

DIAGNÓSTICO INICIAL COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN
DE USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN LA UNIVERSIDAD ICESI

DIANA FERNANDA QUINTANA CHAPARRO
ANGÉLICA MARÍA VERGARA MÁRQUEZ

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI

2014

DIAGNÓSTICO INICIAL COMO BASE PARA LA ELABORACIÓN DE UN PLAN
DE USO EFICIENTE DEL RECURSO HÍDRICO EN LA UNIVERSIDAD ICESI

DIANA FERNANDA QUINTANA CHAPARRO

ANGÉLICA MARÍA VERGARA MÁRQUEZ

Proyecto de grado

Director del proyecto

Beatriz Eugenia Sierra

Bióloga con especialización en gerencia de medio ambiente

UNIVERSIDAD ICESI

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI

2014

CONTENIDO

1	TÍTULO DEL PROYECTO	5
2	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
2.1	Enunciado del problema.....	5
2.2	Formulación del problema.....	5
3	ELEMENTOS	6
3.1	Causas.....	6
3.2	Consecuencias	6
4	JUSTIFICACIÓN	7
5	DELIMITACIÓN Y ALCANCE	8
5.1	Tipo.....	8
5.2	Espacio	8
5.3	Tiempo.....	9
5.4	Impacto.....	9
6	OBJETIVOS	9
6.1	Objetivo general.....	9
6.2	Objetivo del proyecto	10
6.3	Objetivos específicos	10
7	ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	10
7.1	Matriz de marco lógico	10
7.2	Técnicas empleadas durante el trabajo.....	12
8	MARCO DE REFERENCIA	13
8.1	Antecedentes	13
8.1.1	Mundial	13
8.1.2	Situación global actual del recurso hídrico:	14
8.1.3	Colombia	17
8.1.4	Comuna 22	20
8.1.5	Universidad Icesi	20
8.2	Marco legal	21
8.2.1	Decreto 1575 del 9 de junio del 200	21
8.2.2	ISO 14001	23
8.3	Marco teórico	24
8.3.1	Ciclo Hidrológico:	24
8.3.2	Estrés Hídrico:	25
8.3.3	Clasificación del agua:	25
8.3.4	Características físico-químicas del agua de consumo:.....	26
8.3.5	Plan de ahorro:.....	27
8.3.6	Huella ecológica:	28
8.3.7	Huella hídrica:	29
8.3.8	Calentamiento global y derretimiento de los polos:.....	30
8.3.9	Eco mapas	32
8.4	Aporte crítico	32

9	ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	33
9.1	Recursos disponibles	33
9.1.1	Equipo de trabajo:.....	33
9.1.2	Económicos	33
9.1.3	Tecnológicos.....	34
9.2	Cronograma	34
10	DESARROLLO.....	34
10.1	Metodología del proyecto	34
10.2	Objetivo 1	35
10.2.1	Metodología.....	35
10.2.2	Resultados.....	35
10.3	Objetivo 2.....	43
10.3.1	Metodología.....	43
10.3.2	Resultados.....	44
10.4	Objetivo 3.....	53
10.4.1	Metodología.....	54
10.4.2	Resultados.....	54
10.5	Objetivo 4.....	73
10.5.1	Metodología.....	74
10.5.2	Resultados.....	74
10.6	Conclusiones	76
10.7	Recomendaciones	77
11	BIBLIOGRAFÍA	78
12	ANEXOS	83
12.1	Anexo 1: Registros de lecturas – medidor consumo de agua potable.	83
12.2	Anexo 2: Pronostico de estudiantes	94
12.3	Anexo 3: Mapa de fuentes de agua de la Universidad Icesi	95

1 TÍTULO DEL PROYECTO

Diagnóstico inicial como base para la elaboración de un plan de uso eficiente del recurso hídrico en la universidad Icesi

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Enunciado del problema

De las grandes fuentes de agua en el mundo, actualmente, la mayor parte es tomada de los ríos; estos se encuentran hoy en día, en su mayoría, degradados debido a su lamentable contaminación y sequía. Durante las próximas tres décadas, se espera un aumento de la temperatura y, a consecuencia de ello, un intensificación constante de la sequía en la gran mayoría del planeta. Las regiones más afectadas, según el informe del National Center for Atmospheric Research (NCAR), serán: Europa, Asia, África y Australia.

La universidad Icesi por otro lado, cuenta con una política de medio ambiente la cual ha fomentado a través de los años la realización de proyectos con el fin de reducir el impacto ambiental dentro de una comunidad.

En general, no existe una buena gestión del recurso hídrico dentro de la Universidad, lo que es de gran importancia para fortalecer el sistema de la norma ISO 14001, y así implementar un plan de ahorro de agua como una obligatoriedad y como un punto de fortalecimiento al sistema de gestión ambiental. Todos estos aspectos influyen directamente en el servicio prestado por la Universidad Icesi y la responsabilidad ambiental, ya que presentan un uso no evaluado del recurso no renovable.

2.2 Formulación del problema

¿Cómo el diseño de un plan de ahorro de agua para la Universidad Icesi podría ser la base para la estandarización de los procesos que necesitan del recurso y garantizar el bienestar de la población?

3 ELEMENTOS

3.1 Causas

- Faltan elementos como medidores de agua para las diferentes áreas de la universidad que permitan dar a conocer donde hay mayor gasto.
- Se cuenta con una base de datos muy pobre en cuanto a consumo de agua total para conocer el impacto ambiental de la universidad en relación con el uso que se le ha dado al recurso.
- Hay un desconocimiento acerca del crecimiento de la población de la universidad Icesi en cuanto al consumo hídrico a futuro.
- Gestión inadecuada del recurso hídrico en cuanto a la realización de algunas actividades como el lavado de autos y la limpieza de zonas comunes.
- Falta señalización dentro de la universidad que genere una cultura de ahorro a los usuarios.

3.2 Consecuencias

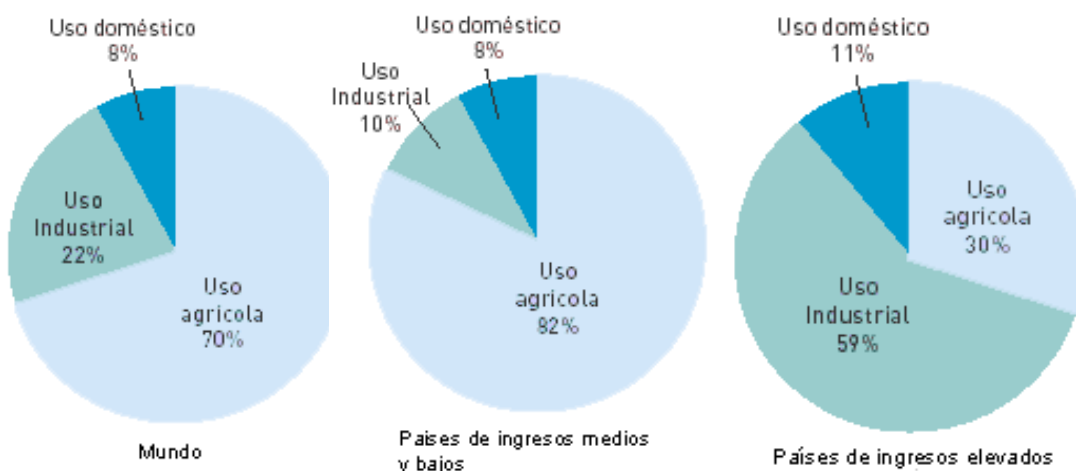
- Desconocimiento del impacto ambiental que genera la universidad como organización en cuanto al recurso hídrico.
- Sobrecostos por falta uso innecesario de agua potable.
- Desaprovechamiento de aguas grises dentro de los procesos normales de la universidad, que no son tratadas y podrían ser aprovechadas.
- Desaprovechamiento de aguas lluvias.
- Carencia a futuro del recurso hídrico por crecimiento poblacional y falta de gestión.
- Posibles sanciones por el mal manejo de los recursos que al momento dispone la institución.
- Carencia de datos precisos que permitan calcular la huella hídrica.

4 JUSTIFICACIÓN

Un plan de ahorro del recurso hídrico se desarrolla con el objetivo de asegurar el abastecimiento de agua. Esta investigación persigue la búsqueda de nuevos conocimientos con el fin de generar una propuesta de mejora en el campo ambiental, específicamente relacionado con el agua de consumo.

El uso industrial del agua es una de las tantas ramas de las cuales se desprende del consumo general de esta. Actualmente los procesos industriales según Unesco (2013) consumen a nivel mundial el 22% del uso total de agua y en el 2025 se espera que se consuma un 24% de la misma. (UNESCO, 2003) En el ámbito del sector de servicios como lo es la Universidad, el consumo de agua está entre una industria y el uso domestico, debido al crecimiento de la población. Por esta razón se quiere proponer por parte de la universidad Icesi, la disminución del consumo de agua.

Figura 1: Usos del agua en el mundo y según el nivel de ingresos de los países.



(UNESCO. El uso industrial del agua aumenta según el nivel de ingresos del país (*Resumen Ejecutivo Oficial del Informe (WWDR)*). Banco Mundial, 2001. Washington DC.)

La Figura 1 muestra los usos del agua que más prevalecen según el nivel de ingresos del país. Colombia entraría dentro de los países con ingresos medios y bajos. En promedio, estos países tienen un consumo de 10% en agua para industrial y 8% en agua para uso domestico.

Para llevar a cabo el desarrollo de una propuesta para el plan de ahorro se requiere analizar el consumo de agua por parte de la población universitaria y

hacer una comparación del crecimiento de la misma, teniendo en cuenta la norma ISO 14000.

Este problema muestra un reto suficientemente importante para nosotras como ingenieras industriales ya que es de nuestro interés contribuir en la posibilidad de un mejor manejo de los recursos naturales utilizados por la universidad, aplicando las diferentes herramientas y conocimientos adquiridos en la carrera en relación a mejoramiento de procesos.

Como valor agregado frente a los trabajos ambientales realizados anteriormente en la Universidad, se planea proponer a la universidad Icesi la implementación de un plan de ahorro, el cual será de provecho para la gestión ambiental de dicha institución.

5 DELIMITACIÓN Y ALCANCE

El desarrollo de este proyecto estará delimitado con respecto al consumo del recurso hídrico en la Universidad Icesi y se tendrá en cuenta todos los datos existentes hasta Septiembre del 2014. Tendrá un espacio de realización de 1 año entre febrero y noviembre del 2014, y se llevará a cabo en un principio una investigación acerca de la situación actual del recurso. Y se establecerá un listado de requerimientos para el cálculo de la huella hídrica.

En cuanto a la población estudiantil, no se tiene en cuenta la apertura de nuevas carreras, que podrían alterar el pronóstico, aumentando la población futura.

5.1 Tipo

El proyecto diagnóstico inicial como base para la elaboración de un plan de uso eficiente del recurso hídrico en la universidad Icesi, es de tipo industrial aplicado, ya que se desarrollará en las instalaciones de la Universidad Icesi, empresa que ofrece el servicio de educación superior. Con la intención de reducir el impacto que genera en el medio ambiente en cuanto al consumo del recurso hídrico, se espera establecer recomendaciones de mejora aplicadas a futuro por la Universidad.

5.2 Espacio

El desarrollo del proyecto está delimitado en las instalaciones de la Universidad Icesi, se llevará a cabo en los diferentes espacios que ofrece la institución para

brindar sus servicios, como edificios, oficinas, cafeterías, la casa SAE y parqueaderos.

5.3 Tiempo

El presente proyecto estará dividido en dos partes. Tendrá un tiempo de desarrollo de dos semestres; los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

Primera parte: Esta se realizará durante proyecto de grado I, la cual identificará los elementos bibliográficos, estudios de referencia y proyectos desarrollados anteriormente en la Universidad Icesi, con respecto al tema y afines.

Segunda parte: Sera realizada durante proyecto de grado II, durante el cual se identificaran los procesos a tener en cuenta para la realización del plan de ahorro, el desarrollo la propuesta del plan y finalmente se desarrollará una matriz de cumplimiento de la norma ISO 14000.

5.4 Impacto

El desarrollo del proyecto Diagnóstico inicial como base para la elaboración de un plan de uso eficiente del recurso hídrico en la universidad Icesi es con el fin de reducir el impacto ambiental generado y brindarle información a dicha institución de los recursos utilizados para la prestación de sus servicios. Así, con la implementación de una propuesta de mejora, se pretende reducir los efectos generados a la población y los costos por la utilización del recurso. Por otra parte, también se pretende generar un impacto positivo a la universidad en relación con su reconocimiento, ya que, con la aplicación de dicha propuestas, podrá ser reconocida también por el interés de preservar el medio ambiente.

6 OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Aportar a la gestión ambiental de la universidad Icesi respecto al recurso hídrico.

6.2 Objetivo del proyecto

Identificar oportunidades de reducción de uso del recurso hídrico en la universidad Icesi.

6.3 Objetivos específicos

- Identificar los procesos de la universidad Icesi que utilizan agua azul.
- Realizar un eco mapa del consumo de agua azul en la universidad.
- Realizar una propuesta para la gestión del recurso hídrico, basándose en una matriz de cumplimiento ISO 14001 y normatividad municipal.
- Establecer un listado de requerimientos para realizar el cálculo de la huella hídrica en la Universidad Icesi.

7 ASPECTOS METODOLÓGICOS

7.1 Matriz de marco lógico

OBJETIVO	ACTIVIDADES	META	INDICADOR
GENERAL: Aportar a la gestión ambiental de la universidad Icesi respecto al recurso hídrico.			
DEL PROYECTO: Identificar oportunidades de reducción de uso del recurso hídrico en la universidad Icesi.		Proyecto terminado Noviembre del 2014	Objetivos específicos cumplidos / Objetivos específicos propuestos

ESPECÍFICO 1: Identificar los procesos de la universidad Icesi que utilizan agua azul.	Reunión con el personal de salud ocupacional para conocer el personal encargado de la gestión del recurso hídrico.	Septiembre 15 del 2014	Se realizo la reunión No se realizo la reunión.
	Recorrido por los pozos de la universidad y toma de fotos.	Septiembre 18 del 2014	Pozos observados / Pozos totales
	Reunión con el personal de SOMA para reunir la información necesaria.	Septiembre 22 del 2014	Se realizó la reunión No se realizó la reunión.
	Identificar e inventariar los procesos involucrados.	Septiembre 24 del 2014	Procesos identificados / Procesos totales
ESPECIFICO 2: Realizar un eco mapa del consumo de agua azul en la universidad.	Reunión con el personal de SOMA para la búsqueda de material necesario.	Septiembre 22 del 2014	Se realizó la reunión No se realizó la reunión.
	Conseguir datos de la población estudiantil en Registro académico.	Septiembre 26 del 2014	Se obtuvo la información No se obtuvo la información
	Obtener registros del consumo de agua.	Septiembre 25 del 2014	Datos obtenidos / Datos necesarios
	Realizar pronósticos de población y consumo.	Septiembre 29 del 2014	Se realizaron los pronósticos. No se realizaron los pronósticos.
	Realizar eco mapa y realizar los	Octubre 6 del 2014	Se realizó el eco mapa

	análisis de datos.		No se realizó el eco mapa.
ESPECÍFICO 3: Realizar una propuesta para la gestión del recurso hídrico, basándose en una matriz de cumplimiento ISO 14001 y normatividad municipal.	Investigar las regulaciones de la ISO 14000 en relación con el agua de consumo y las normas municipales.	Octubre 2 del 2014	Se investigaron las regulaciones. No se investigaron las regulaciones.
	Evaluar las causas de la mala gestión del recurso.	Octubre 12 del 2014	Se evaluaron las causas No se evaluaron las causas
	Realizar propuestas de mejora del plan de ahorro.	Octubre 14 del 2014	Se realizaron las propuestas No se realizaron las propuestas.
ESPECÍFICO 4: Establecer un listado de requerimientos para realizar el cálculo de la huella hídrica en la Universidad Icesi.	Leer proyectos realizados anteriormente del cálculo de la huella hídrica de la universidad Icesi	Octubre 17 del 2014	Se leyeron los proyectos de huella hídrica. No se leyeron los proyectos de huella hídrica.
	Enlistar los procesos sujetos a cálculo.	Octubre 18 del 2014	Se realizó la lista No se realizó la lista

7.2 Técnicas empleadas durante el trabajo

El desarrollo del proyecto será en un principio dedicado a la búsqueda y recolección de datos, ya que se iniciará con el reconocimiento de las áreas en las cuales se consume agua y búsqueda de datos necesarios el desarrollo del plan de ahorro. En la medida que se realiza dicha recolección, se evaluarán las diferentes

causas del problema, haciendo uso de herramientas como el Pareto, el diagrama de Ishikawa, entre otros para llegar a la disminución de este efecto de escases de agua.

Una vez se tengan los datos y se hayan evaluado las causas con el uso de las herramientas mencionadas, pasaremos a la búsqueda de la propuesta de mejora que esperamos sea aplicada en un futuro por la Universidad y genere un impacto positivo en la misma.

8 MARCO DE REFERENCIA

8.1 Antecedentes

8.1.1 Mundial

La elaboración de un producto de consumo implica una utilización de agua mucho mayor a la que nos imaginamos. Lo que comemos en un día, la ropa que usamos, la energía que consumimos y todos los productos con los que estamos en contacto requirieron agua en distintas cantidades para su creación, producción o generación. Por esto, al comercializar productos, también se esto comercializando el agua que implicaron sus procesos productivos. (AgroDer, 2012)

Gustavo Poratti, en su libro “El shock del siglo XXI”, habla de la escasez de agua, y dice que en el 2025 la gran mayoría de los países tenderá a bajar las reservas de agua dulce. También que en el mundo mueren 12 millones de personas al año debido a que no tienen acceso al agua potable. Resalta posteriormente que las zonas más afectadas por la escasez se encontraran en África, Medio Oriente, India, China, México, oeste de EEUU, y algunos sitios de Europa. A su vez, las zonas donde abundara el agua potable serán Islandia, Alaska, Canadá y Sudamérica.

Figura 2: Litros de agua gastado en los productos de consumo.



(AGRODER. Huella hídrica en México en el contexto de Norteamérica. 2012)

Por otro lado dice en “El panorama global de la escasez de agua” que en países como India, China, Bangladesh, Nepal, Laos y Vietnam la mala gestión y la contaminación han causado una reducción del suministro y un empeoramiento de la calidad. Sin embargo, Europa, Canadá y Estados Unidos cuentan con los mejores servicios sanitarios de agua potable, aunque en Europa el problema principal es el de la distribución ya que el 40% del agua transportada se pierde. El 5% de la población mundial vive en Medio Oriente y en el Norte de África, sin embargo disponen de menos del 1% del agua del planeta. El 86% de la que se consume en la región del Asia – Océano Pacífico está destinada a la agricultura, el 8% a la industria y tan solo el 6% al uso doméstico. Mientras que África solo cuenta con el 11% de los recursos mundiales de agua potable. (Fundación de la socialdemocracia de las Américas, A.C.)

En todo el mundo se utiliza cada año un 54% del agua dulce disponible. El hombre requiere entre 50 y 250 litros de agua diariamente para satisfacer sus necesidades de tipo doméstico. En el riego de una hectárea de tierras agrícolas se necesitan, en promedio, 9,5 millones de litros de agua al año, mientras que en la industria para producir un litro de petróleo se necesitan consumir 10 litros de agua; para producir un kilo de papel 100 litros; para una tonelada de cemento 4.500 litros; y para una tonelada de acero, las necesidades son de 20.000 litros. (Fundación de la socialdemocracia de las Américas, A.C.)

Entre las causas más importantes que generan la escasez de agua encontramos la relacionada con el uso indiscriminado, la contaminación, la degradación del medio ambiente y de las reservas hídricas, las sequías, el excesivo crecimiento de la población mundial, una desigual distribución de los recursos, la cual afecta de forma particular a los grupos más vulnerables; así como, de forma indirecta, la ineficiencia en la elaboración y ejecución de políticas públicas en la materia e incluso la inexistencia de las mismas. (Fundación de la socialdemocracia de las Américas, A.C.)

8.1.2 Situación global actual del recurso hídrico:

África: Con 677 grandes lagos y 30.000 m³, es el continente más provisto en el oro azul y millones de personas dependen de este desde el punto de vista social, económico y medioambiental. Sin embargo se puede distinguir el “África de la penuria”, enfrentada a la sequía, y el “África del exceso de agua”, sometida al problema de la polución. En la cuenca ecuatorial, el problema no solo se plantea al representar el río Congo (4.700 km) como el 33% de los recursos de agua en el continente, si no también que no se consigue proporcionar el agua potable a sus habitantes. El problema se plantea de manera aguda en África Oriental y en el Sahel amenazados por la desertificación, las sequías prolongadas, la deforestación, la presión demográfica, la introducción de nuevas especies de

peces y la abusiva extracción de agua para las crecientes industrialización y urbanización y las necesidades de la agricultura. El resultado es la preocupante bajada del volumen de agua de los lagos Victoria, Tanganyika, Naivasha, Nakuru, Chad con desastrosos efectos en el ecosistema de África oriental; mientras que en el Sahel existen preocupantes tendencias a su privatización por las empresas europeas, en particular francesas. Por otro lado existen importantes rivalidades para el control de las aguas de la cuenca del Nilo por Egipto, Sudan, Etiopia, Eritrea, Uganda, Kenia, Tazania, la Republica Democrática del Congo, Ruanda y Burundi. (Alberdi, et al., 2006)

En noticias mundiales (Discovery) publican que bajo el suelo de África se encuentra “muchísimo de este líquido”, pues el continente cuenta con reservorios acuosos subterráneos que son hasta 20 veces mayores que los espacios de agua visibles compuestos por ríos y lagos. (Discovery, 2013) Por lo tanto se puede concluir que este problema se debe en primer lugar, a la mala distribución del recurso hídrico. La siguiente dificultad se relaciona con el dinero para conseguir el agua y el uso sostenible.

India: Es el segundo país más poblado del mundo, con más de mil millones de personas. El agua se ha convertido en un grave problema. El sistema hídrico hindú depende básicamente de los ríos Ganges e Indo. Los hindúes disponen de 2.240 m³ por persona/año, cifra que cada año disminuye debido a dos causas, en primer lugar a su fuerte crecimiento demográfico y en segundo lugar por el desarrollo económico en que está inmerso el país. Puede decirse que India está cerca del llamado estrés hídrico. (Fayanás, 2010)

Casi dos tercio de su población carecen de servicios adecuados por lo que mueren 2.100.000 niños menores de 5 año según la ONU. (Fayanás, 2010)

China: No es una tierra rica en recursos hídricos. China produce más de 3.500.000 toneladas de aguas de desecho al día. Para dar tratamiento a la mitad de dicha cantidad, ellos necesitarían invertir en 10.000 instalaciones de tratamiento. Existen algunas modernas plantas de tratamiento de aguas de desecho y sistemas de saneamiento, pero se requiere mucho más. Por esta razón, la mitad de la población china ingiere agua contaminada que provoca enfermedades. (Academia nacional de ciencias, 2008)

Además de las aguas de desecho sin tratamiento descargadas en estas vías navegables, las industrias de alto crecimiento como la textil, la fabricación de papel, fabricación de productos químicos y farmacéuticos son responsables de una buena parte de esta contaminación. El agua limpia es esencial para la economía agraria de la nación, la cual consume aproximadamente el 75% del total de los recursos hídricos de China. (Academia nacional de ciencias, 2008)

México: La huella hídrica de consumo en México es la octava mayor en el mundo, principalmente debido al tamaño de la población (11° país más poblado). Del total de consumo únicamente el 2.7% es industrial y el 5.3% es doméstico. A nivel nacional, México tiene una huella hídrica de 197.000 Hm³. El 58% de la huella hídrica de consumo es interna. México importa casi la mitad de su comida lo que refleja en la huella hídrica externa de productos agropecuarios. Para productos industriales, el 67% de la huella hídrica es externa. (Academia nacional de ciencias, 2008)

Islandia: Cuando uno quiere beber agua en Islandia sólo hay que abrir el grifo y el agua sale pura, abundante y potable sin ningún tratamiento de cloro u otras aditivos. (AgroDer, 2012)

Sería el último país en sobrevivir a la carencia de agua en el mundo. Su clima con abundante lluvia, los icebergs, lagos y ríos con el agua más pura asegura el abastecimiento continuo. (Gestsson) (Agencias y redacción, 2011)

Alaska: En Alaska sobra el agua dulce. De hecho se está pensando en crear nuevas tecnologías para abastecer a países con escasez hídrica como la India, el medio oriente y algunos países del norte de África. Esto es debido a que Alaska se encuentra rodeada de glaciares. (Servicio de agua y drenaje de Monterrey I. P. D., 2011)

Canadá: Posee cerca del 20% de los recursos totales de agua dulce del planeta. El 69% de las extracciones se usan para la industria y 12% para la agricultura. (Comisión para la cooperación ambiental)

El motivo por el cual este país parece tener riqueza de agua dulce se debe a que el paisaje canadiense está marcado por gran número de depresiones, creadas por el avance y retroceso histórico de los glaciares, que pueden contener agua y formar lagos, y también debido al grado de evaporación y transpiración relativamente bajos en esta región fría del mundo. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012)

La distribución espacial de las aguas superficiales no es equitativa a lo largo del país. El norte y gran parte de las praderas son bastante áridas, pero se encuentran en las costas del sur regiones muy húmedas. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012)

Contexto Global: La crisis mundial del agua es un problema que afecta a los más de siete mil millones de habitantes, que se encuentra en crecimiento constante. La gestión de los recursos hídricos está en dificultades en este siglo veintiuno dada la mala utilización de métodos actuales de abastecimiento, explotación, riego y demás; en su mayoría se trata de un problema de actitud.

El Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo [The World Water Development Report (WWDR)] (World Water Assessment Programme, 2009) muestra cómo una mejor gestión podría solucionar y frenar el proceso de crecimiento en la escasez del agua en el mundo. Sin embargo esta crisis es solo uno de los muchos problemas que enfrenta actualmente la humanidad, “de todas las crisis, ya sean de orden social o relativas a los recursos naturales con las que nos enfrentamos los seres humanos, la crisis del agua es la que se encuentra en el corazón mismo de nuestra supervivencia y la de nuestro planeta”. Entonces, cómo no contribuir al desarrollo de nuevas alternativas de gestión de los recursos hídricos mediante los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera.

8.1.3 Colombia

La viceministra de agua y saneamiento básico, Natalia Trujillo, explicó para la revista Dinero.com cuáles son las acciones que realiza el Gobierno Nacional para enfrentar la crisis de sequía en el país. Lo primero es que la escasez de agua en los municipios de Colombia se da por distintas situaciones, una de ellas es la sequía, comprensiblemente asociada a temas ambientales, en donde el principal problema está en el deterioro de las cuencas de abastecimiento. Por ejemplo ella explica que “en Santa Marta, uno identifica esta problemática, pues los ríos han sufrido deforestaciones y adicionalmente ocupación de las comunidades en las laderas que afecta el flujo del recurso hídrico en la cuenca. Sumado a esto hay una falta de planificación debido a que muchas veces el crecimiento de la ciudad ha sido bastante acelerado y las autoridades locales, quienes son los responsables de asegurar la prestación del servicio, junto con los prestadores, no han reaccionado a tiempo.” (Dinero.com, 2014)

La situación del recurso hídrico en Colombia, en términos generales, no alcanza los niveles críticos que acusa en muchos otros países del mundo. Sin embargo, se evidencian síntomas de alarma en términos de abastecimiento en algunos municipios y áreas urbanas en donde se deben definir políticas para la planificación, manejo y utilización del recurso hídrico para prevenir futuras crisis. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012)

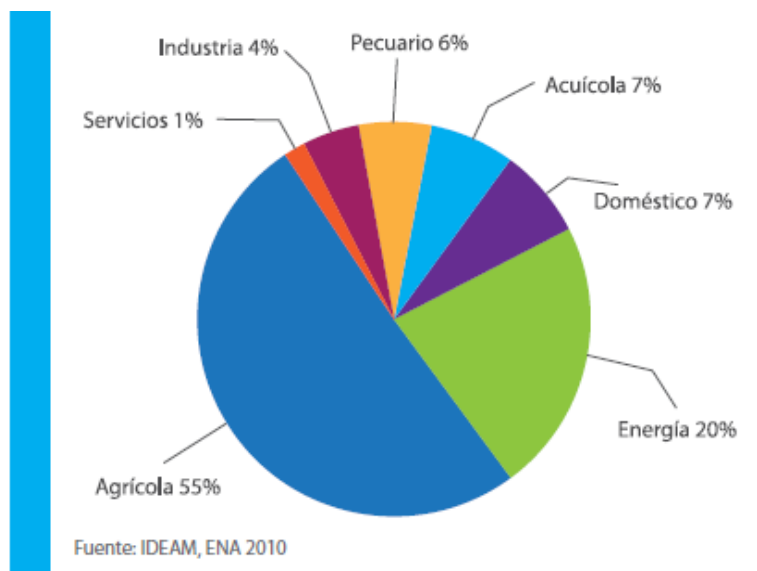
A finales del siglo XX Colombia ocupaba el cuarto lugar en el mundo por disponibilidad per cápita de agua. Actualmente, Colombia ocupa el puesto 24 entre 203 países; es decir, el volumen de agua ha disminuido al igual que su calidad haciendo que la disponibilidad de agua en el país sea inferior. Este lugar aún hace figurar a Colombia como potencia hídrica mundial, muy a pesar de los problemas actuales relacionados con el desabastecimiento de agua y la afectación de fuentes hídricas naturales. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012)

Cada colombiano dispone de 40.000 m³ de agua al año, pero de no adoptar medidas para su conservación, esta situación generaría a futuro una situación indeseable en el marco del desarrollo sostenible de Colombia. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012)

En Colombia, la inadecuada planificación del uso y ocupación de los suelos ha contribuido al deterioro de las cuencas y, por ende, a la cantidad y calidad de la oferta hídrica. Por ello, acueductos de 140 municipios de 16 departamentos presentan vulnerabilidad por disponibilidad de agua debido a que, en muchos casos, las fuentes de suministro actuales corresponden a quebradas, cuyas aguas se han vuelto estacionales por la degradación de las cuencas. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2012)

En la Figura 3 se presenta el panorama sobre la distribución del consumo de agua por sector en el país.

Figura 3: Panorama sobre la distribución del consumo de agua por sector en Colombia.



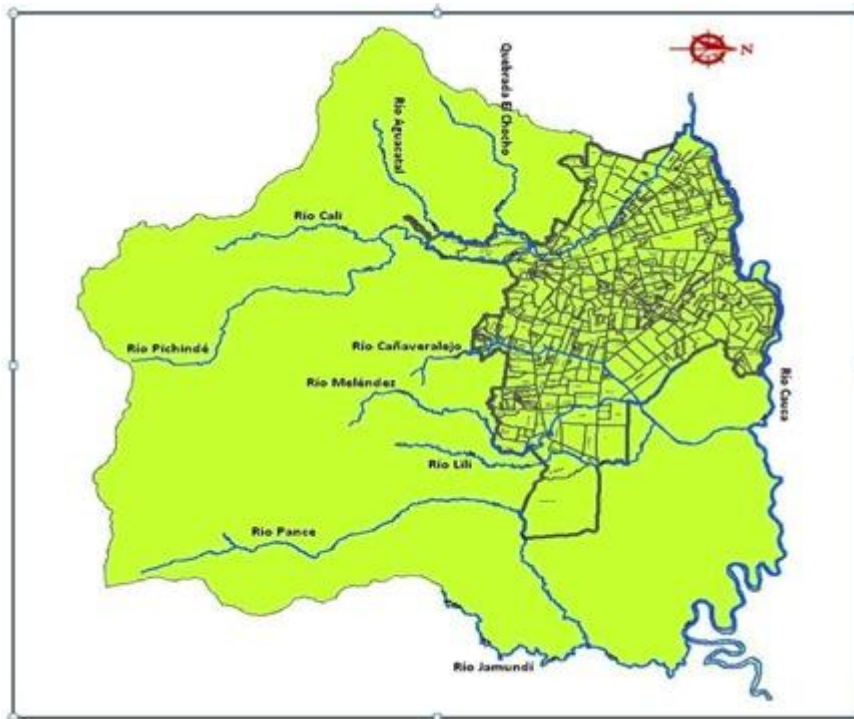
(FORO CONSULTIVO Y TECNOLÓGICO AC. Diagnóstico del agua en las Américas. 2012)

El patrimonio hídrico de Cali está representado por los ríos: (Camara de Comercio de Cali, 2013)

- Cali: Atraviesa el norte de la ciudad por las comunas 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

- Aguacatal: Entrega sus aguas al río Cali en el sector conocido como Entre Ríos a la altura de la Avenida Colombia en la Comuna 1.
- Meléndez, Lili y Cañaveralejo: se localizan al sur de la ciudad en las comunas 17, 18 y 22, entregando sus aguas al Canal CVC Sur para desembocar al río Cauca.
- Pance: Bordea parte de los límites de la comuna 22 y de él se derivan las acequias que atraviesan dicha comuna.
- Cauca: Nace en el macizo colombiano y avanza su caudal por el margen oriental de la Cali.

Figura 4: Mapa de los ríos de la ciudad de Cali.



(DAGMA)

La ciudad de Cali, como se ilustra en la Figura 4, es una ciudad “bendecida” al contar en su geografía con siete ríos. (López Noguera, 2012) Debido a la falta de cultura ambiental esta riqueza se encuentra amenazada y requiere acciones urgentes, que comprometen tanto a las autoridades ambientales como a la comunidad en general. (Camara de Comercio de Cali, 2013)

El informe realizado por la Personería revela que “el origen a la problemática del racionamiento constante de agua en la ciudad y la deficiente prestación del servicio en algunas zonas de la ciudad es a causa del deterioro que sufren los siete ríos de la ciudad, a raíz de factores como: deforestación, erosión, pérdida de la cobertura vegetal, práctica inadecuada de agricultura, minería, ganadería, captaciones ilegales sin control, vertimientos de aguas residuales y residuos sólidos por la intervención humana y urbanización en el área de protección de los ríos.” (Personería municipal de Santiago de Cali, 2013)

8.1.4 Comuna 22

Donde está situada la universidad Icesi. Está asentada en un área de cuencas de ríos como lo son Meléndez, Lili y Pance. Los caudales de los ríos tienden a bajar debido al elevado nivel de apropiación de sus aguas para abastecimiento de acueductos, la deforestación de la zona, explotación de carbón y crecimiento poblacional. (Alcaldía de Santiago de Cali; DAGMA; CVC; Fundación Ser Social, 2009) Dentro de la investigación en la comuna, se cuenta con una serie de proyectos y propuestas realizadas por estudiantes y profesores de la Universidad Icesi, las cuales giran en torno al desarrollo de una herramienta que cuantifique tanto la huella hídrica en la universidad como la ecológica, teniendo como intención la reducción del impacto ambiental de la institución.

8.1.5 Universidad Icesi

En el primer proyecto titulado Huella del recurso hídrico en la U. Icesi realizado en el año 2009 por los estudiantes Luis Fernando González y Oscar David Sarria se encontró una investigación acerca de los tipos de agua que se encuentran administradas por la universidad. La primera es de consumo y esta se divide internamente en agua potable suministrada en los baños, fuentes hidrantes, cafeterías y aires acondicionados, y agua para riego que es obtenida de la quebrada Guali. El segundo tipo son aguas grises. (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009)

Por último se tienen como antecedente una propuesta realizada en el 2009 por la profesora de la Universidad Icesi Sory Carola Torres en compañía del profesor Andrés López, la cual tiene como objetivo principal elaborar un modelo para el cálculo de la huella ecológica en instituciones educativas superiores. Caso: universidad ICESI.

Esta propuesta dice que “pensar definir un modelo para definir la huella ecológica en instituciones educativas superiores, ayudaría a interpretar el impacto de diferentes índices generados por este sector a nivel nacional; teniendo en cuenta

que la huella es un integrador del impacto que ejerce una cierta comunidad humana, país, región o ciudad sobre su entorno, en este caso sería la universidad ICESI, sobre la comuna 22 y el municipio de Santiago de Cali.”

8.2 Marco legal

8.2.1 Decreto 1575 del 9 de junio del 200

Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con el objetivo de establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. (Alcaldía de Bogotá, 2007)

En los artículos se reflejan las diferentes definiciones que deben adoptarse para la aplicación del decreto, las características del agua para consumo humano, los responsables y sus responsabilidades. Posteriormente se tienen en cuenta los aspectos relacionados con la calidad del agua, que incluye los instrumentos necesarios y el control que garantiza la calidad.

El decreto 1575 se rige por la resolución **número 2115 del 22 de Junio del 2007** por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano (Ministerio de la protección social, 2007). Este especifica las características físicas aceptables del agua, las químicas relacionadas con los elementos o compuestos que tienen efectos adversos, implicaciones o consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana, con sustancias usadas como plaguicidas o en la potabilización. También señala técnicas para realizar análisis microbiológicos y las características microbiológicas, los instrumentos básicos para garantizar la calidad y la clasificación del riesgo, y los procesos básicos de la vigilancia de la calidad del agua.

Tabla 1: Normas de calidad físicas del agua para consumo humano.

Caraterísticas físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

(ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Alcaldía de Bogotá: Bogotá humana. 2007)

Tabla 2: Normas de calidad químicas del agua para consumo humano.

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO ₃	200
Cloruros	CL ⁻	250
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5

(ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Alcaldía de Bogotá: Bogotá humana. 2007)

Tabla 3: Normas de calidad químicas del agua para consumo humano.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Aluminio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cuaniro libre y disociable	CN ⁻	0,05
Cobre	Cu	1
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

(ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Alcaldía de Bogotá: Bogotá humana. 2007)

Tabla 4: Normas de calidad químicas del agua para consumo humano.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Organico Total	COT	5
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Fluoruros	F ⁻	1

(ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Alcaldía de Bogotá: Bogotá humana. 2007)

Tabla 5: Normas de calidad microbiológicas del agua para consumo humano

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia - Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

(ALCALDÍA DE BOGOTÁ. Alcaldía de Bogotá: Bogotá humana. 2007)

También la rige la resolución **número 0811 del 8 de marzo del** por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución (Ministerio de la protección social, 2008). En dicha resolución se expresan los criterios para puntos de recolección de muestras y el número mínimo de muestreo en red de distribución, los datos para la identificación del punto de muestreo, la materialización de los mismos y como realizar recolección de muestras de vigilancia.

8.2.2 ISO 14001

La familia **ISO 14000** direcciona varios aspectos de la gestión del medio ambiente. Provee herramientas prácticas para organizaciones y compañías que buscan controlar e identificar el impacto ambiental y mejorando constantemente su desempeño medioambiental. ISO 14001:2004 e ISO 14004:2004 se enfocan en el

sistema de la gestión medioambiental. Los otros estándares se enfocan en aspectos específicos del medio ambiente. (ISO, 2004)

El presente proyecto se enfocara únicamente en las regulaciones del manejo de agua de consumo. Se tendrá en cuenta para el desarrollo del plan de ahorro y la futura implementación de la norma.

8.3 Marco teórico

8.3.1 Ciclo Hidrológico:

Junto con la radiación solar constituye el soporte básico para que se origine la producción biológica primaria. Es fundamental para la asimilación del carbono, también es responsable de las condiciones favorables y moderadas de la temperatura. El ciclo hidrológico se define como: *“Sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la atmosfera a la tierra y volver a la atmosfera: evaporación del suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masa de agua y evaporación.”* (Pérez)

Como se ilustra en la figura 5.

Figura 5: Ilustración del ciclo hidrológico.



(PÉREZ, Guillermo. Ciclo hidrológico(o del agua). www.ciclohidrologico.com)

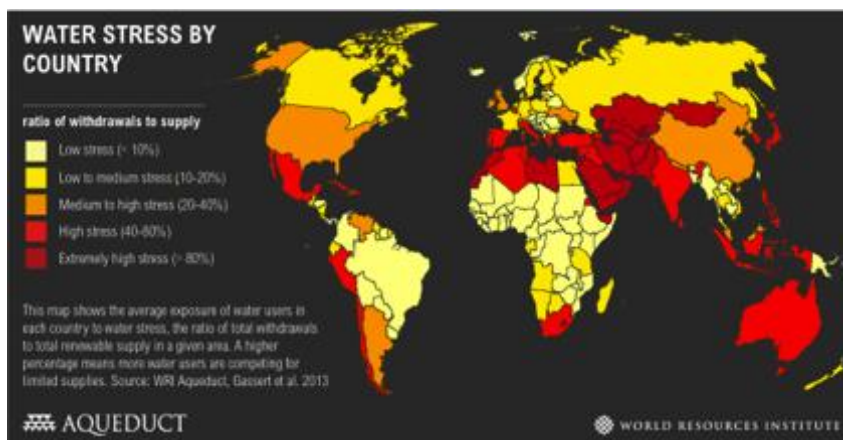
Debido a que el presente proyecto está relacionado con el recurso hídrico, se inicia con el ciclo hídrico, para tener en cuenta las diferentes etapas del agua mediante las cuales llega de la tierra a la atmosfera.

8.3.2 Estrés Hídrico:

Fenómeno que provoca un deterioro de los recursos de agua dulce en términos de cantidad y de calidad. Sucede cuando la demanda de agua es más grande que la cantidad disponible durante un periodo determinado de tiempo o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad. (Ecología Verde, 2008)

Habitualmente, los hidrólogos miden la escasez de agua a través de la relación agua/población. Una zona experimentará estrés hídrico cuando su suministro anual de agua caiga por debajo de los 1.700 m³ por persona. Cuando ese mismo suministro anual cae por debajo de los 1.000 m³ por persona, entonces se habla de escasez de agua. Y de escasez absoluta de agua cuando la tasa es menor a 500 m³. (ONU, 2005)

Figura 6: Estrés hídrico por países en el mundo.



(Los 60 países con mayor estrés hídrico en el mundo. www.hidroing.com)

En muchos lugares del mundo se está enfrentando al estrés hídrico debido a la escasez del recurso que se está presentando actualmente. Por esta razón, también, es importante la implementación de planes de ahorro como el que se desarrollara en el proyecto.

8.3.3 Clasificación del agua:

Para la medida de la huella hídrica, el agua que se utiliza a diario se clasifica en tres colores:

Agua Azul: Se denomina así a la que se encuentra en los cuerpos de agua superficial (ríos, lagos, esteros, etc.) y subterráneos. La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea de determinada cuenca, entendiendo consumo como extracción. Es decir, si el agua utilizada regresa intacta al mismo lugar del que se tomó dentro de un tiempo breve no se toma como Huella Hídrica. (Gómez Ramsey, 2012)

Agua Verde: Es el agua de lluvia almacenada en el suelo como humedad, siempre y cuando no se convierta en escorrentía. Igualmente, la huella hídrica verde se concentra en el uso de agua de lluvia, específicamente en el flujo de la evapotranspiración del suelo que se utiliza en agricultura y producción forestal. (Gómez Ramsey, 2012)

Agua Gris: Es toda el agua contaminada por un proceso. Sin embargo, la huella hídrica gris no es un indicador de la cantidad de agua contaminada, sino de la cantidad de agua dulce necesaria para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales conocidas de estos y los estándares locales de calidad del agua vigentes. (Gómez Ramsey, 2012)

Para el desarrollo del presente proyecto es vital diferenciar entre las clasificaciones que se le da al agua en cuanto al cálculo de la huella ya que se desarrollará un plan de ahorro de agua teniendo en cuenta los diferentes usos que se le da en la Universidad Icesi a cada uno de estos “tipos” de agua, haciendo énfasis en el agua azul.

8.3.4 Características físico-químicas del agua de consumo:

Para medir la calidad del agua para consumo humano se tiene en cuenta características físicas, químicas y microbiológicas. En cuanto a las características físicas del agua están la turbiedad, el color, el sabor, el olor y la temperatura. Las químicas son el potencial hidrógeno (pH), acidez, alcalinidad, dureza, detergentes, aceites y grasas, fenoles, hierro y magnesio, cloruros, sulfatos, zinc, cobre, nitratos, fluoruros, sustancias tóxicas y pesticidas. Finalmente los microorganismos se clasifican en plantas, animales, protistas superiores (algas, hongos, protozoos), protistas inferiores (algas verde azuladas, bacterias) y virus. (Aguas Sanitarias Ltda, 2009)

Algunas de las características son:

- Los organismos internacionales establecen que las aguas superficiales de abastecimiento deben tener no más de una unidad Nefelométrica de Turbiedad (UNT). (González H, Martín D, & Figueroa)
- La Organización Mundial de la salud (OMS) recomienda para las aguas de bebida 15 unidades de color verdadero TCU. (González H, Martín D, & Figueroa)
- La EPA y la OMS establecen que las fuentes de abastecimiento de agua deben estar exentas de olor y sabor. (González H, Martín D, & Figueroa)
- Por lo general la aguas naturales (no contaminadas) tienen un pH entre 5 y 9. (González H, Martín D, & Figueroa)
- Concentraciones menores de 0,5 miligramos de detergente por litro no afectan los procesos de tratamiento del agua ni la salud. (González H, Martín D, & Figueroa)

*Las características específicas de la calidad del agua para consumo en Colombia están detalladas en la resolución 2115 de 2007. (En marco legal)

8.3.5 Plan de ahorro:

Ejercicio de planificación estratégica de la gestión hidrológica desarrollado fundamentalmente desde el lado de la demanda y no con el enfoque hidrológico tradicional de la oferta. El objetivo genérico de un Plan Integral de Ahorro de Agua es el de asegurar a medio y a largo plazo el abastecimiento de agua de acuerdo con las siguientes condiciones: (ECODES, 2012)

- Minimizar la extracción de recursos naturales de agua.
- Satisfacer las diversas necesidades de servicios hidráulicos.
- Ajustar la calidad del agua a las exigencias de cada uso.
- Elevar los niveles de garantía del suministro a través del aumento de la eficiencia en la distribución y la utilización y no del aumento de dotaciones.
- Distribuir equitativamente los costes del sistema entre los abonados.

Mantener el equilibrio económico y financiero de las entidades abastecedoras.

8.3.6 Huella ecológica:

El análisis de la Huella Ecológica es una herramienta contable que nos permite estimar los requerimientos en términos de recursos y asimilación de desechos de unan determinada población o economía, expresados en áreas de tierras productivas. Este análisis se desarrolla con el fin de conocer si la productividad de la naturaleza será la adecuada para satisfacer las expectativas materiales crecientes de una población mundial en aumento.

La Huella ecológica es el área eco sistémica total esencialmente necesaria para supervivencia de una población, incluye todos los duelos requeridos por la población estudiada. Esta también representa la “capacidad de carga apropiada” total de una población. Es decir, la Huella Ecológica revela la continua dependencia material de los seres humanos con respecto a la naturaleza. (Wackernagel & Rees, 1996)

“La Huella Ecológica de cualquier población puede ser usada para medir su consumo actual y proyectado, comparándolo con la disponibilidad de la oferta ecológica y así identificar los probables desfases entre ambos”

En cuanto al contexto global, cada una de las personas en el mundo impone una huella desmesuradamente grande que llevara a que el planeta no sea sostenible. Por lo tanto, debemos “vivir de acuerdo a los medios de la naturaleza”.

La información anterior es importante para el desarrollo del presente proyecto de grado ya que para el desarrollo de un plan de ahorro se tendrá presente la huella que genera la universidad en relación con el agua, ya que la futura implementación de dicho plan podría contribuir en la reducción de la huella hídrica que a su vez compone la huella ecológica.

La Huella Ecológica esta divida en distintas categorías. En la mayoría de los estudios realizados se emplean las seis siguientes: (Wackernagel & Rees, 1996)

Cultivos: Aquella superficie en la que los humanos desarrollan actividades agrícolas, suministrando productos como alimentos, fibra, aceites, etc.

Pastos: Área dedicada a pastos, de donde se obtienen determinados productos animales como carne, leche, cuero y lana.

Bosques: La superficie ocupada por bosques, de donde se obtiene principalmente productos derivados de la madera, empleados en la producción de bienes, o también combustibles como la leña.

Mar: La superficie marítima biológicamente productiva aprovechada por los humanos para obtener pescados o mariscos.

Superficie construida: Área ocupada por edificios, embalses..., por lo que no es biológicamente productiva.

Energía: El área de bosques necesaria para absorber las emisiones de CO₂ procedentes de la quema de combustibles fósiles.

8.3.7 Huella hídrica:

Es un indicador que mide el volumen de agua dulce utilizado para toda una cadena productiva en la cual se debe tomar en cuenta el tiempo y espacio.

La ONG Water footprint fue la encargada de difundir el mensaje y la propuesta de una vida más amigable con el recurso hídrico, ellos en su página web cuentan con toda la información necesaria para calcular y enseñar a todas las personas como ser una comunidad sostenible.

El agua pura es un recurso escaso; la disponibilidad anual está limitada y la demanda está en constante crecimiento. La huella hídrica de la humanidad ha excedido los niveles en muchos lugares y la distribución no es equitativa. Hay muchos lugares en el mundo donde hay una seria reducción del recurso o la contaminación es relevante. La huella hídrica hace referencia a los volúmenes de agua consumida y contaminada que está involucrada en cada quehacer diría. (Water Footprint Network, 2014)

Figura 7: Formato de cálculo de la huella hídrica.

(WATER FOOTPRINT NETWORK. Water footprint. 2014. <http://www.waterfootprint.org>)

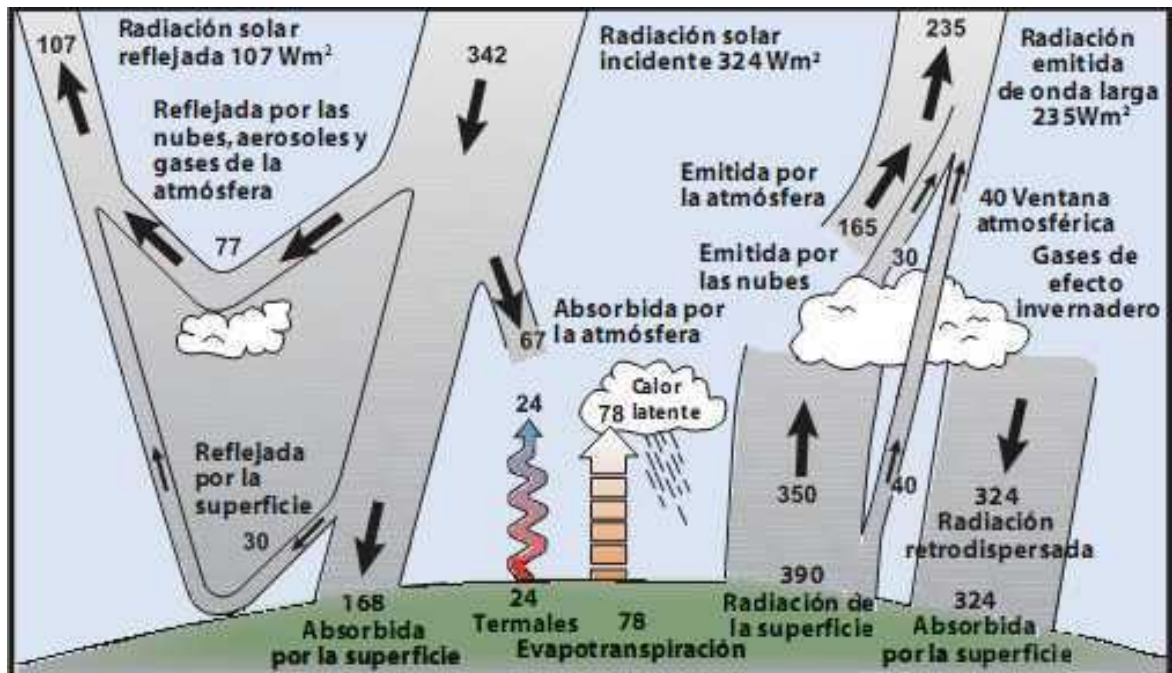
Según la ONG “el fundamento para el concepto de huella hídrica y la metodología ha sido establecido por el profesor Arjen Hoekstra en la UNESCO - HE y desarrollado en la Universidad de Twente, Países Bajos. El concepto y los métodos se han establecido firmemente en la literatura científica. Por hoy, cientos de instituciones aplican activamente la metodología de evaluación de la huella de agua y contribuyen a desarrollar aún más. El interés se centra en preguntas como: ¿Cómo implementar la contabilidad de la huella hídrica adecuada en el contexto de mi país u organización? ¿Cómo identificar los puntos donde las huellas del agua tienen el mayor impacto? ¿Cómo reducir y posiblemente compensar esos impactos?”, preguntas como estas es las que necesitamos resolver en la investigación.

8.3.8 Calentamiento global y derretimiento de los polos:

Según el autor del libro “Calentamiento global, al borde del límite” José Larios Martón, el calentamiento del sistema climático es inequívoco, como se desprende ya del aumento observado del promedio mundial de temperatura del aire y del

océano, de la fusión generalizada de nieves y hielos, y del aumento del promedio mundial del nivel del mar. (Larios Martón, 2007)

Figura 8: Calentamiento global.



(LARIOS MARTÓN, José. Calentamiento global frente al cambio climático. 2007. <http://calentamientoglobalclima.org>)

Para el IPCC, el término “cambio climático” denota un cambio en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante análisis estadísticos) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana. (Larios Martón, 2007)

La mayor parte del aumento observado del promedio mundial de temperatura desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de GEI antropógenos. (Larios Martón, 2007)

Este significado difiere del utilizado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), que describe el cambio climático como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que viene a sumarse a la variabilidad climática natural observada en períodos de tiempo comparables. (Larios Martón, 2007)

8.3.9 Eco mapas

Esta herramienta se utiliza en el desarrollo del objetivo número dos y será sujeta a análisis debido a la importancia para la universidad de lograr implementar una ISO 14001.

“Un eco mapa es una herramienta que ayuda con el manejo de la variable ambiental en el diseño e implementación de sistemas de gestión para definir el estado ambiental y económico de un producto o proceso. Estas herramientas permiten identificar de manera simple los puntos críticos en una empresa o sector productivo. El eco mapa es una herramienta sencilla de fácil aplicación que permite realizar un inventario rápido de prácticas y problemas de múltiples variables mediante el uso de figuras. En los eco mapas se identifica las entradas y salidas, los peligros potenciales, y si existe un problema particular se puede elaborar un mapa específico para el desarrollo del problema. (Blog: Produccion más limpia, 2010)

La mejor manera para una producción más limpia, no solo se logra con la aplicación del eco mapa, sino con la asociación de todas las herramientas que, aplicadas al tiempo, benefician a una producción más limpia, e identifican alternativas preventivas que llevan a obtener beneficios económicos para la empresa y el medio ambiente. Las alternativas generadas por las herramientas de producción más limpia, van a ser congruentes con los principios del desarrollo sostenible en la medida que se reducen los impactos medio ambientales y al mismo tiempo las ineficiencias que producen estos impactos. “

8.4 Aporte critico

El objetivo del proyecto radica en el interés por parte de la Universidad en desarrollar este tipo de investigaciones y aportar a reducir efectos negativos al medio ambiente.

La universidad Icesi cuenta con una política de medio ambiente en la que “...se compromete a tomar y mantener actualizadas, medidas dirigidas a la protección del medio ambiente en términos de prevención, control y/o mitigación de los impactos ambientales, que se causan como consecuencia del quehacer propio de la institución.” (Universidad Icesi) Esto demuestra que es para la universidad de gran importancia la implementación del proyecto “Propuesta de plan de gestión del recurso hídrico para la Universidad Icesi” ya que hace parte del cumplimiento de uno de sus compromisos.

Por otra parte, cuenta también con una política de investigación ya que la generación de nuevos conocimiento es su principal propósito como institución

dedicada a la educación superior, dicha política nace también con el fin de contribuir a diferentes campos entre ellos la protección al medio ambiente.

9 ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

9.1 Recursos disponibles

9.1.1 Equipo de trabajo:

- Diana Quintana Chaparro, estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad ICESI. Es investigadora directa del proyecto y es responsable de la investigación, del levantamiento de información, del trabajo de campo y de la documentación del proyecto.
- Angélica Vergara Márquez, estudiante de Ingeniería Industrial Diseño Industrial de la Universidad ICESI. Es investigadora directa del proyecto y es responsable de la investigación, del levantamiento de información, del trabajo de campo y de la documentación del proyecto.
- Sory Carola Torres, especialista en Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente y profesora de tiempo completo en la Universidad ICESI. Es tutora temática del proyecto de grado 1, encargada de guiar a los investigadores en la estructuración del mismo y de hacer las recomendaciones pertinentes.
- Jairo Guerrero Bueno, Ingeniero Industrial graduado de la Universidad Javeriana. Tutor metodológico del proyecto y encargado de realizar las correcciones pertinentes de la estructura del mismo.
- Beatriz Eugenia Sierra, Bióloga con especialización en gerencia de medio ambiente. Es tutora temática del proyecto de grado 2, encargada de guiar a los investigadores en la estructuración del mismo y de hacer las recomendaciones pertinentes.

9.1.2 Económicos

Este recurso no fue utilizado debido a que toda la investigación fue realizada en la planta física de la Universidad Icesi y no fue necesario traslados ni gastos de investigación.

9.1.3 Tecnológicos

En cuanto a recursos utilizados durante la investigación, se hizo uso principalmente de los siguientes:

- Internet, consultas bibliográficas relacionadas al proyecto y herramientas de cálculo de huellas tanto ecológica como hídrica.
- Computadores, Microsoft Office.
- Biblioteca de la universidad ICESI, consultas bibliográficas y de proyectos de grado.

9.2 Cronograma

<i>Id.</i>	<i>Nombre de tarea</i>	<i>Comienzo</i>	<i>Fin</i>	<i>Duración</i>
1	Reunión 1 con personal de SOMA	15/09/2014	15/09/2014	1d
2	Recorrido por los pozos de la Universidad	18/09/2014	18/09/2014	1d
3	Reunión 2 con personal de SOMA	22/09/2014	22/09/2014	1d
4	Identificar e inventariar procesos involucrados	24/09/2014	25/09/2014	2d
5	Obtener registros del consumo de agua	25/09/2014	25/09/2014	1d
6	Conseguir datos de población estudiantil	26/09/2014	26/09/2014	1d
7	Realizar pronósticos de población y consumo	29/09/2014	29/09/2014	1d
8	Investigar las regulaciones de la ISO 14000 las normas municipales.	02/10/2014	03/10/2014	2d
9	Realizar eco mapa y el análisis de los datos	06/10/2014	07/10/2014	2d
10	Evaluar las causas de la mala gestión del recurso.	13/10/2014	13/10/2014	1d
11	Realizar propuestas de mejora del plan de ahorro.	14/10/2014	14/10/2014	1d
12	Leer proyectos realizados anteriormente del cálculo de la huella hídrica de la universidad Icesi	17/10/2014	20/10/2014	2d
13	Enlistar los procesos sujetos a cálculo.	20/10/2014	20/10/2014	1d

*Diagrama de Gantt se adjunta en un archivo de Visio

10 DESARROLLO

10.1 Metodología del proyecto

La metodología utilizada fue histórica y descriptiva. Este tipo de investigación trata de la experiencia pasada, describe lo que era y representa una búsqueda crítica de la verdad que sustenta los acontecimientos pasados. El investigador depende de fuentes primarias y secundarias las cuales proveen la información y a las cuáles el investigador deberá examinar cuidadosamente con el fin de determinar su confiabilidad por medio de una crítica interna y externa. En el primer caso verifica la autenticidad de un documento o vestigio y en el segundo, determina el

significado y la validez de los datos que contiene el documento que se considera auténtico. (*Contenido metodología del diseño e investigación, Doris Arnot James*)

La investigación descriptiva, según se mencionó, trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudios: Encuestas, Casos, Exploratorios, Causales, De Desarrollo, Predictivos, De Conjuntos, De Correlación. (*Contenido metodología del diseño e investigación, Doris Arnot James*)

La investigación es basada en datos históricos, documentos pertinentes del tema y un recorrido con el fin de observar el estado de cada uno de los aljibes con los que cuenta la universidad, teniendo en cuenta la cantidad de agua, el estado físico y su respectivo medidor.

La investigación fue alimentada principalmente de documentos brindados por el departamento de Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SOMA) de la Universidad Icesi. Esta información fue analizada y utilizada para identificar los procesos de la universidad que utilizan agua azul.

10.2 Objetivo 1

Identificar los procesos de la universidad Icesi que utilizan agua azul.

10.2.1 Metodología

1. Se realizó el recorrido por los aljibes de la universidad con el fin de conocer la localidad y el estado de cada uno de estos. También se tomó información de la velocidad de cada una de las bombas. Y se realizó registro fotográfico.
2. En reunión con el personal de SOMA de la Universidad Icesi, se obtuvo la información del proceso de potabilización del agua tomada de los aljibes.
3. Se identificaron los procesos y actividades que utilizan agua potable teniendo en cuenta los inventarios de los baños.

10.2.2 Resultados

Según la información recolectada y el recorrido realizado por la Universidad Icesi se encontró que cuenta con 8 pozos de agua de los cuales 3 no son utilizados, dichos aljibes están ubicados en el edificio F, Casa Roche y Taller de Diseño.

En cuanto a los restantes se tiene que la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC dispuso lo siguiente:

Tabla 6: Extracción de agua de los aljibes permitida por semana.

AGUAS SUBTERRÁNEAS	HORAS SEMANALES DE EXTRACCIÓN		LITROS/SEG
Galería filtrante	VC 11700	14 HORAS	3,40
Jean Piaget	VC 1258	14 HORAS	1,60
CIDEIM	VC 1257	14 HORAS	1,40

(SOMA Universidad Icesi.)

Los otros 2 pozos restantes, no poseen información acerca de su extracción semanal de agua.

Las Figuras 9, 10 y 11 fueron tomadas en el trabajo de campo realizado y son una ilustración clara de cómo son los aljibes de donde se extrae agua cruda en la Universidad Icesi. Agua cruda según **DECRETO nacional 475 DE 1998** es aquella que no ha sido sometida a proceso de tratamiento.

En las Figuras 9, 10 y 11 se evidencian los aljibes ubicados en la casa roche y el taller de diseño.

Figura 9: Fotos de salida de campo a pozos abierto de la universidad Icesi.



(SOMA UNIVERSIDAD ICESI)

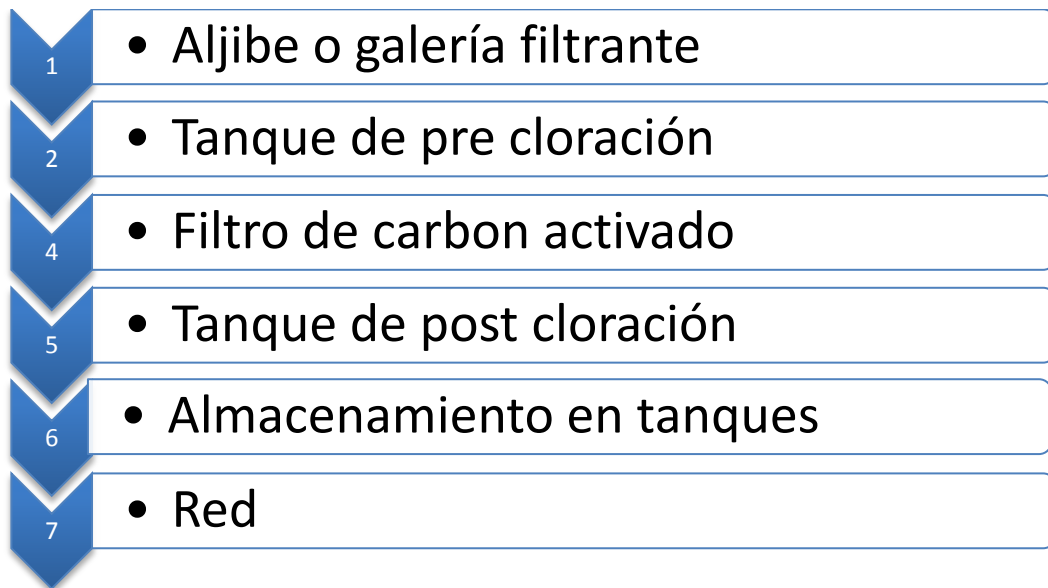
Figura 10: Fotos de salida de campo a pozos de la universidad Icesi.



(SOMA UNIVERSIDAD ICESI)

En cuanto al proceso que hace el agua de estos pozos para ser consumida finalmente, se tiene el diagrama ilustrado en la Figura 11.

Figura 11: Diagrama de proceso de potabilización del agua.



(Realizado por las autoras)

Pre-cloración, Se aplica una dosis de cloro en el agua cruda, con el propósito de eliminar las bacterias y virus que vienen en el agua cruda para que haya un mejor desempeño en los otros procesos. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa)

El carbono activado es un material que se usa para filtrar químicos del suelo y el agua contaminados. A medida que el agua fluye a través de un filtro de carbón activado, los químicos absorben o se adhieren a la superficie y dentro de los poros de los gránulos. (Environmental Protection Agency EPA, 2003)

Post cloración, se realiza antes que el agua llegue a la cisterna, es un proceso que asegura la no presencia de bacterias y virus en el agua distribuida. Se realiza de la misma manera que la pre-cloración, se inyecta cloro en solución al agua tratada. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa)

Por otro lado, en cuanto a los procesos de la universidad que utilizan agua azul proveniente del proceso de potabilización expresado anteriormente, se tiene que esta agua principalmente es utilizada para:

- Sanitarios
- Duchas

- Lavamanos
- Orinales
- Cocinetas
- Cafeterías
- Taller de Diseño
- Fuentes hidrantes (Dispensadores de las zonas deportivas)
- Lavado de autos
- Laboratorios
- Equipo de emergencia
- Bioterio

Este proceso será especificado a continuación en el siguiente diagrama:

- Sanitario

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Desechos orgánicos de la población universitaria.</p>	<p>Residuos sólidos.</p> <p>Vertimientos con productos de limpieza.</p> <p>Aguas negras.</p> <p>Al alcantarillado</p>

- Duchas

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Baño de los estudiantes después de actividades lúdicas.</p>	<p>Aguas grises.</p> <p>Al alcantarillado</p>

- Lavamanos

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Limpieza de las manos de la población en la universidad.</p>	<p>Aguas grises.</p> <p>Al alcantarillado</p>

- Orinales

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Desechos orgánicos de la población universitaria</p>	<p>Residuos orgánicos.</p> <p>Aguas negras</p> <p>Al alcantarillado</p>

- Cocinas

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Limpieza de utensilios de cocina.</p>	<p>Grasas, Residuos sólidos de comida.</p> <p>Aguas negras.</p> <p>Trampas de grasa.</p>

- Cafeterías

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Preparación de alimentos.</p> <p>Limpieza de utensilios de cocina.</p>	<p>Grasa, Residuos sólidos de comida</p> <p>Aguas negras.</p> <p>Trampas de grasa.</p>

- Taller de Diseño

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Limpieza de materiales</p>	<p>Aguas negras</p> <p>Planta de tratamiento y trampas de grasa.</p>

- Fuentes hidrantes (Dispensadores de las zonas deportivas)

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Hidratación de población dentro de la universidad.</p>	<p>Aguas grises</p> <p>Al alcantarillado</p>

- Lavado de autos

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Limpieza de autos</p>	<p>Desechos y aceite de los carros.</p> <p>A la calle absorbido por la tierra y de nuevo a los aljibes.</p>

- Laboratorios

ENTRADAS		SALIDAS
<p>Agua potable.</p> <p>Proceso de potabilización de agua de los aljibes.</p>	<p>Limpieza de utensilios y del lugar.</p> <p>Uso durante experimentos.</p>	<p>Químicos</p> <p>Grasas</p> <p>Aguas negras</p> <p>Planta de tratamiento y trampas de grasa.</p>

- Equipo de emergencias

ENTRADAS		SALIDAS
Agua potable. Proceso de potabilización de agua de los aljibes.	Emergencia en caso de ser necesario.	Químicos Aguas negras Al alcantarillado.

- Bioterio

ENTRADAS		SALIDAS
Agua potable. Proceso de potabilización de agua de los aljibes.	Procesos de investigación. Limpieza de utensilios.	Químicos Grasas Residuos orgánicos Aguas negras Al alcantarillado.

10.3 Objetivo 2

Realizar eco mapas del consumo de agua azul en la universidad.

10.3.1 Metodología

1. Se realizó reunión con el personal de SOMA con el fin de obtener los datos del consumo mensual según los registros del contador general.
2. Con la colaboración de Registro Académico de la universidad Icesi se consiguió el número de estudiantes matriculados desde el primer semestre del 2011.

3. A partir de los datos históricos del número de estudiantes matriculados en la universidad, se realizó un pronóstico con el fin de tener un número aproximado de estudiante en los próximos 5 años.
4. Con los datos obtenidos anteriormente, se calculó un aproximado del consumo per cápita con el cual, teniendo en cuenta el pronóstico de la población estudiantil, se predijo el consumo de agua para los próximos 5 años.
5. Se realizo un eco mapa en el cual se evidencia el macro proceso del agua azul en la Universidad Icesi.

10.3.2 Resultados

Con la información suministrada por el SOMA se quiere llegar a una estimación de el promedio mensual de consumo de agua y poderlo confrontar con un pronóstico poblacional a 5 años. Para lo anterior fue facilitado los registros del contador de agua general que se encuentra ubicado en la torre de la Universidad Icesi, estos datos han sido registrados desde Noviembre del 2013 a Septiembre del 2014. Los resultados son los siguientes:

Tabla 7: Consumo de agua mensual en la universidad Icesi.

MES	CONSUMO (m ³)
NOVIEMBRE	4044
DICIEMBRE	2904
ENERO	3856
FEBRERO	4149
MARZO	4632
ABRIL	4186
MAYO	4127
JUNIO	3163
JULIO	5259
AGOSTO	4045
SEPTIEMBRE*	3888

*El mes de Septiembre hasta el 25, ya que este día se obtuvieron los datos.

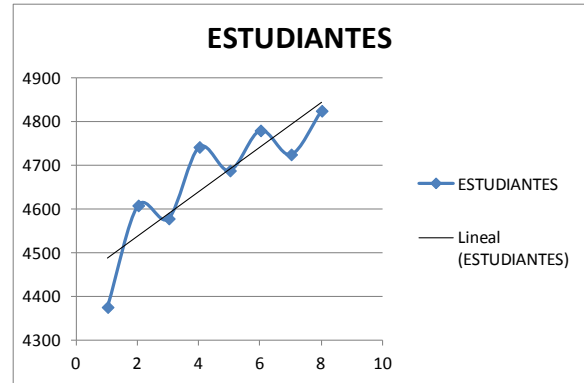
(UNIVERSIDAD ICESI. registros de lectura – medidor consumo de agua potable de la Universidad Icesi (ANEXO 1))

Tabla 8: Datos históricos de estudiantes matriculados en la Universidad Icesi

SEMESTRE	ESTUDIANTES
2011-1	4376
2011-2	4609
2012-1	4579
2012-2	4743
2013-1	4689
2013-2	4781
2014-1	4726
2014-2	4826

(Admisiones y Registro Universidad Icesi)

Gráfico 1: Datos históricos de estudiantes matriculados en la Universidad Icesi



Con base en que la población estudiantil de la universidad Icesi tiene un comportamiento creciente, suavizado exponencial doble se calcula esta población en los próximos años. (Anexo 2)

Suavización exponencial doble: Método para pronósticos óptimo para patrones de demanda que presentan una tendencia. (Old Mutual Skandia Holding S.A.)

La población estudiantil de la universidad, teniendo en cuenta los datos de los últimos 4 años, presenta una tendencia creciente, como se ve en la grafica de dichos datos. Por esta razón se consideró conveniente el uso del método de suavización exponencial doble el cual se usa para patrones con este comportamiento.

La ejecución de este método es la siguiente:

1. Se inicializa la pendiente haciendo regresión con los datos seleccionados para la inicialización, en este caso con formulas de Excel.
2. Con las formulas de Excel se halla el punto de estimación S inicial.
3. Las estimaciones se actualizan con la ecuación

$$S_t = ad_t + (1 - \alpha) * (S_{t-1} + B_{t-1}).$$

4. También se actualiza la pendiente, con la ecuación

$$B_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)B_{t-1}.$$

5. Se continúa calculando el pronóstico que es $F_t = S_t + B_t$.
6. Con Solver se encuentra el α y β óptimos que minimiza el error.

Error de pronóstico:

1. Se calcula el error $e_t = d_t - F_t$
2. A partir de este la suma de los errores, el error absoluto, el error al cuadrado, y la proporción del error con respecto a la demanda, para con estos datos poder calcular:

- a. la desviación absoluta media (DAM)

$$DAM = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T |e_t|$$

- b. el error cuadrado medio (ECM)

$$ECM = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T e_t^2$$

- c. el porcentaje absoluto medio del error (PAME).

$$PAME = \frac{1}{T} \left(\sum_{t=1}^T \frac{|e_t|}{d_t} * 100 \right)$$

3. A partir del DAM y el ECM se calcula a desviación con:

$$\sigma_{DAM} = 1,25 * DAM$$

$$\sigma_{ECM} = \sqrt{ECM}$$

4. Se halla la diferencia de desviaciones:

$$\Delta\sigma = \frac{|\sigma_{DAM} - \sigma_{ECM}|}{\sigma_{DAM}}$$

5. Si esta diferencia es mayor al 10% se toma σ_{ECM} como la desviación estándar de lo contrario se toma σ_{DAM} .
6. Para concluir con los pronósticos se grafica la señal de rastreo para conocer cuáles son los datos que estas fuera de control.

$$SR = \frac{E_t}{DAM_t}$$

Tabla 9: Pronostico de estudiantes para los siguientes 5 años.

SEMESTRE	ESTUDIANTES
2015-1	4853
2015-2	4907
2016-1	4961
2016-2	5015
2017-1	5069
2017-2	5123
2018-1	5177
2018-2	5285
2019-1	5338
2019-2	5392

(Por las autoras)

Así como la población estudiantil aumenta constantemente, el consumo del recurso hídrico también aumenta.

Es importante aclarar que estos resultados no tienen en cuenta la apertura de nuevas carreras, que podrían alterar el pronóstico, aumentando la población futura.

Tabla 10: Pronóstico de consumo de agua en los siguientes 5 años.

CONSUMO MENSUAL PROMEDIO (m ³)	SEMESTRE
4303	2015-1
4350	2015-2
4398	2016-1
4446	2016-2
4494	2017-1
4542	2017-2
4590	2018-1
4686	2018-2
4733	2019-1
4780	2019-2

(Por las autoras)

En promedio el consumo per cápita de agua en la Universidad Icesi el semestre 2014-1 fue de 0,89 m³/mes. Tomando este dato como base y teniendo en cuenta el pronóstico de la población estudiantil se tiene como resultado el consumo de los próximos años.

$$\text{consumo promedio} = 0,89 * \#\text{estudiantes}$$

Figura 12: Proceso general del uso de agua en la Universidad Icesi.

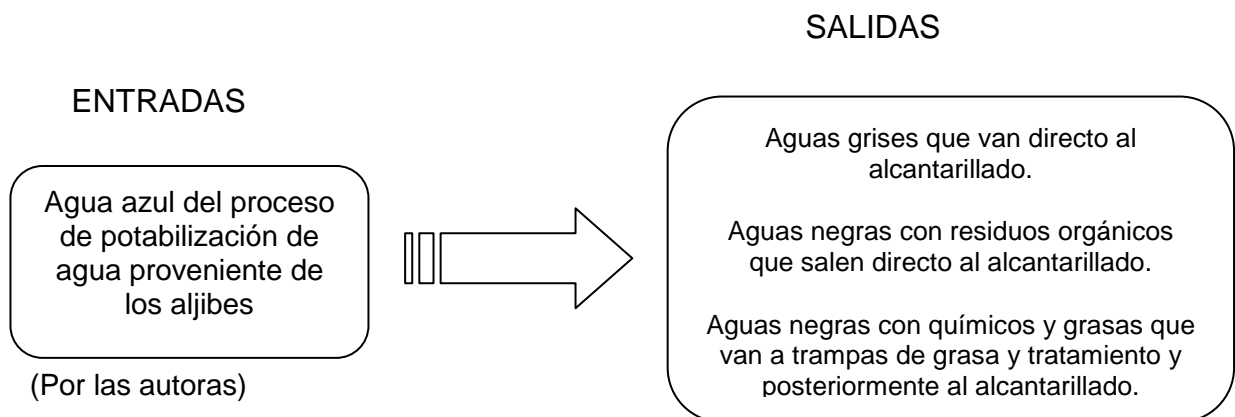






Figura 13: Eco mapa zona 1 de la universidad Icesi.



CONVENCIONES

A	EDIFICIO A
B	EDIFICIO B
Ce	CAFETERIA CENTRAL
	BATERAS SANITARIAS hombre/ mujer
	CAFETERIAS
	ZONA DE RIESGO MEDIO
	ZONA DE RIESGO BAJO

(Por las autoras)

Figura 14: Eco mapa zona 2 de la universidad Icesi.

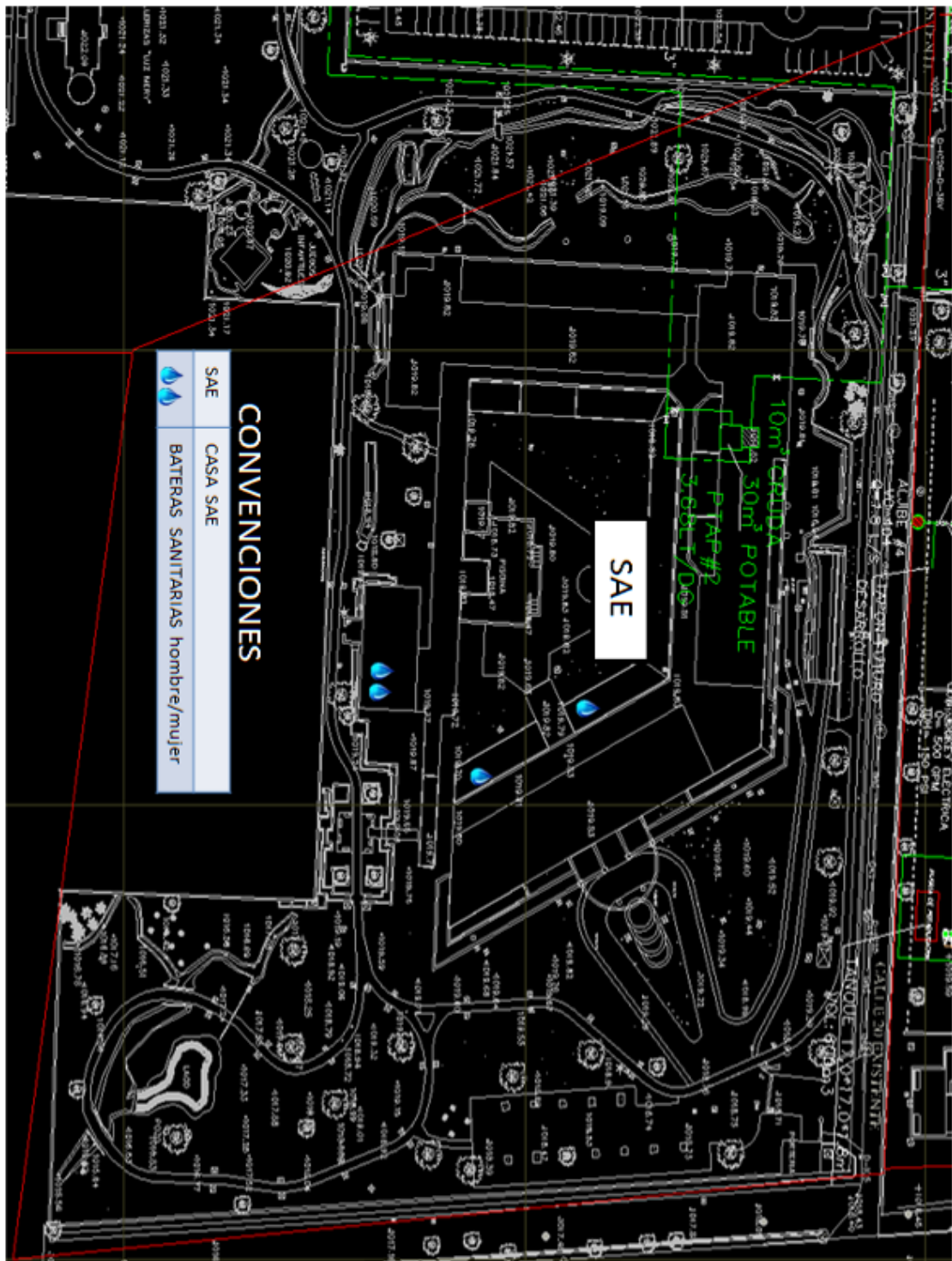


CONVENCIONES

C	EDIFICIO C
D	EDIFICIO D
Bi	BIENESTAR UNIVERSITARIO
L	EDIFICIO L
	BATERAS SANITARIAS hombre/ mujer
	LAVA AUTOS MANUEL
	CAFETERIAS
	FUENTES HIDRANTES
	LABORATORIOS
	TALLER DE DISEÑO
	ZONA RIESGO ALTO
	ZONA RIESGO MEDIO
	ZONA RIESGO BAJO

(Por las autoras)

Figura 15: Eco mapa zona 3 de la universidad Icesi.



(Por las autoras)

Figura 16: Eco mapa zona 4 de la universidad Icesi.



(Por las autoras)

El anterior eco mapa es dividido por sectores de la universidad para facilitar la lectura.

En el numero 1 están identificadas dos zonas de riesgo medio y una de riesgo bajo, en las de riesgo medio se encuentran las cafeterías central y samán por su tamaño y cantidad de vertimientos contaminados(alimentos), y la zona de riesgo bajo es la cafetería Wonka que no fue clasificada como de riesgo medio por su tamaño pequeño comparado con las demás cafeterías mencionadas.

En el numero 2 se encuentra la zona de mas riesgo en la cual se encuentra el edificio C y D junto a Bienestar Universitario, el edificio L con sus laboratorios y el taller de diseño. En cuanto al edificio C, D y Bienestar se clasifico como una zona de bajo riesgo por la cantidad de baterías sanitarias que se encuentran en esta zona y la cantidad de población flotante del sector. El edificio L y taller de diseño se clasifico como de alto riesgo por el nivel de contaminación de los vertimientos para ambos y en el caso del L la cantidad de baterías sanitarias.

El numero 3 no tiene zonas de riesgo por que no es un lugar muy utilizado en la universidad y en el numero 4 se clasifico el bioterio como zona de riesgo alta debido a sus procesos normales de limpieza y matenimiento.

Tabla 11: Oferta de agua en la universidad Icesi

Aljibe	Horas Semanales de Extracción	Lt/Seg	Lt/hora	Lt/Semana	m3/Semana	m3/Mes
VC 11700	14	1,4	5040	70560	70,56	282,24
VC 1258	14	1,6	5760	80640	80,64	322,56
VC 1257	14	1,4	5040	70560	70,56	282,24
					TOTAL	887,04

No se tiene en cuenta en la oferta de la Icesi los 2 de los cuales no hay información. Debido a que no se cuenta con una buena gestión, la información no está completa.

10.4 Objetivo 3

Realizar propuestas para la gestión del recurso hídrico, basándose en una matriz de cumplimiento ISO 14001 y normatividad municipal.

10.4.1 Metodología

1. Se realizó la investigación de los requisitos básicos para la implementación de una norma ISO 14001.
2. Con base a la norma se extrajo la información para explicar cada uno de los pasos a seguir para la implementación.
3. Según los pasos de la ISO 14001 se investigo sobre propuestas para el ahorro del recurso hídrico.
4. Se realizó trabajo de campo y recolección de datos para el servicio prestado por “Lava autos Manuel”.
5. Con los datos recolectados en el lava autos se detecto una oportunidad de ahorro.
6. Por último se analizo la información recolectada y las propuestas realizadas para determinar su alcance a largo, mediano o corto plazo.

10.4.2 Resultados

Para la propuesta de gestión del manejo de agua en la Universidad, se realizo un paso a paso de los requerimientos necesarios para la certificación ISO 14001 y la normativa ambiental municipal, dichos pasos se clasifican en:

Figura 17: Requerimiento necesarios para la certificación ISO 14001.



(Por las autoras)

- **Planificación:**

Aspectos ambientales

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) Identificar los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios que pueda controlar y aquellos sobre los que pueda influir dentro del alcance definido del sistema de gestión ambiental, teniendo en cuenta los desarrollos nuevos o planificados, o las actividades, productos y servicios nuevos o modificados; y
- b) Determinar aquellos aspectos que tienen o pueden tener impactos significativos sobre el medio ambiente (es decir, aspectos ambientales significativos).

La organización debe documentar esta información y mantenerla actualizada.

La organización debe asegurarse de que los aspectos ambientales significativos se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

Requisitos legales y otros requisitos

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) Identificar y tener acceso a los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales; y
- b) Determinar cómo se aplican estos requisitos a sus aspectos ambientales.

La organización debe asegurarse de que estos requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba se tengan en cuenta en el establecimiento, implementación y mantenimiento de su sistema de gestión ambiental.

Objetivos, metas y programas

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales documentados, en los niveles y funciones pertinentes dentro de la organización.

Los objetivos y metas deben ser medibles cuando sea factible y deben ser coherentes con la política ambiental, incluidos los compromisos de prevención de la contaminación, el cumplimiento con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba, y con la mejora continua.

Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba, y sus aspectos ambientales significativos. Además, debe considerar sus opciones tecnológicas y sus requisitos financieros, operacionales y comerciales, así como las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios programas para alcanzar sus objetivos y metas. Estos programas deben incluir:

- a) La asignación de responsabilidades para lograr los objetivos y metas en las funciones y niveles pertinentes de la organización; y
- b) Los medios y plazos para lograrlos.

- **Implementación y operación:**

Recursos, funciones, responsabilidad y autoridad

La dirección debe asegurarse de la disponibilidad de recursos esenciales para establecer, implementar, mantener y mejorar el sistema de gestión ambiental. Estos, incluyen los recursos humanos y habilidades especializadas, infraestructura de la organización, y los recursos financieros y tecnológicos.

Las funciones, las responsabilidades y la autoridad se deben definir, documentar y comunicar para facilitar una gestión ambiental eficaz.

La alta dirección de la organización debe designar uno o varios representantes de la dirección, quien, independientemente de otras responsabilidades, debe tener definidas sus funciones, responsabilidades y autoridad para:

- a) Asegurarse de que el sistema de gestión ambiental se establece, implementa y mantiene de acuerdo con los requisitos de esta Norma Internacional;
- b) Informar a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de gestión ambiental para su revisión, incluyendo las recomendaciones para la mejora.

Competencia, formación y toma de conciencia

La organización debe asegurarse de que cualquier persona que realice tareas para ella o en su nombre, que potencialmente pueda causar uno o varios impactos ambientales significativos identificados por la organización, sea competente tomando como base una educación, formación o experiencia adecuadas, y debe mantener los registros asociados.

La organización debe identificar las necesidades de formación relacionadas con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental. Debe proporcionar formación o emprender otras acciones para satisfacer estas necesidades, y debe mantener los registros asociados.

La organización debe establecer y mantener uno o varios procedimientos para que sus empleados o las personas que trabajan en su nombre tomen conciencia de:

- a) La importancia de la conformidad con la política ambiental, los procedimientos y requisitos del sistema de gestión ambiental;
- b) Los aspectos ambientales significativos, los impactos relacionados reales o potenciales asociados con su trabajo y los beneficios ambientales de un mejor desempeño personal;
- c) Sus funciones y responsabilidades en el logro de la conformidad con los requisitos del sistema de gestión ambiental; y
- d) Las consecuencias potenciales de desviarse de los procedimientos especificados.

Comunicación

En relación con sus aspectos ambientales y su sistema de gestión ambiental, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) La comunicación interna entre los diversos niveles y funciones de la organización; recibir, documentar y responder a las comunicaciones pertinentes de las partes interesadas externas.
- b) La organización debe decidir si comunica o no externamente información acerca de sus aspectos ambientales significativos y debe documentar su decisión. Si la decisión es comunicarla, la organización debe establecer e implementar uno o varios métodos para realizar esta comunicación externa.

Documentación

La documentación del sistema de gestión ambiental debe incluir:

- a) La política, objetivos y metas ambientales;
- b) La descripción del alcance del sistema de gestión ambiental;
- c) La descripción de los elementos principales del sistema de gestión ambiental y su interacción, así como la referencia a los documentos relacionados;
- d) Los documentos, incluyendo los registros requeridos en esta Norma Internacional; y
- e) Los documentos, incluyendo los registros determinados por la organización como necesarios para asegurar la eficacia de la planificación, operación y control de procesos relacionados con sus aspectos ambientales significativos.

Control de documentos

Los documentos requeridos por el sistema de gestión ambiental y por esta norma internacional se deben controlar. Los registros son un tipo especial de documento y se deben controlar de acuerdo con los requisitos establecidos en el apartado de control de registros.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para:

- a) Aprobar los documentos con relación a su adecuación antes de su emisión;
- b) Revisar y actualizar los documentos cuando sea necesario, y aprobarlos nuevamente;
- c) Asegurarse de que se identifican los cambios y el estado de revisión actual de los documentos;
- d) Asegurarse de que las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso;
- e) Asegurarse de que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables;
- f) Asegurarse de que se identifican los documentos de origen externo que la organización ha determinado que son necesarios para la planificación y operación del sistema de gestión ambiental y se controla su distribución; y

g) Prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

Control operacional

La organización debe identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo con su política ambiental, objetivos y metas, con el objeto de asegurarse de que se efectúan bajo las condiciones especificadas, mediante:

- a) El establecimiento, implementación y mantenimiento de uno o varios procedimientos documentados para controlar situaciones en las que su ausencia podría llevar a desviaciones de la política, los objetivos y metas ambientales; y
- b) El establecimiento de criterios operacionales en los procedimientos; y
- c) El establecimiento, implementación y mantenimiento de procedimientos relacionados con aspectos ambientales significativos identificados de los bienes y servicios utilizados por la organización, y la comunicación de los procedimientos y requisitos aplicables a los proveedores, incluyendo contratistas.

Preparación y respuesta ante emergencias

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para identificar situaciones potenciales de emergencia y accidentes potenciales que pueden tener impactos en el medio ambiente y cómo responder ante ellos.

La organización debe responder ante situaciones de emergencia y accidentes reales y prevenir o mitigar los impactos ambientales adversos asociados.

La organización debe revisar periódicamente, y modificar cuando sea necesario sus procedimientos de preparación y respuesta ante emergencias, en particular después de que ocurran accidentes o situaciones de emergencia.

La organización también debe realizar pruebas periódicas de tales procedimientos, cuando sea factible.

- **Verificación:**

Seguimiento y medición

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento y medir de forma regular las

características fundamentales de sus operaciones que pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente. Los procedimientos deben incluir la documentación de la información para hacer el seguimiento del desempeño, de los controles operacionales aplicables y de la conformidad con los objetivos y metas ambientales de la organización.

La organización debe asegurarse de que los equipos de seguimiento y medición se utilicen y mantengan calibrados o verificados, y se deben conservar los registros asociados.

Evaluación del cumplimiento legal

En coherencia con su compromiso de cumplimiento, la organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para evaluar periódicamente el cumplimiento de los requisitos legales aplicables.

- La organización debe mantener los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.
- La organización debe evaluar el cumplimiento con otros requisitos que suscriba. La organización puede combinar esta evaluación con la evaluación del cumplimiento legal mencionada o establecer uno o varios procedimientos separados.
- La organización debe mantener los registros de los resultados de las evaluaciones periódicas.

No conformidad, acción correctiva y acción preventiva

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para tratar las no conformidades reales y potenciales y tomar acciones correctivas y acciones preventivas. Los procedimientos deben definir requisitos para:

- a) La identificación y corrección de las no conformidades y tomando las acciones para mitigar sus impactos ambientales;
- b) La investigación de las no conformidades, determinando sus causas y tomando las acciones con el fin de prevenir que vuelvan a ocurrir;
- c) La evaluación de la necesidad de acciones para prevenir las no conformidades y la implementación de las acciones apropiadas definidas para prevenir su ocurrencia;

d) El registro de los resultados de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas; y

e) La revisión de la eficacia de las acciones preventivas y acciones correctivas tomadas.

Las acciones tomadas deben ser las apropiadas en relación a la magnitud de los problemas e impactos ambientales encontrados.

La organización debe asegurarse de que cualquier cambio necesario se incorpore a la documentación del sistema de gestión ambiental.

Control de los registros

La organización debe establecer y mantener los registros que sean necesarios, para demostrar la conformidad con los requisitos de su sistema de gestión ambiental y de esta Norma Internacional, y para demostrar los resultados logrados.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, el tiempo de retención y la disposición de los registros.

Los registros deben ser y permanecer legibles, identificables y trazables.

Auditoría interna

La organización debe asegurarse de que las auditorías internas del sistema de gestión ambiental se realizan a intervalos planificados para:

a) Determinar si el sistema de gestión ambiental:

1) Es conforme con las disposiciones planificadas para la gestión ambiental, incluidos los requisitos de esta Norma Internacional; y

2) Se ha implementado adecuadamente y se mantiene; y

b) Proporcionar información a la dirección sobre los resultados de las auditorías.

La organización debe planificar, establecer, implementar y mantener programas de auditoría, teniendo en cuenta la importancia ambiental de las operaciones implicadas y los resultados de las auditorías previas.

Se deben establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos de auditoría que traten sobre:

- Las responsabilidades y los requisitos para planificar y realizar las auditorías, informar sobre los resultados y mantener los registros asociados;
- La determinación de los criterios de auditoría, su alcance, frecuencia y métodos.
La selección de los auditores y la realización de las auditorías debe asegurar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.

- **Revisión:**

La alta dirección debe revisar el sistema de gestión ambiental de la organización, a intervalos planificados, para asegurarse de su conveniencia, adecuación y eficacia continuas. Estas revisiones deben incluir la evaluación de oportunidades de mejora y la necesidad de efectuar cambios en el sistema de gestión ambiental, incluyendo la política ambiental, los objetivos y las metas ambientales. Se deben conservar los registros de las revisiones por la dirección.

Los elementos de entrada para las revisiones por la dirección deben incluir:

- a) Los resultados de las auditorías internas y evaluaciones de cumplimiento con los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba;
- b) Las comunicaciones de las partes interesadas externas, incluidas las quejas;
- c) El desempeño ambiental de la organización;
- d) El grado de cumplimiento de los objetivos y metas;
- e) El estado de las acciones correctivas y preventivas;
- f) El seguimiento de las acciones resultantes de las revisiones previas llevadas a cabo por la dirección;
- g) Los cambios en las circunstancias, incluyendo la evolución de los requisitos legales y otros requisitos relacionados con sus aspectos ambientales; y
- h) Las recomendaciones para la mejora.

Los resultados de las revisiones por la dirección deben incluir todas las decisiones y acciones tomadas relacionadas con posibles cambios en la política ambiental,

objetivos, metas y otros elementos del sistema de gestión ambiental, coherentes con el compromiso de mejora continua.

- **Requisitos generales:**

La implementación de un sistema de gestión ambiental especificado en esta Norma Internacional pretende dar como resultado la mejora del desempeño ambiental. Por lo tanto, esta Norma Internacional se basa en la premisa de que la organización revisará y evaluará periódicamente su sistema de gestión ambiental para identificar oportunidades de mejora y su implementación. El ritmo de avance, extensión y duración de este proceso de mejora continua se determinan por la organización a la vista de circunstancias económicas y otras circunstancias. Las mejoras en su sistema de gestión ambiental están previstas para que den como resultado mejoras adicionales en el desempeño ambiental.

Esta Norma Internacional requiere que la organización:

- a) Establezca una política ambiental apropiada;
- b) Identifique los aspectos ambientales que surjan de las actividades, productos y servicios, pasados, existentes o planificados de la organización, y determine los impactos ambientales significativos;
- c) Identifique los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba;
- d) Identifique las prioridades y establezca los objetivos y metas ambientales apropiadas;
- e) Establezca una estructura y uno o varios programas para implementar la política y alcanzar los objetivos y metas;
- f) facilite la planificación, el control, el seguimiento, las acciones correctivas y preventivas, las actividades de auditoría y revisión, para asegurarse de que la política se cumple y que el sistema de gestión ambiental sigue siendo apropiado; y
- g) tenga capacidad de adaptación a circunstancias cambiantes.

Una organización sin un sistema de gestión ambiental debería inicialmente establecer su posición actual con relación al medio ambiente, por medio de una evaluación. El propósito de esta evaluación debería ser considerar todos los aspectos ambientales de la organización como base para establecer el sistema de gestión ambiental.

La evaluación debería cubrir cuatro áreas clave:

- La identificación de los aspectos ambientales, incluidos aquellos asociados con la operación en condiciones normales, condiciones anormales incluyendo arranque y parada, y situaciones de emergencia y accidentes;
- La identificación de requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba;
- Un examen de todas las practicas y procedimientos de gestión ambiental existentes, incluidos los asociados con las actividades de compras y contratación; y
- Una evaluación de las situaciones previas de emergencia y accidentes previos.

Las herramientas y métodos para llevar a cabo la evaluación podrían incluir el uso de listas de verificación, realizar entrevistas, inspecciones y mediciones directas, resultados de auditorías anteriores o de otras revisiones, dependiendo de la naturaleza de las actividades.

Una organización posee la libertad y flexibilidad para definir sus límites y puede elegir implementar esta Norma Internacional en toda la organización o en unidades operativas específicas de esta. La organización debería definir y documentar el alcance de su sistema de gestión ambiental. La definición del alcance tiene como fin aclarar los límites de la organización dentro de los cuales se aplicará el sistema de gestión ambiental, especialmente si la organización es parte de otra más grande en un lugar dado. Una vez que se haya definido el alcance, todas las actividades, productos y servicios de la organización que se encuentren dentro de ese alcance se deben incluir en el sistema de gestión ambiental. Cuando se establezca el alcance, se debería observar que la credibilidad del sistema de gestión ambiental depende de la selección de los límites de la organización. Si una parte de una organización está excluida del alcance de su sistema de gestión ambiental, la organización debería poder explicar esta exclusión. Si esta Norma Internacional es implementada para una unidad operativa específica, se pueden usar las políticas y procedimientos desarrollados por otras partes de la organización para cumplir los requisitos de esta Norma Internacional, siempre y cuando sean aplicables a la unidad operativa específica. (ISO, 2004)

Figura 18: Lista de chequeo ISO 14001, agua.

UNIVERSIDAD ICESI		NO CUMPLE						
NORMA ISO 14001 = AGUA		X=CUMPLE						
DIAGNOSTICO		NO APLICA						
1	PLANIFICACION	ASPECTOS AMBIENTALES	REQUISITOS LEGALES	OBJETIVOS METAS Y PROGRAMAS				
	A	X	X					
	B	X	X					
2	IMPLEMENTACION Y OPERACION	RECURSOS, FUNCIONES, RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD	COMPETENCIA, FORMACION Y TOMA DE CONCIENCIA	COMUNICACION	DOCUMENTACION	CONTROL DE DOCUMENTOS	CONTROL OPERACIONAL	PREPARACION Y RESPUESTA ANTE EMERGENCIA
	A		X	X				
	B		X	X	X			
	C		X					
	D		X					
	E		X			X		
	F							
	G							
3	VERIFICACION	SEGUIMIENTO Y MEDICION	EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO LEGAL	NO CONFORMIDAD, ACCION CORRECTIVA Y PREVENTIVA	CONTROL DE REQUISITOS			
	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	F							
	G							
4	REVISION							
	A							
	B							
	C							
	D							
	E							
	F							
	G							
5	REQUISITOS GENERALES							
	A		X					
	B		X					
	C		X					
	D							
	E		X					
	F							
	G							

(Por las autoras)

En la tabla Cada ítem desde el A hasta el H de algunos puntos de la norma ISO 14001 corresponden directamente a los del documento. (Anexo digital Excel).

A continuación se presentan tres propuestas desarrolladas a partir del interés por el desarrollo de un plan de ahorro para la universidad Icesi, que se proponen se lleve a cabo una implementación a corto, a medio y a largo plazo respectivamente.

Con base en los pasos a seguir para la implementación de la norma ISO 14001, las propuestas a plantear son las siguientes:

1. Educación ambiental

La educación ambiental es una propuesta que se puede implementar a corto plazo ya que tiene como fin mejorar el desempeño ambiental y mejorar en los indicadores que se propongan para viabilizar el presente programa de ahorro y uso eficiente del agua.

Es importante invertir en esta propuesta ya que se busca generar una sensibilidad y cultura frente al adecuado manejo del agua en la Universidad Icesi.

En muchas instituciones del país y del mundo se han implementado campañas publicitarias con el fin de reducir los consumos inadecuados de agua en nuestro caso particular. Por parte de la Universidad Icesi se tiene el PGA.

Figura 19: Programa de gestión ambiental Icesi.



(UNIVERSIDAD ICESI. Programa de gestión ambiental Icesi. 2014)

Este programa y materias electivas como Agua y Vida han realizado las siguientes campañas:

Figura 20: Nuestra carrera por el agua.



(5K DEL AGUA.)

JUEGO PARA EL CUIDADO DEL AGUA

Egresados del programa de Diseño de Medios Interactivos de la Universidad Icesi crean DIPPEL, el nuevo videojuego educativo para el cuidado del agua. Informes: www.bokenarts.com

Figura 21: DIPPEL el juego para el cuidado del agua.



(UNICESI PLATAFORMA DE MEDIOS DE COMUNICACIÓN UNIVERSIDAD ICESI. Icesistas crean Dippel, el nuevo videojuego para el cuidado del agua)

DIPPEL, empezó como el proyecto de grado de los egresados del programa de Diseño de Medios Interactivos de la Universidad Icesi de Cali David Obando y Miguel Mora, con el objetivo de educar a los niños de la ciudad sobre el cuidado del agua de una manera interactiva y graciosa. Gracias a DIPPEL y otros proyectos hoy son empresarios que fundadores de **Boken Arts** se consolida en el Start UpCafé de la Universidad Icesi. (Unicesi Plataforma de medios de comunicación de la Universidad Icesi, 2014)

Para mejorar en el uso que se le da al agua en la universidad es necesario también crear conciencia por parte de los usuarios, por esta razón se da a conocer una nueva iniciativa de los estudiantes de Diseño de Medios Interactivos que lo hacen por medio de un juego ya que es una manera de hacerlo por medio de lo que mueve a las personas en la actualidad.

Otro tipo de propuestas que se pueden hacer por parte de la universidad que han sido realizadas en instituciones son:

- Presentación de informes e indicadores de desempeño ambiental de la institución asociado al recurso hídrico.
- Cine – foros para generar sensibilización con el tema
- Piezas publicitarias en medio virtual a toda la comunidad académica asociada al tema del agua, de forma periódica
- Instalación de piezas como afiches en diferentes sitios de la institución y que se puedan rotar, para evitar la monotonía de las mismas.

- Si se implementa la medición discretizada en las diferentes dependencias de la institución, generar concursos donde se evidencia las dependencias más sostenibles asociada a la demanda del recurso hídrico.
- Sensibilización para el empleo de fuentes alternativas de recurso hídrico en la institución. (Arroyave Rojas, 2012)

2. Sistema de captación pluvial

Pensado en satisfacer las necesidades actuales y aprovechando los recursos naturales, el sistema de captación pluvial es un eficaz proceso de recolección y almacenamiento de agua lluvia, con una capacidad específica de litros de agua para su reutilización en funciones básicas como: usos sanitarios, riego, lavado de pisos y lavado de autos. (Rotoplas)

En cuanto a las ventajas que podría brindar esta propuesta a mediano y largo plazo están el ahorro y la buena gestión del recurso hídrico, avance para la certificación en ISO 14001, premios y reconocimientos ambientales, factor diferenciador como institución, además de beneficios económicos.

La propuesta contempla el empleo de agua lluvia para consumos domésticos que no requieran que las personas ingieran agua potable, es decir, para el lavado de zonas comunes, limpieza, descarga de sanitario, entre otros.

Basándose en la propuesta realizada por La Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia la implementación de esta iniciativa, una vez que se evidencia su viabilidad, contempla los siguientes pasos:

1. Diseño de red ecológica para la institución.
2. Adecuación construcción de redes que abastezcan las baterías de sanitarios de la institución proveniente de la red ecológica.
3. Diseño y construcción de una red de alcantarillado de agua lluvia que conduzca al tanque de almacenamiento.

Rotoplas es una marca investigada que cuenta con dicho sistema de captación y es muy utilizado para la reutilización de agua en casas, comunidades rurales, edificios residenciales, escuelas, parques, hoteles y hospitales. Además cuenta con un diseño de fácil instalación y se podría implementar a mediano plazo en las instalaciones de la Universidad Icesi.

Figura 22: Sistema de captación pluvial Retoplas.



(ROTOPLAS. Sistema de captación pluvial. (www.rotoplas.com))

Está compuesto por una cisterna pluvial, un filtro pluvial, kit de canaletas y bomba manual (opcional); además es compatible con distintas tuberías como PP y PVC.

Figura 23: Ejemplo de implementación de sistema de captación pluvial.



(ROTOPLAS. Sistema de captación pluvial. (www.rotoplas.com))

Para el proceso de lavado de autos y el aseo en las instalaciones de la universidad se utiliza el agua potable tomada de los aljibes. Para estos procesos el agua lluvia es útil, ya que, con la implementación del sistema, aunque no es lo suficientemente limpia como para uso personal o consumo, no son aguas negras que afecten el desarrollo de estos, que generan un gasto de el recurso necesario

para otros procesos durante la permanencia de los estudiantes y personal en la institución.

Haciendo uso de la planta de potabilización con que cuenta la Icesi en un corto plazo después de la implementación del sistema propuesto, se puede tener en cuenta la opción de potabilizar para darle más provecho a las aguas lluvias.

Este sistema podría ser utilizado para procesos que están utilizando actual mente el recurso hídrico de aljibe como lo es el lavado de autos dentro de la universidad.

Figura 24: Lava autos Manuel.



(Por las autoras)

Este proceso cuenta con las siguientes cifras:

- El carrito tiene una capacidad de 5 galones.
- Se llena aproximadamente 2 veces al día.
- La cantidad de litros de agua de aljibe que se gastan son 37,85.
- La cantidad de agua al mes que se consume es de 908,4 litros.

La propuesta en este caso a corto plazo es implementar un sistema de los mencionados anteriormente para la recolección de aguas lluvias para el proceso

de lavado de autos, de esta manera no se incurriría en mal uso de agua apta para el consumo humano en procesos que no la necesitan.

3. Tratamiento de aguas grises para su reutilización

Las aguas grises son todas aquellas utilizadas en duchas, bañeras y lavabos. Denominamos reciclaje o tratamiento de aguas grises al sistema que nos permite utilizar esta agua para usos en los que no es imprescindible el agua potable, tales como inodoros, riego, lavadoras o limpieza de suelos o vehículos. (GreyWaterNet)

El tratamiento de aguas grises:

Para poder tratar las aguas grises es necesario que el edificio disponga de dos sistemas hidráulicos independientes: por un lado el de las aguas grises, es decir, el de las aguas que proceden de los lavabos y las duchas y baños, y por otro lado el resto de los desagües del lugar. (GreyWaterNet)

Estas aguas son recogidas y enviadas al sistema de tratamiento de aguas grises donde pasa por una serie de filtros y procedimientos. (GreyWaterNet)

Posteriormente, el agua tratada puede ser aplicada a multitud de usos; a todos aquellos usos en los que no resulta imprescindible la utilización de agua potable. De este modo, tratar las aguas grises resulta en un beneficio para nosotros, para la sociedad y para el medio ambiente. (GreyWaterNet)

Sistema de tratamiento de aguas grises:

GraywaterNet ha desarrollado un equipo propio y patentado, utilizando para ellos los criterios de la más estricta eficiencia energética. (GreyWaterNet)

- Disponen de un sistema de control propio que detecta el volumen de producción de aguas grises y el consumo del agua tratada por parte del usuario, y adapta los procesos de depuración a estos datos. (GreyWaterNet)
- Además, ofrecen doble sistema de eliminación de gérmenes: rayos UVA y cloración. (GreyWaterNet)

Etapas del tratamiento

Etapa 1: Filtrado y primer tratamiento biológico

El agua gris se agita mediante la acción del aire inyectado en el equipo, de manera que la materia orgánica se mantiene en suspensión y en contacto permanente con el oxígeno del aire. Las bacterias - presentes de forma natural en el agua - descomponen esta materia orgánica con la ayuda del oxígeno. (GreyWaterNet)

Etapa 2: Segundo tratamiento biológico y clarificación

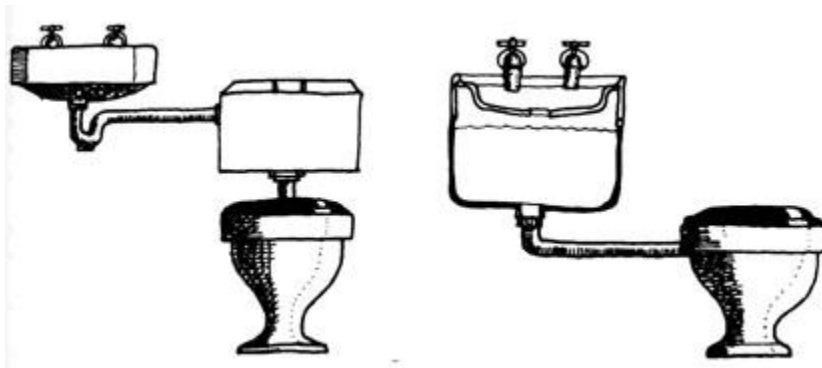
Continúa el tratamiento, la materia degradada sedimenta por su propio peso y es separada en dos porciones; una parte se recircula para mantener una población bacteriana adecuada y otra parte sobrante se evacúa hacia el desagüe. (GreyWaterNet)

Etapa 3: Desinfección y servicio

Se aplica sobre el agua tratada un tratamiento de desinfección con rayos ultravioleta con el fin de eliminar las bacterias todavía presentes. (GreyWaterNet)

Paso de aguas grises de lavamanos y dichas al sanitario.

Figura 25: Ilustración de tratamiento de aguas grises.



(GREYWATERET. Tratamiento de aguas grises.
(<http://www.tierramor.org/permacultura/agua2.htm>))

Los sistemas hidráulicos en las nuevas construcciones de la Universidad Icesi podrían diseñarse los con el fin de que las aguas grises tengan una salida independiente que los demás desagües de la misma. Y así poder implementar una planta de tratamiento para la reutilización de estas aguas.

Por otro lado, a largo plazo se podría pensar en la implementación de un sistema hidráulico que independice las aguas grises en las instalaciones de la universidad para que posteriormente sea posible tratarla con un quipo de potabilización de aguas grises.

En cuanto a las ventajas de esta propuesta tenemos:

- Ahorro de miles de litros de agua potable al año.
- Consecuente ahorro de costes de agua.
- Disponibilidad de agua dulce incluso si hay restricciones en la red pública.
- Elevada independencia del suministro público.
- Evidente beneficio para el medio ambiente y para la sociedad, dado que estamos evitando el derroche de agua potable allí donde no es necesaria, regar, limpiar, utilizando en su lugar agua dulce que ya ha sido utilizada anteriormente. (GreyWaterNet)

Con el proyecto “Diagnóstico inicial como base para la elaboración de un plan de uso eficiente del recurso hídrico para la Universidad Icesi”, con las propuestas realizadas para reducir el uso del agua potable, teniendo en cuenta la norma ISO 14001 inicia con la **planificación** que hace referencia a verificar el impacto. Es decir, con el desarrollo del proyecto se demuestra dicho impacto.

En cuanto a la **planificación**, la universidad ha verificado que puede influir en el consumo de agua y ha definido el sistema de gestión ambiental. Por otra parte, con el presente proyecto se ha determinado que el uso del recurso hídrico impacta negativamente al medio ambiente.

Los siguientes pasos se espera sean desarrollados por la institución en la posterior implementación de las propuestas de mejora presentadas. Continuando con la **planificación** en lo relacionado con la fijación de objetivos y metas.

Posteriormente se debe llevar a cabo la **implementación y operación** que está relacionado con los recursos, tanto económicos, humanos y de instalaciones, con que cuenta la universidad para la mejora de la gestión del recurso hídrico. La **verificación** donde se evalúan los resultados de la implementación, corrección de las no conformidades, la prevención de errores y las auditorías. La **revisión** que incluye todas las decisiones tomadas a partir de los resultados de la verificación.

10.5 Objetivo 4

Establecer un listado de requerimientos para realizar el cálculo de la huella hídrica en la Universidad Icesi.

10.5.1 Metodología

1. Se tomo información del proyecto de grado realizado por estudiantes de la universidad.
2. Con esta información se determino los tipos de procesos y aguas que eran sujetas a cálculo.
3. Por último se analizo la importancia de este cálculo dentro de una Institución prestadora de servicios.

10.5.2 Resultados

Para la realizar el cálculo de la huella hídrica en la Universidad Icesi:

1. Se debe enumerar los procesos que hacen uso del recurso dentro de la universidad, no tiene que ser necesariamente agua potable tomada de los aljibe. Por lo tanto también conocer la fuente de donde es extraída (Pozos o quebrada). (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009)
2. También es necesario conocer la época del año en la que se está realizando el estudio. (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009)
3. Es necesario conocer el volumen de agua que se usa en las diferentes actividades y si cuenta con algún subproceso en el que a su vez sea necesario su uso, como mantenimiento. (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009)

Las actividades de medición y los procesos a tener en cuenta en esta, en la universidad son: (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009)

- Fuentes o piscinas:
 - Volumen
 - Mantenimiento
- Aires Acondicionados
 - Volumen de agua en el sistema
 - Tasa de perdidas
 - Mantenimiento

- Limpieza de pisos
 - Volumen necesario de agua para limpiar un área determinada
 - Área de la Universidad Icesi
 - Consumo Humano
 - Riego
 - Caudal de los equipos utilizados
 - Frecuencia de actividades
 - Tiempo de riego
 - Lavado de vehículos.
 - Capacidad del equipo
 - Promedio de veces llenadas en el tiempo determinado
4. Para el cálculo o la estimación de la huella del recurso hídrico es necesario organizar la información que ha sido recolectada en todas las actividades de medición que fueron mencionadas anteriormente.

La formula relacionada a la huella hídrica es la suma de los totales de agua utilizada en las actividades listadas. (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009)

Por otro lado es importante para el cálculo saber los diferentes tipos de agua dentro de la huella hídrica, estos son:

Agua gris: es el volumen de agua contaminada que se relaciona con la producción de bienes y servicios. Este volumen se suele estimar como la cantidad de agua que es necesaria para diluir los contaminantes de forma que se mantengan o superen los niveles de calidad del agua, de acuerdo a los requisitos legales vigentes. (*Centro nacional de la información de la calidad*).

Agua azul: es el volumen de agua dulce consumida de las aguas superficiales (ríos, lagos y embalses) y subterráneas (acuíferos).

Agua verde: es el volumen de agua evaporada de los recursos hídricos.

En cuanto a la importancia de este cálculo para la Universidad es la identificación de los déficits de nivel de sostenibilidad en materia de la gestión del agua.

Globalmente los datos calculados hasta el momento sobre Huella Hídrica indican que está distribuida de manera desigual a lo largo del planeta, al igual que los recursos hídricos. Los países desarrollados suelen tener una Huella Hídrica mayor que los países en vía de desarrollo. El motivo es que en los primeros es mayor el consumo de productos altamente demandantes de agua en sus procesos de producción que en los segundos. *(Centro nacional de la información de la calidad)*.

Este cálculo brinda información necesaria para conocer en qué puntos de la prestación de servicios como institución se puede reducir el consumo de agua, de forma que apliquemos los principios del desarrollo sostenible. Adicionalmente, a través de este cálculo se puede llegar a relacionar el consumo diario de agua y los problemas de contaminación y distribución de agua en lugares donde se producen los bienes y, por tanto, cuantificar los efectos del consumo. *(Centro nacional de la información de la calidad)*.

Dado que el objetivo del departamento de Salud Ocupacional y Medio Ambiente de la Universidad Icesi es la implementación de una ISO 14001, este cálculo de la huella hídrica aporta toda la información sobre el uso y el consumo del agua azul, verde y gris dentro de la institución. Dicho cálculo por su magnitud y la dificultad a la hora de obtención de datos, se propone realizar a largo plazo.

La dificultad de este, es debido a que solo se tiene un contador general pero no la cantidad de agua gastada por las diferentes actividades, zonas, etc. de la universidad. En cuanto a la gestión ambiental la implementación de este cálculo es de gran importancia debido a que brinda claridad de los puntos a tener en cuenta para mejorar constantemente la gestión del uso del recurso hídrico.

10.6 Conclusiones

De acuerdo a lo observado durante el recorrido, se puede percibir que 2 pozos no cuentan con un contador, por lo que no se tiene un control en cuanto a la cantidad de agua que se toma de estos. También se dio a conocer que uno de estos (aljibe #1: Galería filtrante) tiene una ruptura que genera un escape, y no se tiene conocimiento de lo que pasa con el agua que sale de este.

La universidad presta el servicio de educación superior, por lo que cuenta con personas constantemente en la universidad que usa el recurso hídrico para diferentes necesidades, de igual manera para la prestación de dicho servicio la universidad debe contar con instalaciones aptas, donde las personas que trabajan, y los estudiantes que usan sus servicios estén conformes. Por esta razón, dentro de la institución se cuenta con numerosos procesos en los que es necesario el uso del recurso hídrico, como lo son el uso de sanitario, duchas, lavamanos, orinales, cocinetas, cafeterías, fuentes hidrantes, lavado de materiales y uso de agua en el

taller de diseño, en los laboratorios y el bioterio, también en equipos de emergencia. Esto revela la importancia de una buena gestión del recurso para la institución.

Evaluando estos procesos, se observa que algunos resultan como aguas grises que son envidas directamente al alcantarillado y no se le da ningún uso eficiente. Es decir, el uso eficiente de aguas grises dentro de la universidad reduciría el uso de agua azul para procesos en los cuales no son necesarias.

La oferta de agua mensual de la universidad Icesi es poca con respecto a la cantidad de agua demandada por la misma.

Con el eco mapa se evidencia que los procesos que necesitan del recurso en la universidad, dejan como resultado o salida aguas grises o negras que podían ser independizadas para no contaminar las aguas grises y darles uso posteriormente. (GreyWaterNet) Así con el aprovechamiento de agua grises en algunos procesos de la universidad disminuye la demanda agua potable.

En cuanto a la oferta de agua en la Universidad solo se tiene información de 3 aljibes de los 5 que están en funcionamiento a partir de estos se calculo la oferta. Que evidencia que es menor que la demanda. A pesar de la insuficiencia del recurso la universidad esta supliendo la demanda.

La implementación de estos equipos son propuestas que la universidad puede realizar entre un mediano y largo plazo.

Teniendo en cuenta la política de medio ambiente con que cuenta la universidad, se observa que hay un compromiso ambiental que demuestra el interés por la implementación de nuevas propuestas que aseguren la reducción de dicho impacto como institución.

Es importante para la Universidad conocer el uso de agua en diferentes zonas y actividades de la universidad por lo que, para realizar el cálculo de la huella hídrica se necesita contar con contadores.

10.7 Recomendaciones

Se considera que algunos procesos como el uso de sanitarios, el lavado de autos, el aseo de las instalaciones y los orinales, pueden ser efectuados sin problema con aguas grises (GreyWaterNet). Por lo tanto, se propone la implementación de un equipo de tratamiento de aguas lluvias para aprovechar las aguas en épocas de lluvia, que para la zona donde está ubicada de la universidad es abundante. También un equipo de tratamiento de las aguas grises que son desechadas

directamente al alcantarillado, que al reutilizarlas evade el uso de agua azul en estos procesos necesario para la prestación del servicio de la universidad.

Tanto para el cálculo de la huella hídrica como para detectar con mayor facilidad los puntos críticos de la universidad en cuanto al gasto de agua, se considera importante la implementación de contadores en las diferentes aéreas y procesos de la universidad.

La estimación de la huella hídrica se realiza a partir del cálculo de uso total del recurso durante la realización de las diferentes actividades que usan dicho proceso. *Debido a que la huella hídrica es un indicador que permite conocer el consumo real de agua (dado en volumen) que necesita un producto o negocio para llevar a cabo sus actividades en un tiempo determinado* (González Martelo & Sarria Guerrero, 2009), es necesario conocer dichas actividades y la cantidad de agua necesaria para su desarrollo.

11 BIBLIOGRAFÍA

***PÁGINA WEB**

Informe de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, disponible en: <http://webworld.unesco.org>, (visitado el: 12 de agosto del 2014).

Nuestra Huella Ecológica: Reduciendo el impacto humano sobre la tierra, [www.books.google.com.co](http://books.google.com.co), disponible en: http://books.google.com.co/books/about/Nuestra_huella_ecológica.html?id=ljpRXhe5pygC&redir_esc=y, (visitado el: 23 de marzo del 2014).

Políticas de residuos solidos urbanos, www.icesi.edu.co, disponible en: http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/politica_de_rsu_icesi.pdf, (visitado el 8 de mayo del 2014).

Cali podría tener escasez de agua, www.personeriacali.gov.co, disponible en: <http://www.personeriacali.gov.co/actualidad/noticias>, (visitado el 12 de agosto del 2014).

ISO 14000 – Environmental management, www.iso.org/iso/iso14000, disponible en: <http://www.iso.org/iso/iso14000>, (visitado el 20 de agosto del 2014).

Políticas de residuos sólidos urbanos, Icesi, www.icesi.edu.co, disponible en: http://www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/politica_de_rsu_icesi.pdf, (visitado el 20 de agosto del 2014).

Normas ambientales, www.alcaldiabogota.gov.co, disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=30007>, (visitado el 24 de agosto del 2014).

Ministerio de la protección social ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial Resolución 2115 de 2007, www.ins.gov.co, disponible en <http://www.ins.gov.co>, (visitado el 24 de agosto del 2014).

Calentamiento global, www.calentamientoglobalclima.org, disponible en: <http://calentamientoglobalclima.org>, (visitado el 26 de agosto del 2014).

Estrés hídrico: Agua en peligro, www.ecologiaverde.com, disponible en: <http://www.ecologiaverde.com>, (visitado el 26 de agosto del 2014).

Estrés hídrico. www.greenfacts.org, disponible en: <http://www.greenfacts.org>, (visitado el 26 de agosto del 2014).

Decenio internacional para la acción 'el agua fuente de vida', www.un.org, disponible en: <http://www.un.org>, (visitado el 26 de agosto del 2014).

National center of atmospheric reserch , www.ncar.ucar.edu, disponible en: <http://ncar.ucar.edu>, (visitado el 10 de septiembre del 2014).

ISO 14001, www.mincit.gov.co, disponible en: <http://www.mincit.gov.co/descargar.php?id=71438>, (visitado el 3 de Octubre del 2014).

Agua para todos. Agua para la vida, www.unesco.org, disponible en :<http://www.unesco.org/aguaparatodos>, (visitado el 3 de Octubre del 2014).

Huella hídrica en México, www.wwf.org, disponible en: <http://www.wwf.org/huellahidrica>, (visitado el 4 de octubre del 2014).

África en el horizonte: Introducción a la realidad 4, www.books.google.com.co, disponible en: <http://books.google.com.co/books/about>, (visitado el 5 de Octubre del 2014).

Academia nacional de ciencias. (2008). El agua potable segura es esencial, www.drinking-water.org, disponible en: <http://www.drinking-water.org>, (visitado el 5 de Octubre del 2014).

Islandia y sus aguas, www.notendur.hi.is, disponible en: [http:// www.notendur.hi.is/ Islandia y sus aguas](http://www.notendur.hi.is/Islandia_y_sus_aguas), (visitado el 10 de Octubre del 2014).

Servicio de agua y drenaje de Monterrey, www.sadm.gob.mx, disponible en: [http:// www.sadm.gob.mx/serviciodeagua](http://www.sadm.gob.mx/serviciodeagua), (visitado el 15 de Octubre del 2014).

Diagnóstico del agua en la Américas, www.ianas.org www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf, (visitado el 15 de Octubre del 2014).

Tercer Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo, www.unesco.org, disponible en: www.unesco.org/rescusohidrico, (visitado el 18 de Octubre del 2014).

Personeria municipal de Santiago de Cali, www.personeriacali.gov.co, disponible en: [http:// www.personeriacali.gov.co](http://www.personeriacali.gov.co), (visitado el 18 de Octubre del 2014).

Agenda ambiental Alcaldía de Santiago de Cali, www.consejoambiental.com, disponible en: [http:// www.consejoambiental.files.wordpress.com](http://www.consejoambiental.files.wordpress.com), (visitado el 20 de Octubre del 2014).

Bogota Humana, www.alcaldiabogota.gov.co, disponible en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/bogotahumana>, (visitado el 20 de Octubre del 2014).

Resolucion 2115, www.ins.gov.co, disponible en: <http://www.ins.gov.co/ministeriodeproteccionsocial>, (visitado el 20 de Octubre del 2014).

Resolucion 0811, www.ins.gov.co, disponible en: <http://www.ins.gov.co/ministeriodeproteccionsocial>, (visitado el 20 de Octubre del 2014).

Ciclo hidrológico, www.ciclohidrologico.com, disponible en: [http:// www.ciclohidrologico.com](http://www.ciclohidrologico.com), (visitado el 21 de Octubre del 2014).

Estrés hídrico: Agua en peligro, www.ecologiaverde.com, disponible en: [http:// www.ecologiaverde.com/estreshidrico](http://www.ecologiaverde.com/estreshidrico), (visitado el 21 de Octubre del 2014).

Estres hídrico, www.greenfacts.org, disponible en: [http:// www.greenfacts.org/estreshidrico](http://www.greenfacts.org/estreshidrico), (visitado el 23 de Octubre del 2014).

Calidad del agua tratada, www.aguasanitarias.com, disponible en: [http:// www.aguasanitarias.com/calidaddelagua](http://www.aguasanitarias.com/calidaddelagua), (visitado el 23 de Octubre del 2014).

Planes Integrales de Ahorro de Agua: La herramienta de la planificación, www.ecodes.org, disponible en: www.ecodes.org/plandeahorro, (visitado el 25 de Octubre del 2014).

Ecomapas, www.produccionlimpiaunal.blogspot.com, disponible en: www.produccionlimpiaunal.blogspot.com, (visitado el 25 de Octubre del 2014).

Politica de responsabilidad social universitaria Universidad Icesi, www.icesi.edu.co, disponible en: www.icesi.edu.co/contenido/pdfs/politica_de_rsu_icesi.pdf , (visitado el 30 de Octubre del 2014).

Sistema de captacion pluvial, www.rotoplas.com , disponible en: www.rotoplas.com/sistemadecaptacionpluvial, (visitado el 1 de Noviembre del 2014).

Tratamiento de aguas grises, www.greywaternet.com, disponible en: <http://www.greywaternet.com/tratameintodeaguasgrises>, (visitado el 1 de Noviembre del 2014).

González Martelo, L. F., & Sarria Guerrero, O. D. (2009). *Proyecto de grado: Determinación de la huella del recurso hídrico de la U. Icesi*. Cali.

Cantidad y uso del agua, www.cec.org, disponible en: www.cec.org, (visitado el 5 de Noviembre del 2014).

¿Qué pasa con el agua en Colombia?, www.Dinero.com, disponible en: <http://www.Dinero.com>, (visitado el 7 de Noviembre del 2014).

Los siete males de los siete rios de Cali, www.caliescribe.com, disponible en: www.caliescribe.com/lossietemalesdelossieteriesdecali, (visitado el 10 de Noviembre del 2014).

Cali hay siete ríos que reclaman atención urgente, www.ccc.org.co, disponible en: <http://www.ccc.org.co>, (visitado el 10 de Noviembre del 2014).

Water Footprint Network, www.waterfootprint.org, disponible en: <http://www.waterfootprint.org> , (visitado el 10 de Noviembre del 2014).

Plantas Potabilizadoras de agua, www.aguasdesantarosa.com, disponible en: <http://www.aguasdesantarosa.com/platapotabilizadoradeagua> , (visitado el 15 de Noviembre del 2014).

Guía para el ciudadano sobre eltratamiento con Carbon Activado, www.epa.gov , disponible en:

http://www.epa.gov/superfund/action/spanish/pdfs/es_activ_carbon.pdf, (visitado el 15 de Noviembre del 2014).

Suavización exponencial doble: Método de Holt, www.ingenieriaindustrialonline.com, disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/suavizacionexponencialdoble>, (visitado el 15 de Noviembre del 2014).

Unicesi Plataforma de medios de comunicación de la Universidad Icesi. *Icesistas cran Dippel, el nuevo videojuego para el cuidado del agua*, www.icesi.edu.co, disponible en: <http://www.icesi.edu.co/unicesi/2014/08/19/icesistas-crean-dippel-el-nuevo-videojuego-para-el-cuidado-del-agua/>, (visitado el 15 de Noviembre del 2014).

Arroyave Rojas, J. A. (2012). *Programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia*. Medellín.

12 ANEXOS

12.1 Anexo 1: Registros de lecturas – medidor consumo de agua potable.

MES:	NOVIEMBRE			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	245945			
2	246116	246150		
3				
4				
5	246359	246442	246474	246483
6	246531	246592	246638	246657
7	246706	246765	246806	246826
8	246877	246919	246956	246993
9	247040	247078		247416
10				
11				
12	247285	247337	247377	24746
13	247467	247530	247576	247594
14	247643	247705	247750	247766
15	247819	247901	247949	247944
16	247993	248032		
17				
18	248168	2488221	248257	248272
19	248321	248375	248397	248441
20	248494	248562	248590	248605
21	248656	248723	248746	248761
22	248810	248873	248895	248918
23	248974	249011		
24				
25	249150	249211	249233	249232
26	249289	249337	249371	249379
27	249433	249489	249523	249527
28	249580	249634	249662	249665
29	249728	249779	249812	249819
30	249871	249909		

MES:	DICIEMBRE			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	249989	249998	250012	2500019
2	250041	250073	250122	250162
3	250173	250201	250248	250278
4	250295	250338	250374	250404
5	250430	250468	250496	250528
6	250553	250588	250617	250657
7	250679	250711	250733	250756
8	250768	250786	250809	250829
9	250850	250880	250911	250971
10	251065	251094	251100	251105
11	251111	251134	251175	251216
12	251257	251280	251298	251336
13	251351	251396	251443	251463
14	251493	251533	251551	2511580
15	251609	251649	251699	251711
16	251725	251762	251798	251833
17	251817	251917	251943	251983
18	252006	252036	252072	252101
19	252172	252203	252258	252286
20	252302	252341	252360	252401
21	252451	252486	252510	252575
22	252493	252519	252569	252612
23	252664	252669	252674	252679
24	252684	252689	252694	252699
25	252705	252711	252716	252722
26	252729	252735	252740	252748
27	252754	252759	252764	252769
28	252774	252779	252784	252789
29	252794	252801	252801	202811
30	252816	252821	252826	252831
31				

MES:	ENERO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1				
2	252893	252931	252970	252998
3	253082	253118	253126	253138
4	253145	253180		
5				
6				
7	253290	253313	253335	253370
8	253379	253402	253430	253460
9	253471	253495	253527	253578
10	253883	253910	253918	253562
11	253974			
12				
13	254450	254116		
14	254205	254267		
15	254360	254425		
16	254510	254581	254662	
17	254673	254738	254793	
18	254820	254858		
19				
20	254975	255035	255090	255091
21	255123	255195	255248	255260
22	255295	255368	255419	255430
23	255498	255530	255578	255593
24	255625	255696	255648	255761
25	255787	255810		
26				
27	255896	255972	256028	256036
28	256061	256136	256199	256205
29	256231	256312	256378	256382
30	256435	256485	256506	256561
31	256579	256628	256652	256667

MES:	FEBRERO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	256749	256772		
2				
3	256860	256945	256998	257006
4	257245	257110	257149	257202
5	257230	257298	257326	257369
6	257404	257488	257523	257552
7	257579	257653	257677	257721
8	257744	257774		
9				
10	257887	257961	258002	258029
11	258068	258165	258200	258230
12	258264	258350	258389	258418
13	258454	258536	258582	258613
14	258645	258717	258149	258789
15	258822	258898		
16				
17	258988	259253	259095	259121
18	259159	259258	259281	259316
19	259352	259435	259473	259500
20	259534	259621	259654	259680
21	259723	259810	259837	259871
22	259900	260146		
23				
24		260126	260146	260167
25	260195	260266	260323	260352
26	260376	260451	260499	260525
27	260552	260629	260654	260695
28	260725	260791	260835	260872

MES:	MARZO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	260898	260931		
2				
3	261050	261144	261175	261202
4	261232	261333	261361	261396
5	261429	261515	261544	261580
6	261609	261708	261736	261765
7	261802	261885	261906	261957
8	262000	262026		
9				
10	262144	262237	262274	262301
11	262334	262430	262457	262488
12	262530	262622	262641	262680
13	262701		262867	262883
14			263051	263078
15				
16				
17		263340		263420
18			263595	263622
19	263657	263745	263774	263799
20	263838	263925	263926	263945
21	264034	264110	264153	264196
22	264208	264235		
23				
24				
25	264371	264371	264474	264514
26	264570	264653	264684	264720
27	264748	264835	264888	264908
28	264949	265022	265099	265128
29	265151	265179		
30				
31	265318	265404	265456	265499

MES:	ABRIL			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	265530	265612	265663	265720
2	265750	265843	265891	265916
3	265956	266050	266101	266134
4	266163	266257	266293	266326
5	266352	266392		
6				
7	266692		266642	266662
8	266692	266791	266840	266862
9	266921	267025	267063	267086
10	267120	267217	267262	267284
11	267318	267397	267437	267459
12	267484	267506		
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21	268076	268171	268208	268230
22	268262	268342	268389	268410
23	268449	268538	268574	268598
24	268639	268931	268776	268791
25	268830	268903	268946	
26	269015			
27				
28				269306
29	269330	269418	269457	269479
30	269513	269592	269621	269661

MES:	MAYO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1				
2	269716	269803	269856	269891
3	269899			
4				
5	270048	270160	270193	270226
6	270254	270338	270373	270397
7	270422	270471	270526	270564
8	270596	270690	270721	270746
9	270782	270847		270921
10	270947	270999		
11				
12	271103	271184	271239	271263
13	271296	271382	271411	271430
14	271466	271541	271576	271595
15	271625	271702	271728	271750
16	271784	271842	271886	271908
17	271939	271973		
18				
19	272070	272132	272159	272183
20	272220	272820	272307	272335
21	272369	272420	272458	
22	272519	272568	272619	
23	272692	272745		
24				
25				
26	272948	272999	273032	273032
27	273090	273134	273171	273197
28	273230	273287		273335
29	273370	273421	273446	273465
30	273496	273556	273580	273602
31	273632	273677		

MES:	JUNIO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1				
2				
3	273843	273900	273925	
4	273977	274031	274058	
5	274104	274161	274192	
6	274243	274296	274328	
7	274384	274410		
8				
9	274521	274588	274641	
10	274664	274723	274779	
11	274795			
12	274930	274987		
13	275057	275099		
14	275190	275248		
15				
16	275377	275403		
17	275479	275527		
18	275610	275665		
19	275776	275830		
20	275925	275974		
21	276120	276166		
22				
23				
24	276337	276388		
25	276478	276527		
26	276638	276671		
27	276753	276804		
28				
29				
30				

MES:	JULIO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	277006	277053		
2	277177	277234	277270	
3	277337	277482	277435	
4	277495			
5	277634			
6				
7	277911	277976	278050	
8	278157	278179	278230	
9	278309	278366	278422	
10	278500	278557	278601	
11	278672	278733	278783	
12				
13				
14	279151	279219	279274	
15	279373	279430	279689	
16	279570	279639	279906	
17	279772	279830		
18	279998	280077	280124	
19	280254	280300		
20				
21	280554	280609		280774
22	280811	280889		281042
23	281067			281240
24	281269	281304		281354
25	281371			
26	281476	281537		
27				
28	281587	281661		281710
29	281735	281821		281881
30	281907	281987		282048
31	282079	282180	282200	282235

MES:	AGOSTO			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	282265	282334	282365	282391
2	282424			
3				
4	282572			282722
5				282908
6	282739	283011	283054	282089
7				
8	283145	283229		283295
9	283318			
10				
11	283455	283527	283671	283598
12	283926	283715	283739	283757
13	283757	283777	283787	283802
14	283813	283835	283845	283856
15	283865	283885		283905
16	283915	283929		
17				
18				
19	284003	294112		284178
20	284221	284284		284384
21	284414	284535	284578	284625
22	284655	284743	284792	284821
23	284860	284875		
24				
25	285182	285275	285313	285340
26	285379	285479	285515	285548
27	285577	285656	285721	285740
28	285779	285872	285899	285955
29	285971	286059	286099	286139
30	286166	286215		
31				

MES:	SEPTIEMBRE			
FECHA	7:00	13:00	17:00	19:00
1	286310	286408	286446	286464
2	286496	286600	286637	
3	286704	286796	286838	286884
4	286911	287020	287042	287088
5	287118	287202		287274
6	287401	287353		
7				
8	287422	287512	287550	287578
9	287601	287696	287737	287773
10	287796	287899	287220	287961
11	287986	288068	288105	288149
12	288174	288251	288282	288319
13	288348	288400		
14				
15	288468	288566	288601	288624
16	288654	288752	288793	288820
17	288848	288942	288966	289005
18	289036	289133	289258	289297
19	289230	289328	289359	289380
20	289415	289466		
21				
22	289514	289514	289653	289670
23	289700	289792	289834	289863
24	289891	290012	290057	290104
25	290130	290198		
26				
27				
28				
29				
30				

12.3 Anexo 3: Mapa de fuentes de agua de la Universidad Icesi

