierta captadora de agua lluvia en la cafetería	41

1 INTRODUCCIÓN

La Tierra es el planeta azul, ya que el 72% de su superficie está cubierta de agua. El 97% del agua existente en la biosfera está compuesto por el agua salada de los océanos y de los mares, pero debido a su salinidad, no se puede utilizar directamente para consumo humano, ni para el riego, ni para la industria. El 3% restante es agua dulce, pero dos tercios no son accesibles porque se trata de zonas poco pobladas o glaciares.

Actualmente, se conoce que menos del 0.5% del agua existente en el planeta es agua dulce disponible para el uso humano (WBCSD, 2009) y que existe una distribución inadecuada del recurso (UNESCO, 2003).

Igualmente, se estima que alrededor de 2 millones de toneladas diarias de residuos son desechados a cuerpos de agua afectando significativamente su calidad (UNESCO, 2003)

El deterioro o escasez del recurso hídrico se debe a factores como el crecimiento poblacional, el mejoramiento promedio del nivel de calidad de vida, el aumento en la actividad industrial, la tendencia de urbanización, el cambio climático, infraestructura de tratamiento y distribución obsoleta y el manejo inadecuado de precios del recurso (WBCSD, 2009; Business for Social Responsibility y Pacific Institute, 2007).

Existe una creciente preocupación por el estado del recurso hídrico a nivel mundial, la cual deriva de problemas de disponibilidad, acceso y calidad cada vez más frecuentes (WBCSD, 2009).

Al respecto, existe una responsabilidad del sector industrial asociada a la provisión de agua para el desarrollo de procesos y a la contribución de cambios sobre los ecosistemas, es decir, al uso de servicios ecosistémicos (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

En el sector educativo, el agua es un insumo fundamental para el desarrollo de las actividades diarias, siendo esencial en el abastecimiento de las necesidades de la población estudiantil, docente, administrativa y en el mantenimiento del campus universitario caracterizado por una magnífica vegetación que demanda importantes cantidades de agua para el riego de jardines. El agua es consumida en los distintos

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

procesos y debe ser devuelta en condiciones que no degraden la calidad del cuerpo de agua receptor.

Igualmente, en la Universidad, el agua es esencial para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la actividad universitaria y debe considerar que:

- El Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2010), establece que la distribución del recurso hídrico en Colombia es inequitativo, existiendo zonas con alta oferta y poca demanda y viceversa.
- Actualmente, los indicadores de gestión asociados al recurso hídrico establecidos en el 'UI Green Metric World University Ranking, están siendo evaluados para La Universidad. Por lo tanto, demostrar un buen desempeño respecto al recurso hídrico, resultara en una mejor evaluación de la dimensión ambiental, generando a su vez señales positivas hacia la sociedad y los futuros estudiantes Autónomos.

Aunque la oferta de aguas subterráneas de las cuales se suple la Universidad no permiten prever un riesgo de escasez hídrica como el que sufre actualmente la ciudad de Cali, si implicar un mayor costo por uso del recurso asociado a la necesidad de ampliar la capacidad de las Plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) y de agua residual (PTAR), razón por la cual en el Ahorro y Uso Eficiente del Recurso Hídrico incluyendo posibles mejoras en el tema de la Huella Hídrica (HH) y de sus tres expresiones: Azul, Gris y Verde podrían alcanzarse mayores logros y beneficios para la institución.

La Huella Hídrica se define como el volumen de agua necesaria para la producción de los productos y servicios consumidos por los habitantes de un país (o industria, o persona).

La huella de agua se puede calcular para cualquier grupo definido de consumidores por ejemplo: individuos, familias, pueblos, ciudades, provincias, estados o naciones; o productores, por ejemplo, organismos públicos, empresas privadas, colegios, universidades o el sector económico. La huella de agua es un indicador geográfico explícito, que no solo muestra volúmenes de uso y contaminación de agua, sino también las ubicaciones. Sin embargo, la huella de agua no proporciona información sobre cómo el agua consumida afecta positiva o negativamente a los recursos locales de agua, los ecosistemas y los medios de subsistencia.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

El uso de agua se mide en el volumen de agua consumida, evaporada o contaminada, ya sea por unidad de tiempo para individuos y comunidades, o por unidad de masa para empresas.

Por ejemplo, la huella hídrica de un producto de cárnico puede medirse en [m^3/kg], representando la cantidad de agua necesaria para producir un kilo de carne en toda la cadena de suministro. Por otro lado, la huella hídrica de un individuo puede medirse en [$\text{m}^3/\text{año}$], representando la cantidad de agua consumida a lo largo del tiempo.

Este indicador puede apoyar mejoras eficientes en las gestiones de agua y ser un buen soporte para tomar conciencia acerca de nuestros consumos hídricos.

2 ASPECTOS GENERALES DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN LA CIUDAD Y EN LA UNIVERSIDAD

2.1 Aguas subterráneas, la opción de la Universidad Autónoma de Occidente

Muchas comunidades se abastecen de agua subterránea, pero pueden tener dificultades en su tratamiento para consumo humano. En Estados Unidos por ejemplo 115 millones de personas en 147.000 comunidades, principalmente rurales se abastecen de aguas subterráneas, de las cuales 70 millones no tienen un adecuado tratamiento o carecen del mismo (GWR, 2006). En la India la mitad de la población se abastece de aguas subterráneas.

En el año 1998 el 15% de la población colombiana se abastecía de aguas subterráneas, de este porcentaje el 70% se ubica en zonas con poblaciones menores de 100.000 habitantes para un total de 440 pozos (Minambiente, 2006). A principios del año 2003 el Valle del Cauca reportó 1.555 pozos de los cuales se extraen entre 600 y 800 millones de m³ al año, beneficiando 261 industrias y 230 acueductos públicos con un caudal de 5701 l/s que abastece a 985.000 habitantes (Páez, 2004).

Ante el deterioro de la calidad y la escasez en periodos secos de las aguas superficiales, la utilización del agua subterránea como fuente de abasto público en Colombia y especialmente en los valles interandinos es cada día creciente, la calidad del agua subterránea puede presentar condiciones de calidad más favorables que las aguas superficiales, requiriendo tratamientos más simplificados para su potabilización. Sin embargo, el agua subterránea puede presentar algunas características indeseables, como olor, sabor, color, dureza, alcalinidad, Fe, Mn, bajos niveles de oxígeno, igualmente, gases como CO₂, H₂S, SO₂. (AWWA, 2002; Jerry 2008).

El Valle cuenta con 40.000' de m³ de reserva de aguas subterráneas y cada año se extraen 500 millones de m³ en 1.344 pozos, el equivalente al agua contenida en el embalse de Salvajina, los cuales se usan en riego de caña de azúcar; en las actividades de 250 industrias, en abastecimiento de 106 comunidades del departamento y en menor grado en el riego de cultivos semestrales y frutales.

Por estar debajo de la superficie son muy vulnerables y susceptibles de contaminarse por la inadecuada disposición de basuras, actividades industriales, agroquímicos y la urbanización, entre otros.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Las aguas subterráneas son un recurso de fundamental importancia en el desarrollo económico de la región, ya que se afectan menos que las aguas superficiales en tiempos de sequía e intenso verano y se perfilan como una fuente alternativa y de calidad para el abastecimiento de los grandes centros poblados de la zona plana hacia futuro.

La Universidad Autónoma de Occidente fundada en 1969 en la ciudad de Cali, terminó la construcción de su nueva sede ubicada en el sector de Valle del Lili en 1999, trasladándose a dicho lugar, en el sur de la ciudad.

Ante la imposibilidad de abastecerse de agua potable a través de la red de servicios públicos domiciliarios, por estar ubicada en el área rural, optó por aprovechar el agua subterránea como fuente de abastecimiento y construyendo un pozo profundo del cual se extrae el agua que se acondiciona en una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAB) la cual ha venido supliendo con suficiencia la demanda de una población estudiantil, docente y administrativa creciente.

De igual manera y para depurar las aguas residuales, la Universidad cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAR) que entrega las aguas una vez cumplen con las condiciones requeridas por la autoridad ambiental al río Lili el cual desemboca al Canal Sur.

2.2 Aspectos históricos

El campus de la Universidad Autónoma de Occidente tiene una extensión de 6 hectáreas se ubica al sur de la zona urbana en los conos aluviales de los ríos Lili y Pance y es surcada por acequias de la derivación No 5 y al sur y al norte por las derivaciones 6 y 4 respectivamente. Ver figura 1.

Las aguas de este sistema derivan del río Pance del cual se toma 1M³/sg aproximadamente y se hace pasar a través de profusa red de acequias algunas de las cuales datan de la Colonia cuando el Alférez Real Caycedo Hinestroza propietario de la Hacienda Cañas Gordas las hacía pasar para abastecer la casa, abreviar sus ganados y usarla en el molinaje mielero.

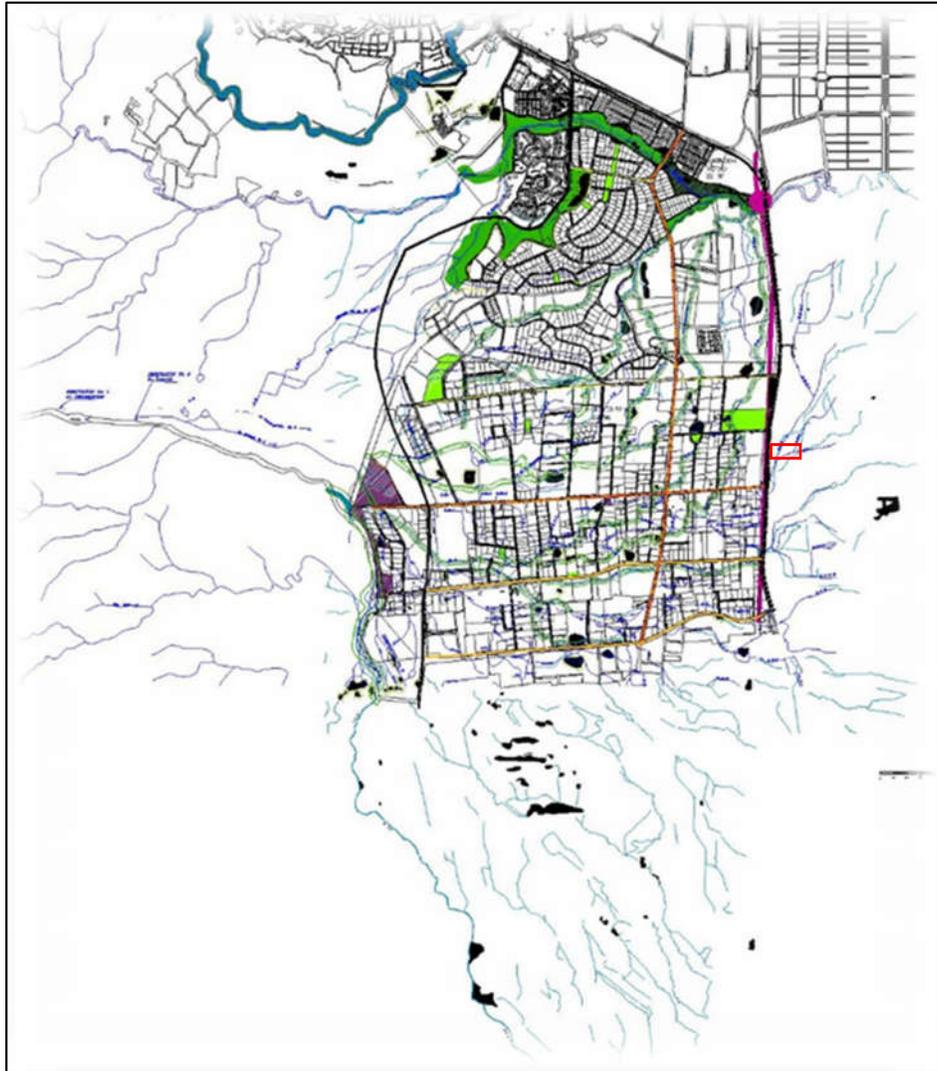


Figura 1. Sistema de acequias derivadas del río Pance que surcan los terrenos de la comuna 22 y de la Universidad Autónoma de Occidente en el rectángulo rojo

Fuente: Plan Urbanístico Comuna 22

Los terrenos de la Universidad se ubican en el lado occidental del Graben del Cauca, limitado por las cordilleras Central y Occidental, y en cuyo centro se encuentra el basamento hundido, formado por rocas ígneas básicas de edad Cretácea (K) y rocas sedimentarias de edad Terciaria sobre las cuales se emplazaron depósitos cuaternarios los cuales son catalogados hidrogeológicamente de gran importancia por ser almacenadores de agua. Este graben tiene su mayor profundidad entre el río Palo y el río Sonso donde alcanzaría según se ve en la figura los 800 metros de profundidad.

Según Hubach el Cuaternario (Q) contiene el sistema de acuíferos A, C, D, y la unidad litológica arcillosa B separa el acuífero superficial A del profundo C. El pozo de la Universidad Autónoma perforado a 180 m de profundidad estaría aprovechando el acuífero A. Ver figura 2 a continuación.

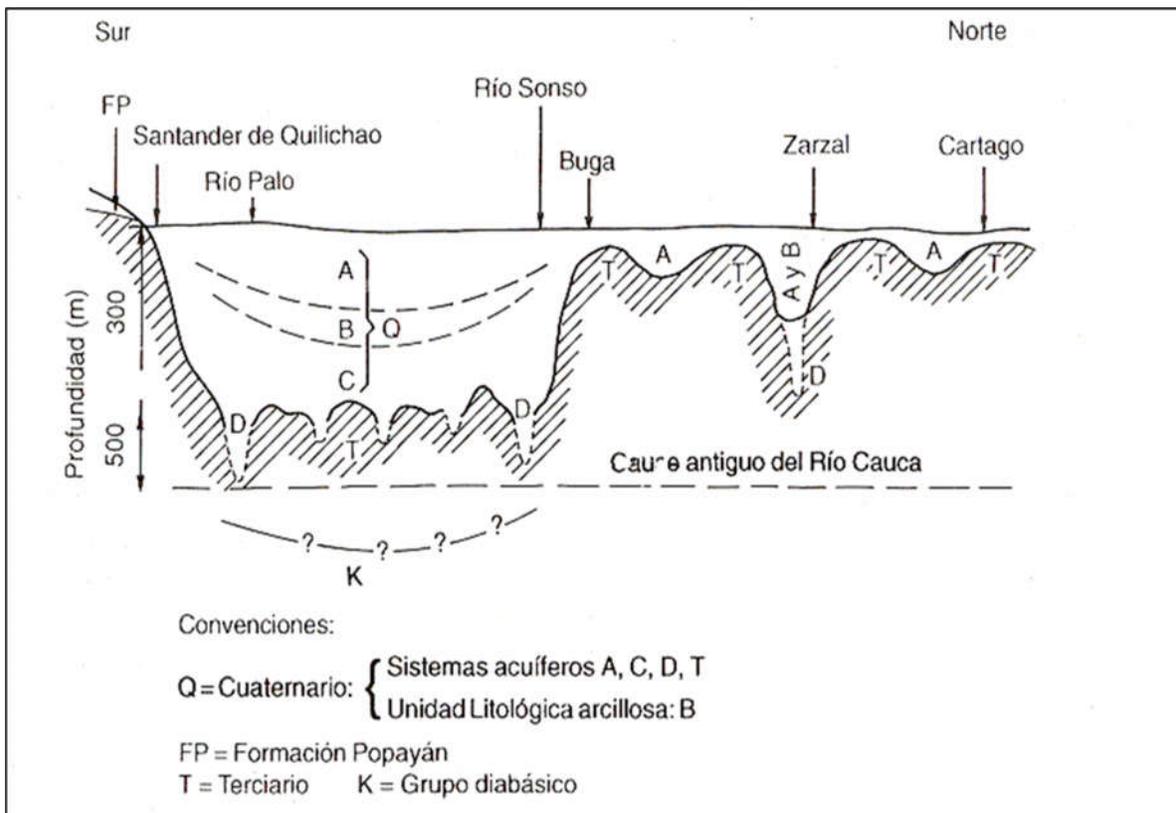


Figura 2. Representación esquemática de un perfil de graben del Valle Geográfico del río Cauca, entre Santander de Quilichao y Cartago

Fuente: Hubach, 1966

El estudio de Microzonificación Sísmica de Cali identificó y separó 2 unidades geológicas basadas en las características geomorfológicas y geológicas:

La zona montañosa al occidente del municipio, de rocas volcánicas Cretácicas (Formación Volcánica), suprayacidas por rocas sedimentarias Terciarias (Formación Guachinte), depósitos Plio-Pleistocénicos Fluvio-Volcánicos (Formación Terrón Colorado) y depósitos Cuaternarios recientes (coluviones y aluviones).

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

El Valle aluvial del río Cauca, compuesto por depósitos cuaternarios recientes, que conforma una zona plana, la cual se extiende hacia los abanicos aluviales sobre la cuales se ubica la mayor parte de la ciudad de Santiago de Cali. La sede de la UAO se ubica sobre el cono aluvial del río Pance como puede verse en la figura 3 a continuación.

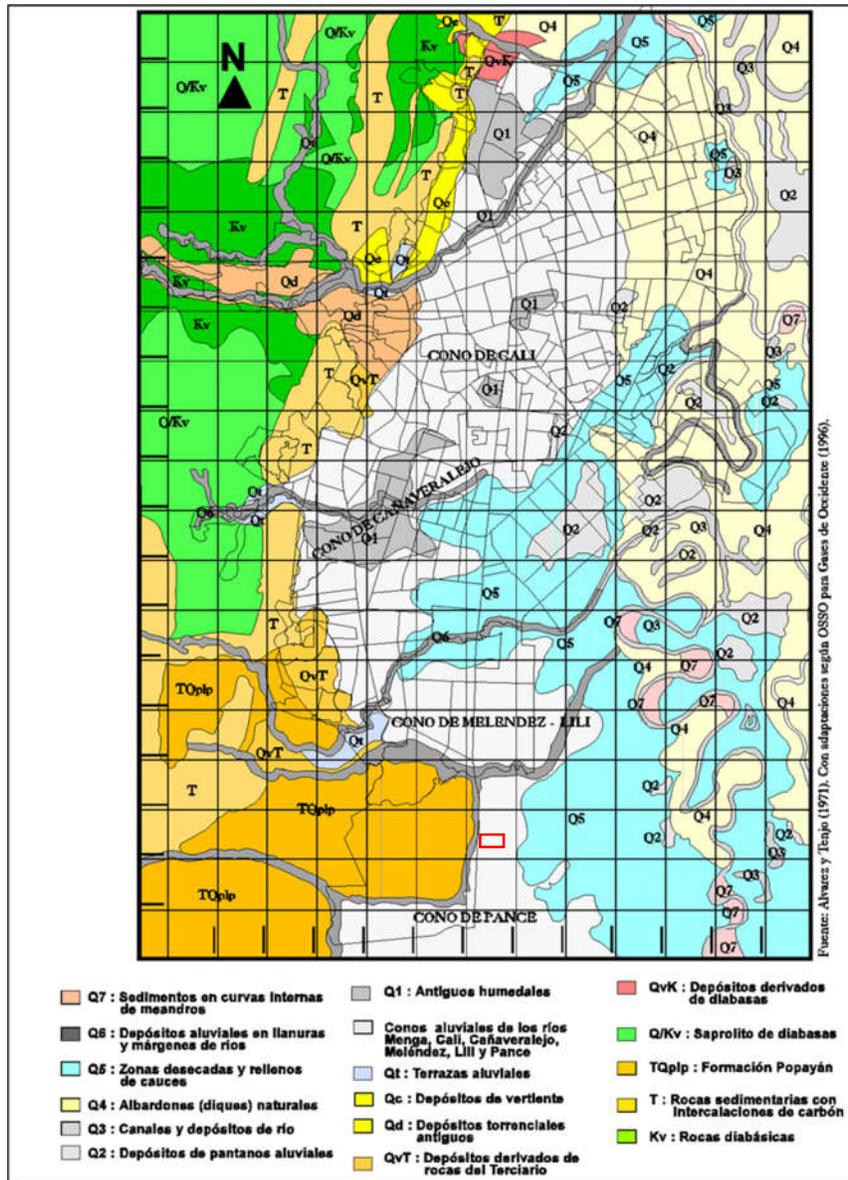


Figura 3. Unidades geológicas superficiales en la ciudad de Cali, incluyendo en la zona sur, el cono aluvial de Pance donde se ubica la Universidad Autónoma de Occidente, rectángulo rojo

Fuente: Álvarez y Tenjo 1971 con adaptaciones del OSSO 1996

2.3 El campus de UAO en el mapa de ecosistemas del Valle del Cauca

Según el mapa de Ecosistemas del Valle de Cauca (2010), el predio UAO y sus tierras aledañas se ubica en el Zonobioma Alternohígrico tropical del Valle del Cauca y en el Ecosistema de Bosque Cálido húmedo en piedemonte coluvio-aluvial (BOCHUPX). Ver Figura 4.

Este bosque se considera una formación muy singular a nivel Departamental porque tiene una extensión limitada a 20.284,4 ha que equivalen al 0,96% del Valle del Cauca que tiene un total de 2'094.227,8 de ha.

El porcentaje de superficies transformadas por construcción o plantación en este ambiente, es del orden del 94,3% y solo un 5,7% conserva coberturas naturales de bosques y arbustos. Se le considera un ecosistema muy vulnerable y degradado por lo tanto es preocupante la preservación de la biodiversidad en el futuro en este ecosistema.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

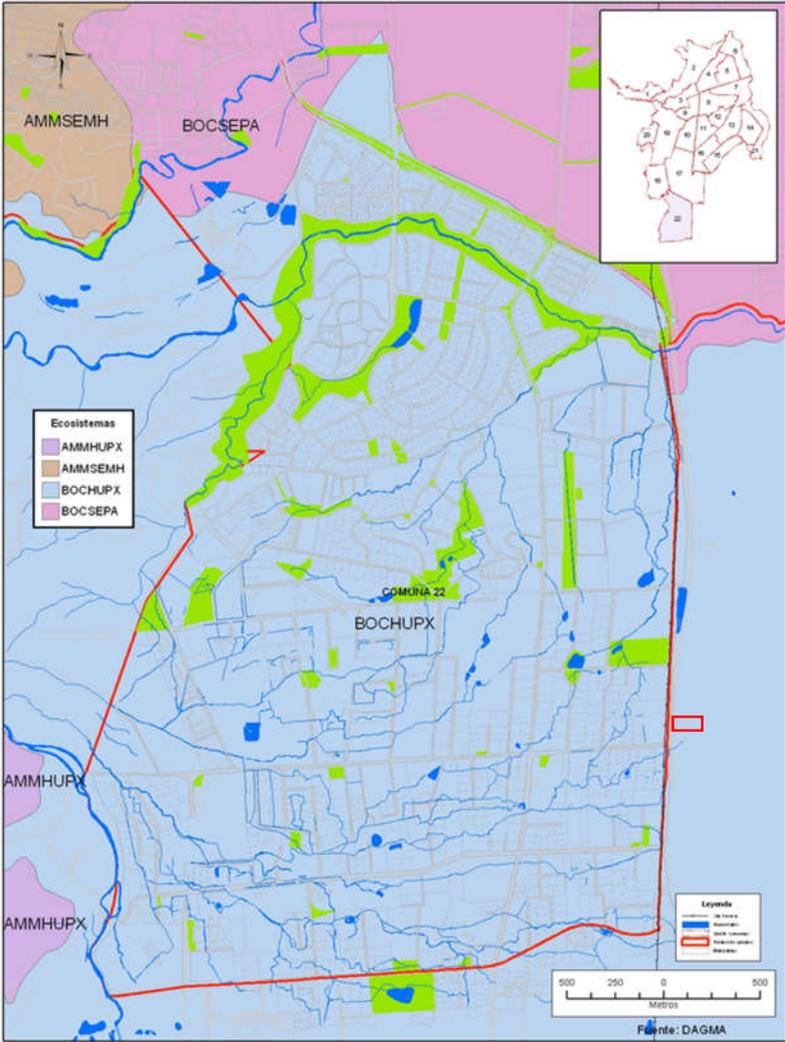


Figura 4. UAO en el mapa de Ecosistemas del Valle del Cauca, rectángulo rojo

Fuente: Funagua & CVC 2000

3 DIAGNÓSTICO DEL USO DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA UAO

3.1 Uso eficiente del agua

El Agua y la energía están interconectadas, pues casi toda fuente de energía, incluida la electricidad, requieren del agua en sus procesos de producción para la extracción de materias primas, la refrigeración de plantas térmicas, los procesos de limpieza, la producción de biocombustibles o para el funcionamiento de las turbinas.

Se requiere de la energía para que se pueda disponer de agua para uso y consumo humano a través del bombeo, transporte y tratamiento. En definitiva, los procesos de energía requieren del agua y viceversa.

Las sociedades actuales necesitan de la energía en todos sus estados y dependen vitalmente del agua, por eso son componentes que impactan ambientalmente.

Las formas de generar energía para los servicios de la humanidad aumentan, pero cada vez se reduce la capacidad del planeta de generar agua que cumpla con las características ideales para el consumo humano. A futuro se requerirá invertir más energía para la producción de agua potable y habrá retos tecnológicos a superar.

Estos componentes dentro del proyecto de Campus Sostenible UAO, tiene incorporadas acciones administrativas, operativas y tecnológicas para el uso adecuado y racional del agua y la energía sobre todo si se tiene en cuenta que el crecimiento de la población tanto estudiantil como profesoral y administrativa va a seguir aumentando como puede verse en la Tabla 1, por lo cual, se plantea enfocar las actividades en los siguientes aspectos:

- Uso eficiente y racional del agua
- Uso eficiente y racional de la energía

UAO trabaja por el uso racional del agua, mediante la implementación de medidas e inversiones de carácter administrativo, tecnológico y cultural que impactan positivamente el ambiente, lo cual ha permitido medir el consumo, estudiar la forma de administrar el recurso y definir el control y la mejora continua de los procesos para que los servicios sean de óptima calidad.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

AÑO	2011	2012	2013	2015
Agua potable	74 m ³ /día	81 m ³ /día	83 m ³ /día	85 m ³ /día
Agua residual	59,2 m ³ /día	64,8 m ³ /día	66,4 m ³ /día	68 m ³ /día

Tabla 1. Crecimiento demanda agua potable y generación de aguas residuales en m³/día entre el 2011 y el 2015 en UAO

Fuente: UAO con datos estimados para 2015.

El campus Universitario cuenta con dos lagos y al menos tres fuentes menores de agua que enriquecen el paisaje y contribuyen a la climatización de los espacios verdes.



Figura 5. Aspecto de Lago 1



Figura 6. Panorámica del Lago 2

Se cuenta también con tanques de almacenamiento de agua lluvia y nivel freático de los sótanos para uso en riego de jardines y como reservorio del sistema contra incendios.

Además del agua subterránea que supe la totalidad del agua potable, una parte importante del agua que supe las necesidades especialmente en lo que se refiere al riego de la vegetación, los jardines del campus o para controlar un eventual incendio proviene de la lluvia la cual es almacenada en un reservorio como se puede ver en la figura 7 a continuación.



Figura 7. Reservorio de agua lluvia utilizada para el riego de jardines y ante la eventualidad de un incendio

El campus de la Autónoma se caracteriza por sus jardines que incluyen numerosas especies de la flora nativa, incluso algunas de ellas incluidas en la lista de especies focales del Valle del Cauca según Funagua-CVC 2011 pues revisten amenaza, como ocurre en el caso de las palmas real *Attalea agmigdalina* y de la palma zancona *Syagrus zancona*, ambas de la familia *Arecaceae* que crecen como un símbolo de la Universidad junto a la plazoleta central. Para el riego de la vegetación y los jardines se cuenta con un sistema de tuberías que aspersión por goteo y con aspersores móviles conectados a mangueras que cubren la totalidad del campus asegurando el oportuno suministro de agua a las áreas verdes. Figuras 8 a 11.



Figura 8. Fuente de la cafetería central



Figura 9. Aspersor de agua para riego del jardín



Figura 10. Línea de aspersores de agua para plantas de jardín



Figura 11. Aspersor móvil para el riego de jardines

3.2 Participación de UAO en el 'UI Green Metric World University Ranking 2014'

UAO participó en el 'UI Green Metric World University Ranking 2014', para saber cómo está ubicada a nivel mundial con Universidades que llevan muchos años trabajando en los temas de Campus Sostenible

"UI Green Metric" evalúa el desempeño de Universidades en todo el mundo teniendo en cuenta seis (6) categorías a saber: Emplazamiento e Infraestructura, Energía y Cambio Climático, Residuos Sólidos, Agua, Transporte y Educación. En la figura 12 a continuación se puede ver la distribución de los pesos de los 6 indicadores medidos.

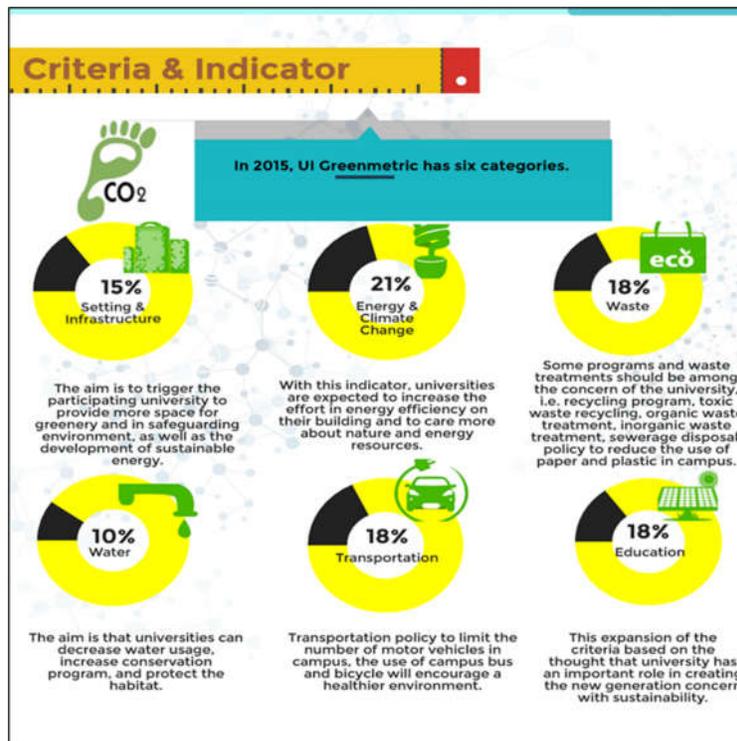


Figura 12. Criterios e indicadores usados en UI Green Metric

El resultado se puede considerar como muy satisfactorio pues muestra lo siguiente:

- Puesto número 229 entre 360 universidades participantes en el año 2014.
- Puesto 5 entre las 11 universidades colombianas participantes.

Los puntajes se obtuvieron de acuerdo a la información enviada de los esfuerzos que hace UAO muestra que los resultados obtenidos en el uso del agua y el manejo de residuos con puntajes de 100 y 91% respectivamente indican una alto grado de eficiencia, pero también, existe la oportunidad de mejorar en aquellos aspectos en los cuales se obtuvieron puntajes más bajos. Seguramente cuando entre en la valoración el sistema de paneles fotovoltaicos que a la fecha cubre el 5% de la energía consumida por la universidad y sobre todo su ampliación prevista hasta el 10% seguramente podrá obtener un puntaje superior al 50% obtenido en el 2014. En el resto de categorías: Entorno e infraestructura, Educación y Transporte existe la oportunidad de mejorar a partir de una serie de campañas promovidas por la universidad y sobre todo si se divulga el propósito que tiene UAO de seguir participando en este evento y si hay

una mayor compromiso de los estamentos profesoral y estudiantil en contribuir a una mejora en los tres ítems en los cuales se obtuvo la menor puntuación.

En la tabla 2 a continuación se pueden ver los resultados obtenidos en cada ítem por la UAO acomodados en una lista de mayor a menor puntaje:

Variable	%
Agua	100%
Residuos	91%
Energía y cambio Climático	50%
Entorno e infraestructura	31%
Educación	20,5%
Transporte	12,5%

Tabla 2. Resultados obtenidos en UI Green Metric por UAO en el 2014

Fuente: UAO 2015

3.3 Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAB)

En relación al recurso hídrico, la Institución cuenta con una planta de tratamiento de agua potable – PTAP aprovechando como se ha comentado el agua subterránea que extrae del subsuelo mediante un pozo de 160 m de profundidad. Tiene una capacidad de 480 GPM para una población equivalente a 8000 personas.

Los componentes para su funcionamiento son:

Fuente de abastecimiento: es agua subterránea y su extracción se realiza mediante un pozo profundo de 160 m de profundidad. Está revestido en tubería de acero al carbón, el cual tiene instalada a 42 metros de profundidad una bomba tipo lapicero con motor eléctrico, que a través de una tubería de 3” de diámetro y un caudal de 92 GPM se transporta el agua hasta la entrada de la PTAB.

Planta de Tratamiento: está compuesta por una unidad de filtro directo que consiste en una estructura de concreto reforzado de 1.5 m de ancho por 2.5 m de largo y 3.9 m de altura, con una capacidad máxima para tratar 5.37 l/s. Se utiliza una capa de arena de cantera lavada como medio filtrante colocada sobre una capa de carbón activado de 0.3 m, que a su vez descansa sobre una capa de gravas de cuarzo y con diversa

granulometría para su conformación. En un falso en plaquetas de concreto con orificios descasa la capa más gruesa de grava.

Se dispone de una canaleta en la parte superior del filtro para la recolección y evacuación del agua proveniente del lavado del techo filtrante a través de flujo de agua ascendente proveniente del mismo pozo.

El agua tratada se almacena en un tanque con losas superior e inferior y paredes en concreto reforzado. Revestido internamente en paredes, losa de fondo y vigas soporte de la cubierta con una membrana de P.V.C. El paso de agua desde el filtro al tanque se realiza a través de una tubería de 6" de diámetro.

Sistema de distribución: se inicia con un sistema de bombeo de presión constante compuesto por tres bombas de flujo horizontal para un caudal de 480 GPM. La bomba líder cubre la demanda de bajos consumos y mantiene la red a una presión de 50 m. En caso de demandas mayores, las dos bombas auxiliares participan en la estabilización de la presión.

Se tiene una bomba dosificadora la cual inyecta el cloro necesario para la desinfección total del agua. El cloro proviene de un tanque plástico en el cual se disuelve previamente. La red de distribución hacia los edificios consiste en una malla hidráulica cerrada en tubería de PVC.

Sistema de cloración: la desinfección se realiza mediante dos formas: una pre-cloración por goteo permanente al tanque de almacenamiento y la segunda por inyección en la tubería de salida mediante una bomba dosificadora de cloro que se acciona paralelamente con el encendido de la bomba líder.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE



Figura 13. Pozo profundo UAO



Figura 14. Planta de potabilización



Figura 15. Cámara de inspección



Figura 16. Aspecto de la PTAP



Figura 17. Tanque de cloración



Figura 18. Panel variador de velocidad

3.4 Funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)

La Universidad también cuenta con una planta de tratamiento de agua residual –PTAR – de funcionamiento continuo y con mejoras tecnológicas que mitigan impactos ambientales negativos. Las aguas servidas y debidamente depuradas se devuelven a través de la acequia 5 que es una derivación del río Pance, al río Lili y este a su vez las conduce al canal Sur que desemboca al río Cauca.

Los componentes para su funcionamiento son:

Pozo de bombeo 1: se realiza la remoción de sólidos gruesos a través de una canastilla en acero y se encuentra un sistema de bombeo tipo sumergible y cuchillas en la succión que conduce el agua al tanque de aireación.

Tanque de aireación: se depositan las aguas crudas donde bacterias realizan un proceso de biodegradación. El oxígeno lo proporciona una turbina actirotor cuyo funcionamiento depende de la cantidad del afluente.

Tanque de sedimentación: las aguas provenientes del tanque de aireación pasan a través de tabiques de transferencia al tanque de sedimentación donde los lodos oxidados se recogen en el fondo por un sistema de bombeo y lo retorna al tanque de aireación. En los lechos de secado se depositan el exceso de lodos. Un sistema dosificador de hipoclorito de sodio trata el afluente libre de materias en suspensión para ser enviado al pozo de bombeo 2.

Disposición de lodos: los lodos enviados al lecho de secado son recuperados después de unos días para disponer de ellos y reutilizarlos. El agua sobrante retorna al pozo de bombeo 2.

Pozo de bombeo 2: se recupera el agua en condiciones apropiadas para verter por medio de un sistema de bombeo en la acequia de Gonchelandia.

Unidad de filtración: es un tanque con un lecho filtrante en arena y grava para el pulimiento del agua residual que sale del sedimentador. Esta filtración es de forma descendente y en el fondo del tanque existe un falso fondo a través del cual se desaloja el efluente.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Unidad de desinfección LUV: efectúa la desinfección del efluente de filtración con un sistema de Luz Ultra Violeta.

Tanque de almacenamiento: se almacena el agua debidamente filtrada y desinfectada para luego ser utilizada para riego ornamental. Ante el cambio de normatividad esta actividad no se realiza y se vierte el agua a la acequia Gonchelândia.

3.5 Infraestructura sanitaria en el campus de UAO

Con respecto a la infraestructura de servicios asociados al agua la Universidad Autónoma de Occidente cuenta con una planta física moderna y bien dotada integrada por 285 tasas sanitarias, 216 lavamanos, 93 orinales, 36 duchas, 17 lavaplatos, 4 lavatraperos y 50 puntos de agua en los laboratorios.

Los puntos en los cuales puede haber mayor gasto de agua son los sanitarios, lavamanos y orinales, puesto que a ellos tiene acceso el mayor número de la población universitaria (estudiantes y docentes). Para atender este aspecto la Universidad ha dispuesto que las llaves de agua sean todas ahorradoras y programables a 3, 5 y 8 segundos, según se calibren. El mantenimiento de las instalaciones hidráulicas en los servicios sanitarios está a cargo de un responsable el Sr Arsenio Díaz, quien tiene la misión de recorrer las instalaciones de servicios para cerciorarse de su buen funcionamiento y proceder a corregir cualquier anomalía con la Coordinación de Infraestructura Técnica del Departamento de Planta Física.

Edificio	Sanitarios	Lavamanos	Orinales	Duchas	Lavaplatos	Lavatraperos	Puntos agua
Aulas 1	38	30	12	5	0	0	0
Aulas 2	32	24	12	0	0	0	0
Aulas 3	32	24	12	0	0	0	0
Aulas 4	32	24	12	0	0	0	0
Bienestar 1er Piso	17	14	3	12	4	0	0
Bienestar 2do Piso	6	4	2	0	2	0	0
Bienestar 3er Piso	5	4	2	0	1	1	0

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Edificio	Sanitarios	Lavamanos	Orinales	Duchas	Lavaplatos	Lavatraperos	Puntos agua
Sótano sur	0	0	0	0	1	1	0
Sótano norte	0	0	0	0	0	0	4
Semisótano sur	10	7	2	0	0	2	13
Semisótano norte	10	7	2	0	0	0	33
Ala sur 1er piso	16	14	6	0	0	0	0
Ala sur 2do piso	16	14	6	1	1	0	0
Quincha	6	4	3	0	0	0	0
Ala sur 3er piso	16	14	6	1	1	0	0
Ala norte 1er piso	9	6	2	0	1	0	0
Ala norte 2do piso	11	7	3	0	1	0	0
Ala norte 3er piso	11	8	2	0	0	0	0
Ala norte 4to piso	9	6	2	0	2	0	0
Rectoría	1	1	0	1	0	0	0
Villa Laurentino	8	4	4	16	3	0	0
Total	285	216	93	36	17	4	50

Tabla 3. Relación de la dotación de Servicios Sanitarios en la UAO.

Preparada para este informe con la colaboración de Juan Carlos Borrero, Coordinador Infraestructura Técnica del Dpto de Planta Física por S. Leyton y R. Contreras.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

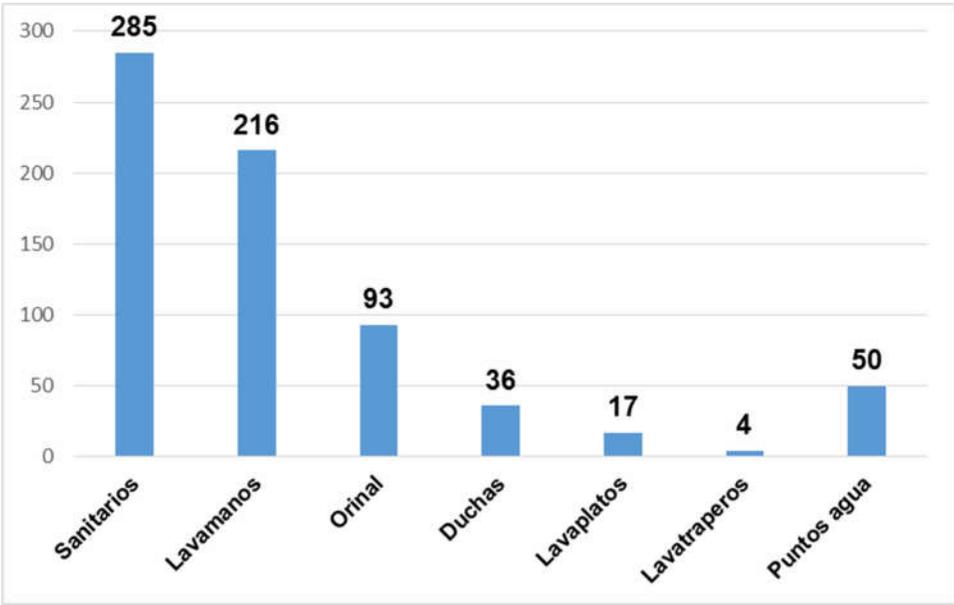


Figura 19. Resumen de la dotación de Servicios Sanitarios

Preparada para este informe con la colaboración de Juan Carlos Borrero, Coordinador Infraestructura Técnica del Dpto de Planta Física por S. Leyton y R. Contreras

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE



Figura 20. Dispensador ahorrador programable a 3', 5', y 8'



Figura 21. Dispensador de jabón líquido



Figura 22. Tasa sanitaria



Figura 23. Orinal de pared



Figura 24. Dispensadores de agua en botellón



Figura 25. Dispensador de agua fría

4 MARCO TEÓRICO

4.1 Huella hídrica como indicador de sostenibilidad

En Colombia las iniciativas relacionadas con el cálculo de la huella hídrica de productos y empresas son muy escasas. Prácticamente existen sólo dos instrumentos para controlar el uso racional del agua: la Ley 373 de 1997 y la Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. La Ley 373 establece el programa para el ahorro y uso eficiente del agua, que incentiva el uso de elementos de bajo consumo hídrico, pero no tiene en cuenta la compra o el consumo de productos con una huella hídrica alta, y la Política, impulsada por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, creada para establecer directrices unificadas frente al manejo del agua en el país que permitan resolver la problemática existente, promover el uso eficiente del recurso y su preservación.

El concepto de huella hídrica fue introducido en 2002 por el profesor Arjen Hoekstra de UNESCO-IHE como un indicador alternativo del uso del agua. El concepto fue refinado y los métodos de contabilidad se establecieron en una serie de publicaciones realizadas por Ashok Kumar Chapagain y Arjen Hoekstra en el Instituto UNESCO-IHE para la Educación. Una de las publicaciones más detalles sobre cómo calcular las huellas del agua es el informe de 2004 sobre la 'huella hídrica de las naciones de la UNESCO-IHE. La cooperación entre las instituciones globales líderes en el campo ha llevado a la creación de la Water Footprint Network en 2008 que tiene como objetivo coordinar los esfuerzos para desarrollar y difundir el conocimiento sobre los conceptos de huella hídrica, métodos y herramientas.

Este indicador está compuesto por tres tipos de uso del agua, conocidos como las huellas hídricas azul, verde y gris. La huella hídrica verde es el volumen de agua lluvia almacenado en el suelo que se evapora a través del crecimiento del cultivo. La huella hídrica azul es el volumen de agua dulce tomada de fuentes superficiales (lagos, ríos, reservorios) y subterráneas (acuíferos) y no regresa al sistema en donde fue extraído. Finalmente, la huella hídrica gris es el volumen de agua contaminada como resultado de los procesos de producción (industrial y agrícola) y de las aguas residuales domésticas. Es el volumen de agua necesario para diluir los contaminantes hasta tal punto que la calidad del agua alcance niveles aceptables.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

La aplicación de la huella hídrica se ha realizado en diferentes actividades económicas como la industrial, agrícola y doméstica. La WWF en su Reporte Planeta Vivo 2014 usó este indicador en la producción mundial y se concluyó que la agricultura utiliza el 92% de la huella hídrica global, en el cual el 78% proveniente de las lluvias. La producción industrial ocupa 4,4%, mientras que el 3,6% se utiliza para el suministro de agua para uso doméstico. Ver figura 26.

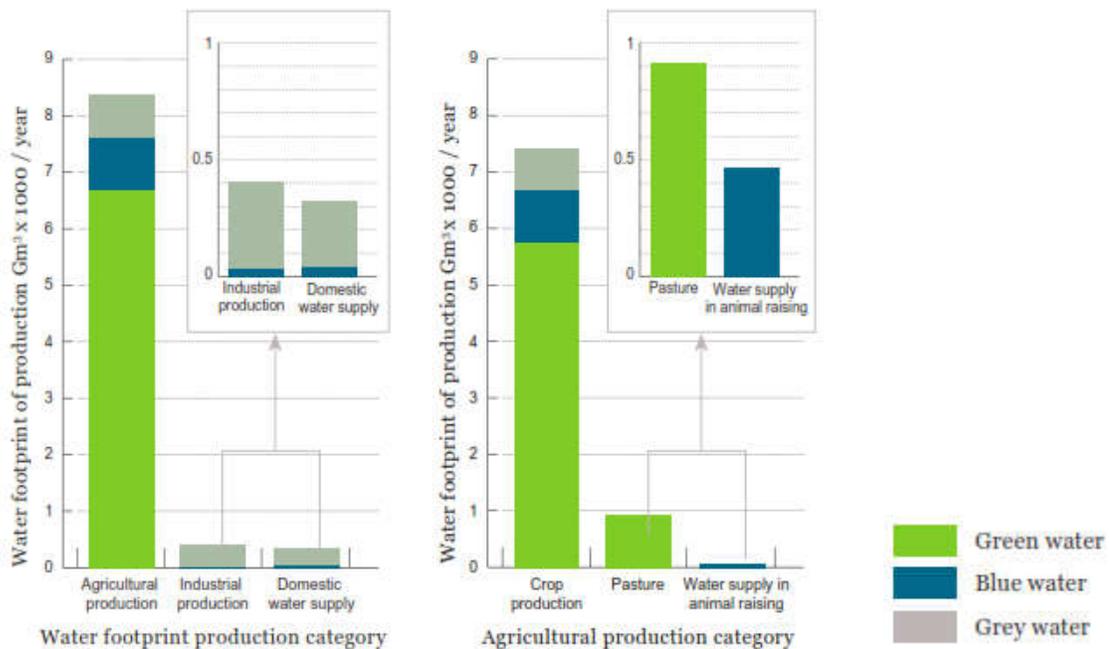


Figura 26. Desglose de la huella verde y gris azul de la producción mundial del agua en millones de m³/año 1996-2005

Fuente: WWF, 2014

En el contexto colombiano, se calculó la huella hídrica de la producción agrícola ya que en términos de consumo de agua ocupa el primer lugar sobre otros seis sectores como energía, doméstico, acuícola, pecuario, industrial y servicios. Los resultados indican que la huella hídrica verde obtuvo un 88% mientras que la azul un 7% y la gris un 5% (WWF, 2012). Lo que indica la fuerte dependencia de la agricultura en las lluvias.

Finalmente, el DAGMA y la UAO estimaron la huella hídrica de la ciudad de Cali. Para la huella hídrica azul tuvieron en cuenta las fuentes superficiales y subterráneas disponibles en el área urbana. La huella hídrica gris fue calculada a partir de los

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Índicadores de contaminación DBO₅ y SST tanto para los vertimientos como para los ríos receptores. La huella hídrica verde no fue tomada en cuenta debido a la inexistencia de agricultura urbana.

Dato	Valor (m³ /año)
Huella Hídrica Azul	21.277.945
Huella Hídrica Gris	6.332.876.105
Huella Hídrica Área Geográfica Cali Urbano	6.354.154.050

Tabla 4. Huella Hídrica Total de Cali

Fuente: Convenio de cooperación DAGMA-UAO. 2012.

5 METODOLOGÍA

5.1 Cálculo Huella Hídrica Azul UAO

$$HH_{\text{azul UAO}} = UA_{\text{subt}} - \Sigma V_{\text{vert}}$$

Donde:

UA_{subt} : volumen de agua subterránea usada en la zona universitaria ($\text{m}^3/\text{año}$)

ΣV_{vert} : volumen de agua vertida en el río Lili.

Para su cálculo es necesario la siguiente información:

- Volúmenes totales concesionados de aguas subterráneas por el DAGMA.
- Valores de caudal por año de los vertimientos.

5.2 Cálculo Huella Hídrica Gris UAO

$$HH_{\text{gris UAO}} = \frac{L_{\text{vert}}}{C_{\text{nat}}} \left[\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \right]$$

Donde:

L_{vert} : carga contaminante del vertimiento proveniente de la UAO hacia un río (masa/tiempo)

C_{nat} : concentración natural del contaminante de interés en un río de la zona (masa/volumen).

Carga contaminante del vertimiento:

$$L = Q * C * 1000 / 365$$

Dónde:

Q: caudal propio del vertimiento ($\text{m}^3/\text{año}$)

C: concentración promedio del contaminante de interés (mg/l)

Indicadores de contaminación de interés:

- DBO₅
- SST

Finalmente, se calcula la HH gris para cada uno de los anteriores indicadores.

5.3 Cálculo Huella Hídrica Total UAO

$$HH_{\text{Total UAO}}: HH_{\text{azul UAO}} + HH_{\text{gris UAO}} \left[\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \right]$$

6 RESULTADOS

El cálculo de la HH se aplicó para el área de la UAO para el año 2014 ya que es el último año para el que se tiene información completa. Toda la información secundaria utilizada fue solicitada al Ingeniero Borrero y a la CVC para el caso del río Lili. Esto fue complementado con recorridos que permitieron fotografiar los procesos que consumen agua.

6.1 Huella Hídrica azul UAO

Para hallar el volumen de agua azul en la Universidad se debe tener en cuenta que los procesos consumen agua subterránea proveniente de un acuífero. Por otra parte, el agua que es vertida al río Lili no hace parte de la HH_{azul} el cual debe ser restado.

$$UA_{\text{subt}}: 37.148 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$\Sigma V_{\text{vert}}: 24.480 \text{ m}^3/\text{año}$$

$$HH_{\text{azul}} = 12.668 \text{ m}^3/\text{año}$$

6.2 Huella Hídrica gris UAO

En la UAO se identificó un punto de vertimiento denominado acequia Gonchelândia que desemboca al río Lili. De acuerdo a la legislación colombiana los parámetros de contaminación de mayor interés son DBO_5 y SST. Por tanto la HH_{gris} se calculó para estos dos parámetros.

DBO_5 (mg/l)	SST (mg/l)	Q (l/s)
8,8	27,0	1.959

Tabla 5. Concentraciones promedio de DBO_5 , SST y caudal de aguas residuales UAO 2014

La concentración natural se halló tanto para DBO_5 como para los SST en el río Lili. Con las concentraciones encontradas en este río se halló un promedio para cada parámetro el cual se presenta en la tabla 6.

Muestreo	DBO_5	SST
-----------------	---------------------------	------------

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Muestreo	DBO ₅	SST
1	0,95	71
	4,11	371
	3,89	152
2	0,95	32
	5,23	588
	1,2	216
Promedio	2,72	238,33

Tabla 6. Concentraciones promedio de DBO₅ y SST en el río Lili 2014

Fuente: CVC, 2014

Carga contaminante del vertimiento se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$L = Q * C * 1000 / 365$$

Dónde:

Q: caudal propio del vertimiento (m³/año)

C: concentración promedio del contaminante de interés (mg/l)

Fuente receptora	Vertimiento	Dato	Unid.	Valor
Río Lili	PTAR UAO	Concentración media DBO ₅ en descarga PTAR UAO	mg/l	8,8
		Caudal total de agua vertido por PTAR UAO	m ³ /año	1.959
		Carga contaminante de DBO ₅ por PTAR UAO (I)	Kg/d	47.230,7
		Concentración DBO ₅ en el río antes del vertimiento (C _{nat})	mg/l	2,72
		Huella Hídrica Gris para dilución de DBO ₅ de descarga PTAR UAO	m ³ /año	17.364,22

Tabla 7. Cálculo HH_{gris} para DBO₅ por descargas para el río Lili

Fuente receptora	Vertimiento	Dato	Unid.	Valor
Río Lili	PTAR UAO	Concentración media SST en descarga PTAR UAO	mg/l	27,0
		Caudal total de agua vertido por PTAR UAO	m ³ /año	1.959
		Carga contaminante de SST por PTAR UAO (I)	Kg/d	144.912,3
		Concentración SST en el río antes del vertimiento (C _{nat})	mg/l	238,33
		Huella Hídrica Gris para dilución de SST de descarga PTAR UAO	m ³ /año	608,03

Tabla 8. Cálculo HH_{gris} para SST por descargas para el río Lili

Por tanto:

$$HH_{grisUAO} = \mathbf{17.972,25 \text{ m}^3/\text{año}}$$

6.3 Huella Hídrica UAO

La huella hídrica de la UAO es la sumatoria de las dos HH calculadas. La tabla 9 presenta el resumen de los resultados obtenidos y muestra el valor a de la HH de la Universidad.

Dato	Valor (m³/año)
Huella Hídrica Azul UAO	12.668 m ³ /año
Huella Hídrica Gris UAO	17.972,25 m ³ /año
Huella Hídrica UAO	30.640,25 m ³ /año

Tabla 9. Huella Hídrica UAO

En la figura se observa que la huella hídrica azul corresponde al 41% de la huella hídrica de la UAO, que representa los volúmenes directos de agua que se requieren para satisfacer las necesidades de la población universitaria. Es necesario recordar que la fuente principal de abastecimiento es el agua subterránea.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

Por otra parte, la huella hídrica gris contribuye en un 59 %, que indican los volúmenes de agua necesarios para diluir las concentraciones de DBO y SST que se vierten en el río Lili. Comparado con Cali, la Universidad presenta una huella hídrica gris inferior aunque no ocurre lo mismo con la huella hídrica azul.

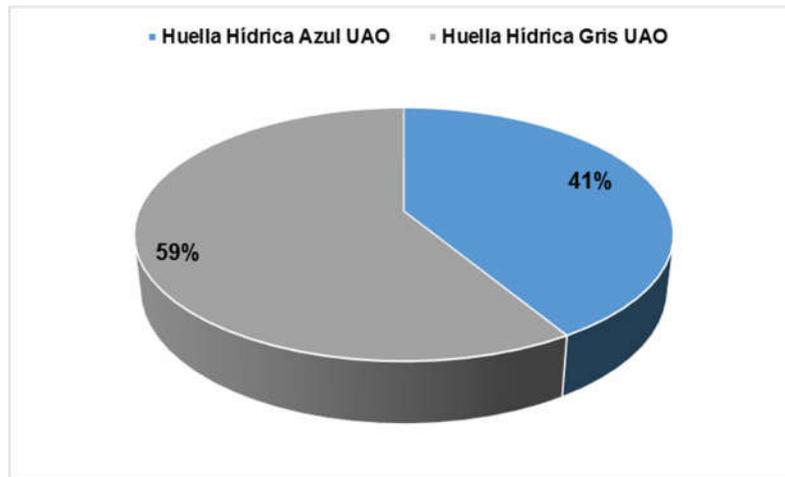


Figura 27. Distribución porcentual de la Huella Hídrica UAO

6.4 Planteamiento propuestas de mejora

Investigar cuales son las actividades y los puntos donde se produce mayor gasto de agua, para establecer medidas correctivas.

Hacer campañas de sensibilización amigables dentro del campus para promover el ahorro y uso eficiente del agua.

Optimizar el sistema de dispensamiento en todos los puntos de agua de campus universitario haciendo mantenimiento constante a los temporizadores de los grifos de agua.

Modernizar las instalaciones sanitarias con la adquisición de grifería ahorradora moderna, orinales secos que ya funcionan exitosamente en centros comerciales y otras instituciones educativas.

Como en este ensayo no se obtuvo la información necesaria para calcular la huella hídrica verde se recomienda profundizar en el estudio de este componente, puesto que esta es una de las tres huellas en la que puede haber mayor gasto de agua sobre todo

en los periodos de escasez que corresponden a los veranos de mitad del año (Junio-Julio-Agosto) y de final y comienzo de año (Diciembre- Enero) y sobre todo cuando estos coincidan con un Fenómeno del Niño, como está ocurriendo actualmente. Por esta razón se debe incursionar en prácticas sostenibles respecto al uso del agua para el riego en el campus universitario, por lo cual sería pertinente acoger las recomendaciones que se presentan a continuación.

- Tomando las medidas necesarias para recuperar las aguas pluviales, y renunciar en la medida de lo posible al uso de agua potable.
- Favoreciendo el desarrollo de los microorganismos del suelo, para optimizar la absorción de agua por los vegetales.
- Realizando solo ligeros laboreos verticales y manteniendo una adecuada proporción de materia orgánica en el suelo para favorecer la acumulación y retención de agua. No solo conservando la materia orgánica del suelo sino también adicionándola como refuerzo, mediante acolchados, con productos de compostaje o "mulch" de elaboración propia.
- Instalando dispositivos reguladores de presión, programadores y temporizadores, para disminuir el consumo de agua durante el riego.
- Regando con la dosis y frecuencia mínimas que se precise. Instalando masivamente sistemas eficientes de riego subterráneo por goteo.
- Sustituyendo en la medida de lo posible las praderas y céspedes por cubiertas vegetales tapizantes de poca o nula necesidad de aporte hídrico. Seleccionar especies de pastos que tengan una mayor resistencia y que requieran solo uno o dos riegos semanales (en lugar del riego diario o de alta frecuencia).
- Regando a las horas de mínima o nula insolación para que el agua esté disponible durante más tiempo para las plantas, evitando el riego manual.
- Implantando en la época de verano medidas de restricciones de riego acorde con la disponibilidad de agua del reservorio de agua lluvia.

- Estudiar la posibilidad de usar agua de la acequia que ingresa al campus universitario teniendo en cuenta que esta entra en la cota más alta del predio y se puede distribuir por gravedad permitiendo así un ahorro en energía que se debe gastar para bombear el agua desde el reservorio ubicado en los terrenos más bajos del predio de la universidad.

7 CONCLUSIONES

La Universidad Autónoma de Occidente ocupa el 5to lugar entre las universidades colombianas en el UI Green Metric World University Ranking 2014', en el cual se evalúa el desempeño de Universidades en todo el mundo teniendo en cuenta seis (6) categorías) a saber: Emplazamiento e Infraestructura, Energía y Cambio Climático, Residuos Sólidos, Agua, Transporte y Educación. El resultado se puede considerar como muy satisfactorio.

El puntaje más alto se obtuvo precisamente en el uso del agua con un puntaje de 100 % lo cual indica un alto grado de eficiencia.

Los puntos en los cuales puede haber mayor gasto de agua son los sanitarios, lavamanos y orinales, puesto que a ellos tiene acceso el mayor número de la población universitaria (estudiantes y docentes). Aunque la universidad cuenta con llaves ahorradoras programables a 3, 5 y 8 segundos se debe iniciar un proceso de reemplazo progresivo de esta dotación, maximizando la eficiencia en el uso de agua mediante una renovación de la dotación hidráulica.

Uno de los aspectos considerados en la evaluación del "UI Green Metric World", en el cual se deben hacer esfuerzos por mejorar, es precisamente en el de Educación con lo cual se podría lograr aún mayores avances, en la medida en que la población estudiantil y administrativa y la relacionada con el mantenimiento de las zonas verdes y jardines tan emblemáticos de UAO, adquiera mejores comportamientos relacionados con el ahorro y uso eficiente uso del agua.

Un aspecto importante que se debe destacar aquí es la capacidad instalada que tiene el Campus Universitario de captar agua lluvia, pues se cuenta con 6 grandes edificios techados tales como el de la Administración 4292 m², 4 edificios de Aulas 3.600 m² y el área de la Cafetería con 4.020 m² con cubiertas de fibra de plástico que ya cuentan con sistemas de interceptación y conducción de las lluvias, debiendo mencionarse que en conjunto alcanzan una extensión aproximada de 12.000 m² de superficies captadoras de agua lluvia. Estas cubiertas representan en 29% de la sección de norte del campus que tiene un área aproximada de 41.000 m² (excluyendo las instalaciones deportivas y parqueaderos). Ver tabla a continuación.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

EDIFICIO	M ² CUBIERTOS
Administración	4292
4 Edificios de Aulas	3.600
Cafetería	4.020
TOTAL	11.912

Tabla 10. Área de las cubiertas captadoras de agua en el campus UAO



Figura 28. Cubiertas captadoras de agua en los edificios de administración, de aulas y cafetería

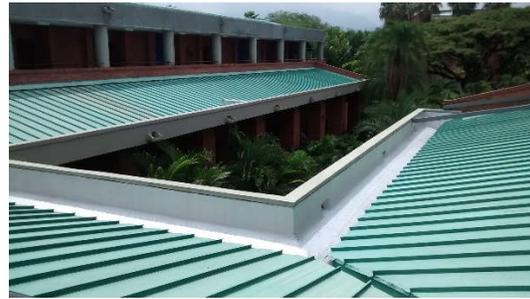


Figura 29. Detalle de la cubierta captadora de agua lluvia en la cafetería

Fuente: Google Earth

Aunque este sistema ya está siendo aprovechado parcialmente con la creación del reservorio de aguas lluvias, seguramente podrá optimizarse el sistema de almacenamiento de las precipitaciones para usarse en actividades de limpieza y riego de los jardines y campos cubiertos con césped.

En un futuro cuando haya la necesidad de reemplazar las cubiertas del piso de parqueaderos y otras cubiertas pavimentadas o asfaltadas, debe privilegiarse la instalación e cubiertas permeables tipos SUDS Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, para facilitar la infiltración y percolación del agua lluvia, minimizando el impacto que está ocurriendo en este sector de la ciudad con la impermeabilización de grandes superficies por la construcción de vivienda, centros comerciales y vías, sobre la recarga del acuífero del cual depende en buena manera el funcionamiento de la Universidad.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

La Huella Hídrica es un indicador de sostenibilidad que permite identificar impactos sobre el recurso hídrico a causa de los hábitos de consumo de grupos de población en un área específica; en este caso se hizo una aproximación a la situación que ocurre en la comunidad de la UAO, con la idea de que los resultados preliminares obtenidos sirvan como un insumo para el mejoramiento de los programas de ahorro y uso eficiente del agua y sobretodo contribuya al fortalecimiento de la cultura ambiental.

Se calculó la Huella Hídrica de la UAO a partir de información secundaria suministrada por el ingeniero Juan Carlos Borrero, Coordinador Infraestructura Técnica del Departamento de Planta Física, y de la consulta de literatura relacionada con el tema. La metodología utilizada es la propuesta por Hoekstra et al., que permite calcular el aporte del agua azul y gris. En este ejercicio no se consideró la huella verde ya que no se contó con la información necesaria. No obstante, a través del desarrollo del ensayo se pueden ver algunas anotaciones que se refieren a este ítem cuando se comenta sobre el uso de agua para el riego de jardines y del césped en el campus universitario.

La huella hídrica azul evidencia una alta dependencia del acuífero subterráneo ya que la totalidad que se trata en la PTAB proviene de él consumiéndose 12.668 m³/año. El 41% de la huella hídrica calculada proveniente del agua subterránea.

Es de vital importancia implementar medidas para la conservación de los acuíferos y estudiar la posibilidad de usar agua de la acequia y de la lluvia ante futuros escenarios de disminución de la disponibilidad ocasionados por los cambios climáticos, especialmente el fenómeno del Niño que vivimos en la actualidad y que según los pronósticos se va a extender los primeros meses del 2016.

En cuanto a la huella hídrica gris, representa el 59% de la HH de la UAO y se debe principalmente a los vertimientos procedentes de las instalaciones sanitarias y en menor proporción de los laboratorios. Como ya se mencionó en las propuestas de mejora se recomienda modernizar las instalaciones hidráulicas más eficientes y estudiar la posibilidad de implementar sistemas de tratamiento más avanzados (secundario o biológico) para poder usarlas en riego reducir de esta manera la huella gris.

8 BIBLIOGRAFÍA

Bussines for Social Responsibility y Pacific Institute (2007). At the Crest of a Wave: A Proactive Approach to Corporate Water Strategy. Recuperado de http://www.bsr.org/reports/BSR_Water-Trends.pdf

CTA; GSI-LAC; COSUDE; IDEAM. (2015). Evaluación Multisectorial de la Huella Hídrica en Colombia. Resultados por subzonas hidrográficas en el marco del Estudio Nacional del Agua 2014. Medellín, Colombia. 170 pp

DAGMA & UAO. (2012). Carbono neutro en la ciudad de Cali – Estimación de Huella de Carbono y Huella Hídrica. Convenio de cooperación DAGMA – UAO. 54 pp.

Jerry R. Taricska, Lawrence K. Wang, Yung-Tse Hung, and Kathleen Hung Li. (2008). Potable Water Aereation. Handbook of Environmental Engineering. Vol. 5. Humana Press, Inc., Totowa, NJ

Hoekstra A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya M.M y Mekonnen, M.M. (2011). The Water Footprint Assessment Manual, London: Earthscan.

IDEAM, (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

Loaiza Duque Álvaro. (2009). Remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas mediante doble filtración con flujo a presión. Caso El Hormiguero - CALI Universidad del Valle Facultad de Ingeniería, Maestría en Ingeniería Sanitaria Y Ambiental Santiago de Cali 150 pp.

Millenium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems and Human Well-being: Opportunities and Challenges for Bussines and Industry, World Resources Institute: Washington D.C.

Páez O., Gloria I. CVC (2004). Las Aguas Subterráneas y Perspectivas en el Valle del Cauca. Cali-Colombia.

UNESCO (2003). Water for People, Water for Life. United Nations World Water Development Report, Part II: A look at the world's freshwater resources. UNESCO Publishing: Paris.

WBCSD (2009). Water Facts and Trends. WBCSD Report, Versión 2, 2009.

APROXIMACIÓN A LA HUELLA HÍDRICA EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE

WWF. (2012). Reporte 2012 – Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. 48 pp.

WWF. (2014). Living planet report 2014. Species and spaces, people and places. 180 pp.