

Ahorro y uso responsable del agua en el sistema institucional de gestión ambiental SAURA en la Universidad El Bosque

Savings and responsible use of water within the environmental management institutional system (SAURA) at Universidad El Bosque

Jaime Alberto Romero-Infante, Rafael André Moré-Jaramillo, Luz Ángela Luna-Castillo.

Resumen



El presente artículo relaciona el plan de ahorro y uso responsable del agua para la Universidad El Bosque, desarrollado dentro del sistema institucional de gestión ambiental -SIGA.

El plan de ahorro y uso responsable del agua, busca la eficiencia en las operaciones que requieran de este recurso, el cambio autónomo de conducta de la comunidad universitaria para su ahorro y uso responsable, y las estrategias para el cumplimiento de los parámetros de calidad del vertimiento. De esta forma, los objetivos del plan están encaminados al desarrollo de un diagnóstico del consumo de agua y calidad de vertimientos en la institución, la identificación de oportunidades de mejora, el desarrollo de estrategias para el ahorro y uso responsable del recurso, al igual que un sistema de disposición final de aguas residuales para la universidad, que conlleve a mejorar la calidad de los vertimientos que se producen.

De esta manera, el plan formulado se enmarca dentro de las estrategias de producción y consumo sustentable, utilizando metodologías de la rama de

la administración e ingeniería, como el análisis de Pareto y el método Itacone, de la psicología organizacional, como el

Abstract



The following article reports results on water-saving levels and presents the “responsible water use” plan at Universidad El Bosque (a plan carried out within the institutional system of environmental management).

The water savings and the responsible water-use plan is intended for efficiency in the different operations that might require this natural resource; the plan also addresses autonomous change in the behavior of the university community for water preservation and responsible use, and various strategies to fulfill the shedding quality parameters. Thus, the objectives of the plan deal with performing a diagnosis of water consumption and shedding quality at the institution by identifying improvement opportunities, developing strategies to save and use this resource responsibly as well as a final deployment of a waste-water system for the university in order to improve the quality of ongoing discharges.

Thus, the formulated plan is part of the strategies for sustainable production and consumption. The plan also involves administration and engineering methodologies from organizational psychology (such as Pareto analysis and the Itacone method) as the autonomous conduct-transformation system for obtaining

Recibido: Febrero 11 de 2013 Aprobado: Mayo 9 de 2013

Tipo de artículo: Artículo de Investigación científica y tecnológica.

Afiliación Institucional de los autores: Universidad El Bosque

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés.

sistema de transformación autónomo de la conducta para el comportamiento limpio, entre otros. De esta forma, se generan las estrategias que desde lo técnico y desde la organización se deben desarrollar para poder cerrar la brecha entre la situación actual y la ideal.

Palabras claves: Agua, sistema manejo, responsabilidad, consumo y uso del agua.

a clean behavior, among other results. Thereby, the strategies that must be developed to narrow the gap between the current situation and an ideal situation are created from a technical and organizational viewpoint.

Keywords: Water, system, management, responsible consumption, water use, responsibility

Introducción

La importancia del cuidado y conservación del agua se debe a diferentes problemáticas que existen entorno a la calidad y cantidad de agua disponible para consumo humano. A nivel mundial, existen 1.100 millones de personas que carecen de instalaciones necesarias para abastecerse de agua y 2.400 millones no tienen acceso a sistemas de saneamiento [1]. Según el IDEAM [2], la oferta hídrica neta por habitante supera los 34000m³ del mismo modo, aunque afirma que actualmente Colombia no se encuentra en crisis por escases del agua en gran parte de su población, para el año 2016 la oferta aprovechable del recurso puede reducirse considerablemente en un 2% anual, si se tiene en cuenta el crecimiento de la población y el aumento de las actividades industriales, y no se toman acciones o medidas que eviten el mal manejo por gasto innecesario y por contaminación del recurso o medidas de control sobre la deforestación y daño a los ecosistemas.

El estudio realizado sobre consumo de agua en la Universidad El Bosque muestra un promedio de 1305,94m³ mensuales (dato calculado entre noviembre - diciembre de 2008 y febrero - marzo 2010), enmarcados dentro de una afluencia de individuos promedio de 7641 estudiantes, 1080 docentes y 378 administrativos, para un total de 9099 personas [3]. El estudio revala igualmente, que gran parte de la tecnología utilizada en cada una de las actividades que requieren el uso del recurso, son de tipo convencional, existiendo en el mercado variedad de tecnologías alternativas para el ahorro del recurso. En relación, se proponen diferentes alternativas y métodos que contribuyen a la disminución del consumo de agua en la universidad El Bosque durante el desarrollo de

sus diferentes actividades. De esta forma, se identifica y desarrolla el Subsistema de Ahorro y Uso Responsable del Agua –SAURA-, cuyo alcance es la integración y administración de sus partes (humanas, organizacionales y tecnológicas), con el fin de optimizar el consumo de agua y hacer uso responsable del recurso.

Es importante resaltar que el objetivo general del Sistema Institucional de Gestión Ambiental - SIGA es mejorar el desempeño ambiental de la Universidad El Bosque, operando de forma interdisciplinaria y relacionada entre subsistemas. Es por esto que el Subsistema de Ahorro y Uso Responsable del Agua - SAURA, no sólo es importante y prioritario para el ahorro del recurso, sino para el adecuado manejo y eficiencia de los demás subsistemas del SIGA. La importancia del SAURA entonces, no sólo radica en el administrar eficientemente un recurso no renovable, vital para la subsistencia de la vida en el planeta, sino por ser un subsistema transformador de conductas de la comunidad universitaria, privilegiando el enfoque bio-sico-social de la organización.

Sistema institucional de gestión ambiental

El Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA, nace en la Universidad El Bosque a partir del año 2008 con el acuerdo 9616, formando un equipo de trabajo cuya cabeza está en el Grupo Administrativo de Gestión Ambiental –GAGA- (órgano asesor), un Grupo Operativo el cual implementa las estrategias formuladas en los planes y un grupo de estudiantes de todas las carreras denominado “U.ECOS” (universidad ecológica y sisté-

mica) que genera propuestas e iniciativas para mejorar el desempeño ambiental de la universidad, actualmente el SIGA contempla un conjunto de subsistemas (Diagrama 1) que ejecutan acciones integralmente, a favor de la reducción de los impactos ambientales negativos que la Universidad genera al entorno. Así mismo, busca optimizar y mejorar la eficiencia en la administración de los procesos que se encuentran involucrados en cada uno de éstos subsistemas. [4]

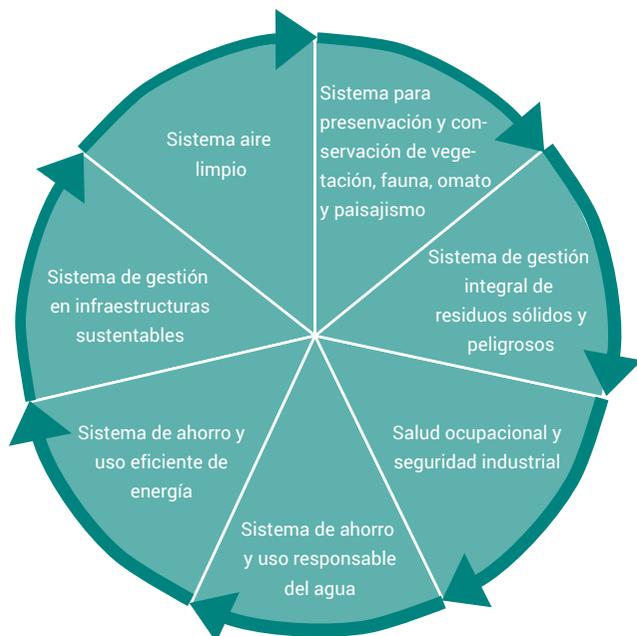


Diagrama 1: Sistema Institucional de Gestión Ambiental -SIGA- [5].

El objetivo general del SIGA es mejorar el desempeño ambiental de la Universidad El Bosque, mediante la operación e integración de cada uno de los subsistemas, con el propósito de permitir a nuestra comunidad un mejor bienestar y calidad de vida. El propósito del SIGA es gestionar recursos sociales, ecológicos y económicos para integrar las unidades académicas y administrativas de la Universidad, mediante operaciones y proyectos que buscan el equilibrio ambiental, de forma que se permita a la comunidad universitaria vivir en un ambiente sano y limpio, a la institución obtener reconocimientos por su labor de sustentabilidad y brindar a la comunidad ejemplos y alternativas de desarrollo sustentable latinoamericano de organizaciones productivas.

Es por esto, que se hace necesario que en el sistema se desarrollen alternativas que contribuyan positivamente al Sistema de Ahorro y Uso Responsable del Agua – SAURA- teniendo en cuenta, que este es un recurso no renovable, de gran importancia para que los seres vivos puedan existir, por lo cual, debe ser tratado y usado de forma responsable por cada uno de los miembros de la institución, resaltando el enfoque bio-sico-social de la universidad.

Problemática ambiental a resolver

El consumo de agua en la Universidad El Bosque contempla varios aspectos y actividades que involucran el uso de agua potable; sin embargo, muchas de estas no necesariamente deben realizarse con este tipo de agua.

Los sistemas tecnológicos actuales son de tipo convencional, es decir, no cuentan con sistemas de control de salida de agua lo que relega en gran parte el uso del agua al usuario o consumidor. Todo esto implica un gasto económico adicional para la institución.

Situación ideal ¹

La universidad implementa buenas prácticas de ahorro y uso responsable del agua, en donde la comunidad es consciente acerca de la importancia que conlleva darle un buen manejo al recurso hídrico, y se instalan tecnologías que contribuyen a su administración responsable; a través de campañas que incentivan positivamente al cambio de la conducta y de la reutilización del recurso obtenido, ya sea por la implementación de un sistema de tratamiento de vertimientos y posterior uso y/o por aguas lluvias.

Subsistema de ahorro y uso responsable del agua de la Universidad El Bosque.

El SAURA se ha venido desarrollando en diferentes fases y periodos desde el año 2009 hasta el 2011, a través de la realización de diferentes estudios y la utilización de herra-

1. La Situación Ideal, hace referencia a lo que se quiere lograr una vez ejecutado el proyecto.

mientas y métodos como el ITACONE² [6] y el TACCOL³ [7], que conllevaron a la formulación del Plan de Ahorro y Uso Responsable del Agua - PAURA, dentro del cual se realizó un diagnóstico situacional y posteriormente la determinación de los puntos críticos de alto consumo de recurso hídrico a tratar con mayor prioridad, a fin de poder dar un ahorro y uso responsable del agua dentro del campus universitario. [6],[7].

Definición y descripción del sistema de ahorro y uso del agua –SAURA–

El –SAURA- para la Universidad El Bosque propuesto en el diagrama 2, tiene como alcance la integración y administración de sus partes (humanas, organizacionales y tecnológicas), con el fin de optimizar el consumo de agua y hacer uso responsable del recurso; está compuesto por una parte humana y otra física; la primera hace referencia a los diferentes grupos o personal que actualmente está vinculado, directa o indirectamente con el recurso hídrico, y que así mismo forman parte importante del equipo de trabajo, para el adecuado funcionamiento del sistema. Dentro de éstos se encuentran:

- Grupo Administrativo de Gestión
- Ambiental -GAGA-
- Estudiantes.
- Grupo Operativo.
- Recursos Humanos.
- Finanzas.

En la parte física, se resalta la participación de entes externos a la universidad, pero que tienen relevancia

dado que trabajan para proveer o tratar el recurso hídrico de la misma.

A continuación se enlistarán las partes físicas del sistema SAURA:

- **Recolección y transporte:** Entendido desde la toma del recurso hídrico, directamente desde el páramo de Chingaza o ríos, y su transporte hasta la Universidad El Bosque.
- **Equipos:** Son todos aquellos utilizados para el suministro y disposición de agua en diferentes actividades que requieren de ella; como por ejemplo, los inodoros, los lavamanos, las mangueras, grifos, entre otros.
- **Sistemas de Almacenamiento:** Son los tanques de reserva de agua potable con los que actualmente cuenta la universidad.
- **Vertimientos y Alcantarillado:** Se considera vertimiento al agua que se dispone en los sistemas de alcantarillado de la universidad, como por ejemplo los sifones y rejillas.
- **Plantas de tratamiento:** la universidad NO cuenta con plantas de tratamiento de aguas residuales; por lo cual, el agua al ser vertida y transportada a través del sistema de alcantarillado de Bogotá, se conduce a la planta de tratamiento del Salitre, en donde es tratada con el fin de ser vertida al río Bogotá ó reutilizada en otras actividades que no requieran el uso de agua potable [8].
- **Recursos Físicos:** Toda la planta física de la universidad El Bosque, en donde se desarrollan las actividades, para los diferentes determinantes que involucran consumo y disposición de agua.

Se debe tener en cuenta, que la interacción entre la parte física y humana debe ser constante e integral en todo el sistema, si se quiere hacer que éste funcione de manera coordinada y acorde con los objetivos y metas que la Universidad desee mantener dentro del mismo.

2. Método diseñado por investigadores del Grupo Choc lzone de la universidad El Bosque, con el fin de darle solución a problemas recurrentes que requieren de la aplicación de tecnologías creativas en contextos socio- económicos y culturales latinoamericanos.

3. Método que facilita al usuario herramientas a través de las cuales logra resolver problemáticas generadas en los subsistemas asociados al Sistema Institucional de Gestión Ambiental –SIGA-, indicando paso a paso cada uno de los criterios que permiten lograr la transformación de un comportamiento insostenible a uno autónomamente limpio.

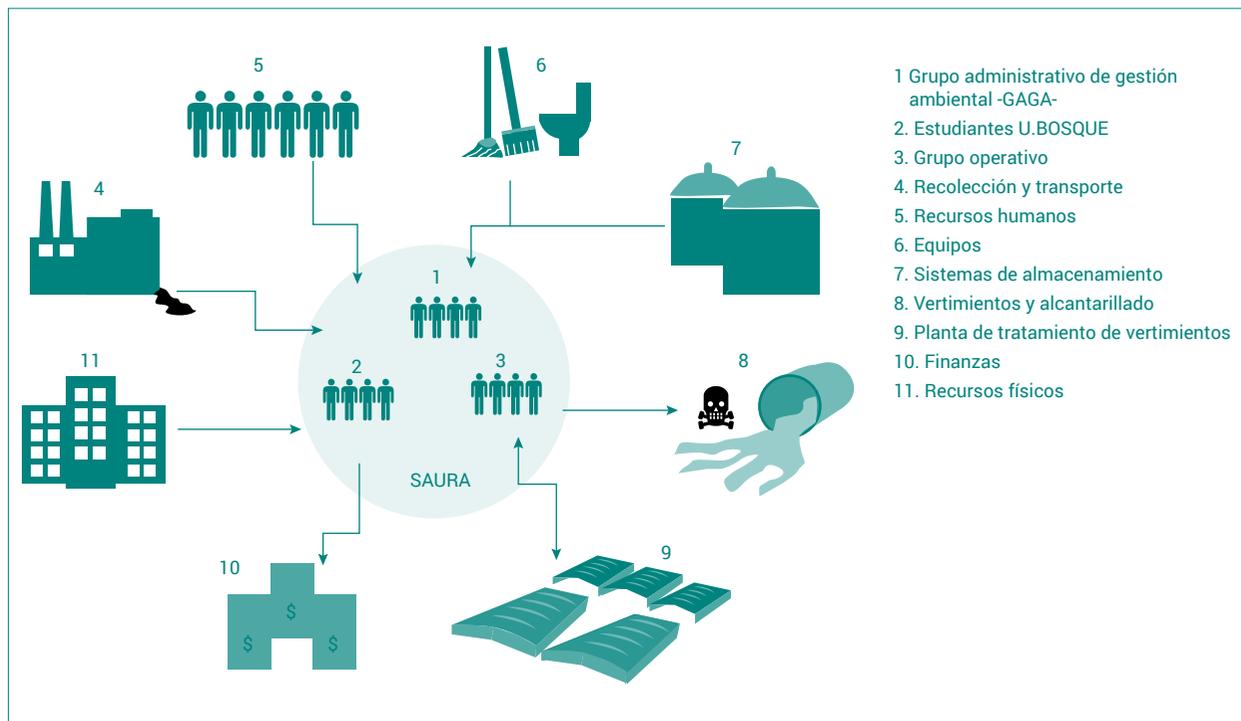


Diagrama 2: Sistema de Ahorro y Uso Responsable del Agua -SAURA-, para la universidad El Bosque.

Levantamiento de procesos y consumos establecidos

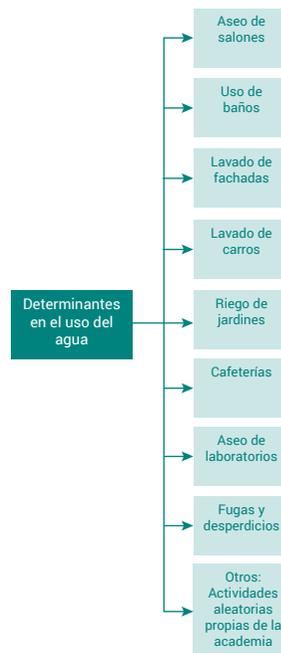
Dentro de los diferentes procesos que se llevan a cabo en la universidad, se destacan el lavado de salones, fachadas, baños, riego de jardines, entre otros; los cuales son realizados con agua potable y posteriormente vertidos, a través de los diferentes sistemas de disposición de agua con los que cuenta la institución.

Para los anteriores procesos, se establecieron diferentes niveles de consumo según el periodo del año, teniendo en cuenta la influencia que tiene la demanda de personal dentro de la institución, la cual hace uso del recurso hídrico.

El consumo de agua en la Universidad El Bosque, presenta dos variaciones importantes según la época del año. En este contexto son de resaltar los periodos entre enero-mayo y julio-noviembre (periodos académicos), mayo-junio y diciembre-enero (periodos vacacionales).

De esta forma, el desarrollo de las actividades o determinantes que involucran el uso del agua, varían según la necesidad y el personal o la demanda de uso.

Figura 1: Determinantes en el uso del agua en la universidad El Bosque. Año 2010.



- **Lavado de Baños:** El consumo de agua para esta actividad, presenta variaciones considerables según la época del año. En los periodos de enero-mayo y julio-noviembre, el volumen promedio registrado para ésta actividad es de 76,29m³/mes, en comparación con mayo-junio cuyo dato registrado es de 61,03 m³/mes y 3,81 m³/mes para diciembre-enero.
- **Uso de Baños:** El consumo de agua para esta actividad varía en los periodos de enero-mayo y julio-noviembre, donde el volumen promedio registrado es de 824,04m³/mes, en comparación con mayo-junio y diciembre-enero, cuyo dato registrado es de 659,23m³/mes y 41,20m³/mes respectivamente; así mismo, las tecnologías existentes dentro de la institución se encuentran divididas en convencionales (de mayor consumo) y no convencionales (ahorradoras), con un total del 21% y 79% respectivamente, contempladas de la siguiente manera:
 - » Sanitarios:
 - » Total: 138
 - » 29 unidades con capacidad de 1.1Gpm
 - » 109 unidades con capacidad de 1.6Gpm
 - » Orinales:
 - » Total: 35
 - » 7 unidades con capacidad de 0.5Gpm
 - » 28 unidades con capacidad de 1Gpm
 - » Lavamanos
 - » Total 125
 - » 26 unidades con capacidad de 1.8Gpm
 - » 99 unidades con capacidad de 2.5Gpm
 - » Duchas
 - » Total 4: capacidad 2.5Gpm
- **Cafeterías:** El consumo de agua para esta actividad, presenta variaciones considerables según la época del año. En enero-mayo y julio-noviembre, el volumen promedio registrado para ésta actividad es de 125,8m³/mes, en comparación con mayo-junio, cuyo dato registrado es de 113,22m³/mes y diciembre – enero con 0m³/mes.

Estas variaciones, están directamente asociadas con el número de personal que asiste a las instalaciones de la universidad y a la frecuencia de ventas o pres-

tación de servicio en estas áreas. De esta manera, se considera que para la época de mayo-junio existe una reducción del 10% y de diciembre-enero el 100% sobre el consumo para esta actividad.

- **Actividades aleatorias:** Estas actividades están asociadas a las actividades académicas, y que requieren del uso de agua por parte de los estudiantes. El consumo de agua para esta actividad, varía en los periodos de enero-mayo y julio-noviembre, donde el volumen promedio registrado para ésta actividad es de 13,08m³/mes, en comparación con los datos registrados en las épocas de mayo-junio y diciembre-enero, cuyo dato registrados son de 10,460m³/mes y 0m³/mes.

Estas variaciones, están directamente asociadas con el número de personal que asiste a las instalaciones de la universidad y a la frecuencia de uso del agua en las diferentes actividades académicas. En este contexto, se considera que al haber reducción del personal asistente a la universidad, para la época de mayo-junio existe una reducción del 20% y de diciembre-enero del 100% sobre el consumo para esta actividad.

Las variaciones correspondientes al consumo de agua por lavado y uso de baños, cafeterías y actividades aleatorias, están directamente asociadas con el número de personal que asiste a las instalaciones de la universidad y a la frecuencia de uso y necesidades de prestación de servicios por parte de los mismos en estas áreas. De esta forma, se considera que para la época de mayo-junio existe una reducción del 20% y de diciembre-enero del 5% sobre las actividades de uso y lavado de baños; de un 10% y un 100% y de un 20% y 100% para las cafeterías y las actividades aleatorias respectivamente, para las mismas épocas del año.

Para el primero de estos, se tuvo en cuenta que ésta época puede ser considerada como periodo de vacaciones; la universidad continúa desarrollando actividades académicas, administrativas y de otra índole, que hacen que el número de personal asistente a la institución se reduzca a nivel de estudiantes y docentes (no en su totalidad, puesto que aún se continúan las actividades académicas), factor que contribuye a la disminución en la frecuencia

de lavado y uso de baños en las instalaciones, en los niveles de prestación del servicio, que está directamente asociado a número de platos vendidos, necesidad de lavado de instrumentos e implementos de cocina, entre otros, para el caso de las cafeterías y, por último en la frecuencia del uso de recurso hídrico, para el desarrollo de las diferentes actividades aleatorias asociadas a la academia.

Por el contrario, se resalta que la universidad en la época de diciembre-enero, reduce el desarrollo de sus actividades en gran medida a razón que entra en periodo de vacaciones, el cual va desde la segunda semana de diciembre hasta la segunda semana de enero, por lo cual los niveles de población se reducen en cuanto a docentes, administrativos y estudiantes. Factores que influyen en la frecuencia de lavado y uso de baños para la universidad. Así mismo, al no haber demanda en la prestación del servicio, para el caso de las cafeterías, éstas cierran por lo que no se genera consumo de agua; lo que sucede de igual manera en las actividades aleatorias asociadas a la academia.

- **Riego de Jardines:** Se mantiene constante durante todo el año, dado que es una actividad que requiere de atención constante por parte de la persona encargada de esta labor, dado que dependen del clima y de las necesidades de la planta y su riego puede variar de cada 20 días hasta 3 veces por semana. Sin embargo, es importante resaltar que el volumen de agua utilizada puede variar en épocas altamente lluviosas, razón por la cual la periodicidad de riego se puede realizar entre lapsos de tiempo más prolongados.
- **Aseo de Salones:** El consumo de agua para esta actividad, presenta variaciones considerables según la época del año. En los periodos de enero-mayo y julio-noviembre, el volumen promedio registrado para ésta actividad es de $1,42\text{m}^3/\text{mes}$, en comparación con mayo-junio y diciembre-enero, cuyo dato registrado es de $8,54\text{m}^3/\text{mes}$.

En los meses de mayo-junio y diciembre-enero se presenta un aumento considerable del consumo de agua para esta actividad, debido a que los procesos de aseo general de lavado de salones se realizan en estas épocas; contrario a lo que sucede en el resto del año,

dado que los consumos de agua para éstas áreas se realizan por razones estrictamente necesarias.

- **Lavado de Carros:** Para los periodos de enero-mayo y julio-noviembre, el volumen promedio registrado para ésta actividad es de $0,2\text{m}^3/\text{mes}$, (tomando en cuenta que se lavan alrededor de 7 carros por día con un sistema de lavado a presión que consume alrededor de 1 galón de agua cada 4 carros), en comparación con los periodos de mayo-junio y diciembre-enero, cuyo dato registrado es de $0,01\text{m}^3/\text{mes}$.

En los meses de mayo-junio y diciembre-enero se presenta una disminución del consumo de agua para esta actividad, debido a la reducción del personal asistente a las instalaciones de la universidad, razón que conlleva a la reducción en el número de automóviles y en consecuencia el número de carros a lavar. Contrario a lo que sucede en el resto del año, donde el número de carros a lavar se mantiene, dado que el personal que asiste a la universidad no presenta variaciones considerables.

- **Aseo de Laboratorios:** Los periodos de enero-mayo y julio-noviembre, el volumen promedio registrado para ésta actividad es de $0,36\text{m}^3/\text{mes}$, en comparación con los datos registrados para mayo-junio y diciembre-enero de $0,28\text{m}^3/\text{mes}$.

Estas variaciones están asociadas a la periodicidad de aseo de los laboratorios, los cuales se realizan una vez por semana durante enero-abril y julio-noviembre; a diferencia de lo que sucede en los periodos de mayo-junio y diciembre-enero, en donde se hace un único aseo de forma general, factor que contribuye a la disminución del consumo en éstas épocas del año.

- **Lavado de Fachadas:** El lavado de fachadas realizado una vez al año, durante la época de diciembre-enero, con un registro estimado de $990,7\text{m}^3/\text{mes}$, valor que no representa sobrecostos para la universidad, dado que gran parte de las actividades anteriormente mencionadas, disminuyen altamente sus valores de consumo, al no haber presencia de personal estudiantil, ni actividades académicas en este periodo.
- **Fugas y Desperdicios:** El valor calculado para este determinante no presenta variaciones, si se tiene en

cuenta el tipo de tecnologías existentes, las fallas que se pueden presentar en algunas de ellas y las fugas internas.

Las actividades anteriormente mencionadas, impactan directamente en el consumo total registrado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá –EAAB-; en este contexto se establecen consumos estimados de 1308,44 m³/mes, 1324,99 m³/mes y 1120,02 m³ /mes para los periodos de enero-abril y julio-noviembre, mayo-junio y diciembre - enero respectivamente.

La población y el tipo de tecnologías usados en cada uno de los determinantes mencionados, son claves para la marcación del consumo del recurso hídrico en la Universidad El Bosque, el cual puede presentar variaciones según el personal, el tipo de tecnologías existentes y los métodos establecidos para cada uno de éstos. Así mismo, se pueden presentar variaciones en los niveles de consumo en los meses de marzo ó abril y octubre, épocas donde se celebra la semana santa y la semana de receso.

Las tablas 1, 2 y 3 y los Diagramas 3,4 y 5 muestran los niveles de consumo, según la época del año en que se presenten.

Diagrama 3: Consumo promedio de agua por determinante, periodo académico ene-may y jul-nov. Universidad El Bosque.

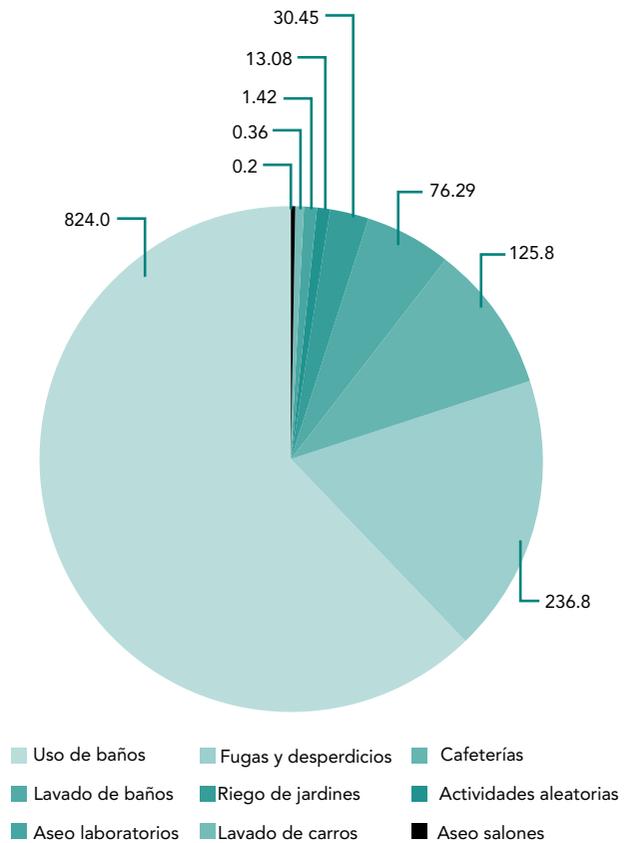


Tabla 1: Consumo promedio de agua por determinante, periodo académico ene-may y jul-nov. Universidad El Bosque.

Determinante	Volumen (m ³ /mes)	Porcentaje consumo
Riego de jardines	30,45	2,33%
Lavado de baños	76,29	5,83%
Uso de baños	824,04	62,98%
Aseo de salones	1,42	0,11%
Lavado de carros	0,2	0,02%
Cafeterías	125,8	9,61%
Aseo de Laboratorios	0,36	0,03%
Actividades Aleatorias	13,08	1,00%
Fugas y desperdicios	236,8	18,10%
Total	1308,44	100,00%

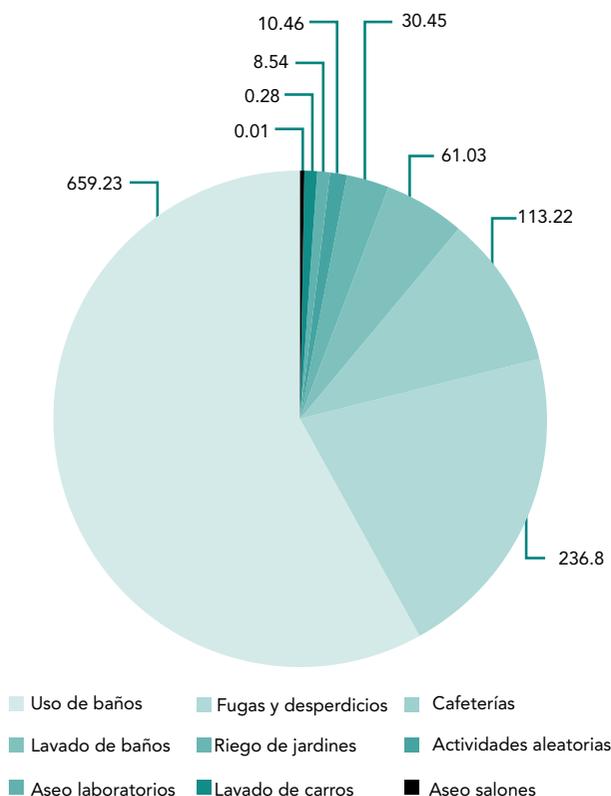
Fuente: Autor

Tabla 2: Consumo agua promedio por determinante, periodo de vacaciones mayo-junio. Universidad El Bosque.

Determinante	Volumen (m ³ /mes)	Porcentaje consumo
Riego de jardines	30,45	2,72%
Lavado de baños	61,03	5,45%
Uso de baños	659,23	58,86%
Aseo de salones	8,54	0,76%
Lavado de carros	0,01	0,00%
Cafeterías	113,22	10,11%
Aseo de Laboratorios	0,28	0,02%
Actividades Aleatorias	110,46	0,93%
Lavado fachadas	0	0,00%
Fugas y desperdicios	236,8	21,14%
Total	1120,02	100,00%

Fuente: Autor

Diagrama 4: Consumo promedio de agua por determinante, periodo vacaciones may-jun. Universidad El Bosque.



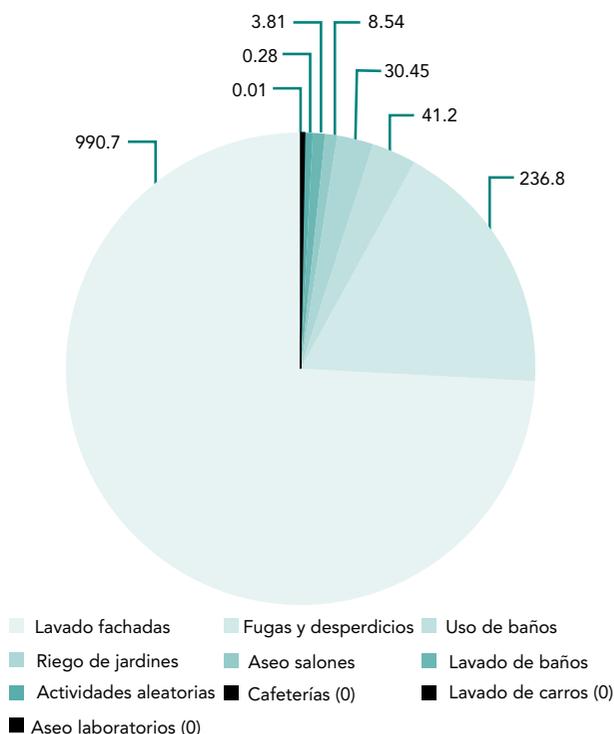
Fuente: Autor

Tabla 3: Consumo promedio de agua por determinante, periodo de vacaciones dic-ene. Universidad El Bosque.

Determinante	Volumen (m³/mes)	Porcentaje consumo
Riego de jardines	30,45	2,32%
Lavado de baños	3,81	0,29%
Uso de baños	41,2	3,14%
Aseo de salones	8,54	0,65%
Lavado de carros	0,01	0,00%
Cafeterías	0	0,00%
Aseo de Laboratorios	0,28	0,02%
Actividades Aleatorias	0	0,00%
Lavado de fachadas	990,7	75,52
Fugas y desperdicios	236,8	18,05%
Total	1311,79	100,00%

Fuente: Autor

Diagrama 5: Consumo promedio de agua por determinante, periodo de vacaciones dic-ene. Universidad El Bosque.



Fuente: Autor

Caudales de vertimiento

Tabla 4: Vertimiento de agua por determinante, periodo académico ene-may y jul-nov. Universidad El Bosque.

Determinante	Volumen (m³/mes)	Porcentaje consumo
Riego de jardines	0,00	0,00%
Lavado de baños	12,21	0,96%
Uso de baños	963,86	75,59%
Aseo de salones	1,14	0,09%
Lavado de carros	0,01	0,00%
Cafeterías	79,25	6,22%
Aseo de Laboratorios	0,29	0,02%
Actividades Aleatorias	5,23	0,41
Fugas y desperdicios	213,12	16,71%
Total	1275,11	100,00%

Fuente: Autor

La tabla 4, muestra los porcentajes de vertimientos generados durante las épocas de enero-mayo y julio-noviembre, con un valor teórico calculado en 1275,58m³/mes, para un periodo de 15,5 horas que cubren desde las 6:30 am hasta las 10:00 pm, tiempo donde se ejecutan cada uno de los determinantes mencionados, con base en los caudales citados en el permiso de vertimientos para la universidad El Bosque, realizados por la empresa Daphnia Ltda., en el año 2010 [9]. Así mismo, el valor que se muestra en la tabla 4 es de 1275,11m³/mes, con un margen de error de un 0,04% (comparado con el valor teórico), valor determinado según la cantidad de metros cúbicos vertidos, relacionados con los diferentes determinantes en el uso del agua en la universidad El Bosque. Así mismo, los caudales mencionados en el diagrama 6, hacen referencia al consumo y vertimiento del agua realizado por la institución durante un mes, para el año 2010.

Las disminuciones o aumentos entre el caudal de entrada y salida, están asociados a diferentes fenómenos o procesos que se realizan en cada uno de los determinantes, dentro de los que se encuentran la evaporación, el proceso de secado y agua contenida en objetos o productos, como el suelo, las plantas, utensilios de cocina, preparación de alimentos, entre otros, y la disposición final de orina y heces.

A continuación se describe el análisis por cantidad de vertimiento para cada determinante, relacionado con la tabla 4:

- **Riego de Jardines:** no se presentan vertimientos, debido a que toda el agua que se utiliza es vertida directamente en las materas y jardines de la universidad y los desperdicios que se puedan generar no caen directamente sobre alguna canal, por lo que se evaporan.
- **Lavado de Baños:** constituyen el 0,96% del total de vertimientos generados por la universidad, con un valor estimado de 12,21m³/mes, aproximadamente el 16% del total de agua que entra, esto debido a que gran parte del agua que se utiliza no llega directamente a las canales de vertido, sino que se pierde por procesos de secado o evaporación.
- **Uso de Baños:** es el único de los determinantes que presenta una diferencia entre el caudal de entrada y de salida, en tanto que existe un aumento en el caudal de vertimiento, esto debido a que las heces y la orina incrementan el volumen del caudal. Los seres humanos producen 1,5 y 0,15 litros respectivamente de orina y heces al día. De esta forma, y teniendo en cuenta el cálculo de la -FTE⁴- [10], el cual fue de 8474 personas, y se procedió a hacer los cálculos respectivos. [11]

Tabla 5: Cálculo de la FTE: Personal docente, administrativo y estudiantes.

fte UEB	Personal Administrativo					Personal Docente					Estudiantes				
	%	8 Horas	6 Horas	4 Horas	Fte adm	%	8 Horas	6 Horas	4 Horas	Fte doc	%	Estudiantes	Fte estudiantes	Fte estudiantes	Fte total
Cant		332	19	27	360		338	167	183	653		7461	7461	1013	8474
Masculino	50	166	10	14	180	50	169	84	92	326	50	3730	3730	506	4237
Femenino	50	166	9	14	180	50	169	84	92	326	50	3731	3731	507	4237

4. Full-Time-Equivalent -FTE-: Factor que establece la permanencia del individuo según el tipo de proyecto a realizar, como por ejemplo, un lugar residencial, una institución o una empresa. El FTE contribuye ampliamente al cálculo de consumo de agua en actividades tales como el uso de sanitarios, lavamanos y duchas, convencionales (1,6Gpm) o no convencionales (de menor capacidad de volumen).

Para lo anterior y con base en el valor de la FTE, se producen aproximadamente 127,11m³/mes de orina y 12,71m³/mes de heces, estimando que las personas permanecen un periodo de 8 horas en la universidad al día. Así:

Orina	
Volumen en litros	Tiempo (horas)
1.5	24
0.5	8
Heces	
Volumen en litros	Tiempo (horas)
0.15	24
0.05	8

Entonces:

- Producción de Orina mensual en metros cúbicos (Po/m):

$$\frac{Po}{m} = \left(\frac{0,5l}{1día} \times 84474FTE \right) \times \frac{1m^3}{1000ml} \times \frac{30días}{mes} = \frac{127,11m^3}{mes}$$

- Producción de Heces mensual en metros cúbicos (Ph/m):

$$\frac{Ph}{m} = \left(\frac{0,05l}{1día} \times 84474FTE \right) \times \frac{1m^3}{1000ml} \times \frac{30días}{mes} = \frac{12,71m^3}{mes}$$

- Producción total por excretas en metros cúbicos al mes (Pt/m):

$$\frac{Pt}{m} = \frac{127,11m^3}{mes} + \frac{12,71m^3}{mes} = \frac{139,82m^3}{mes}$$

Teniendo en cuenta lo anterior, la universidad dispone aproximadamente un total de 963,86m³/mes, equivalente al 75,59% del total de vertimientos.

- **Aseo de Salones:** El vertimiento de agua por este determinante, constituye aproximadamente el 0,09% del total general, con un valor de 1,14m³/mes, teniendo en cuenta que los salones no poseen sifones, ni rejillas que faciliten la evacuación del agua, por lo que se considera que parte del recurso se pierde por procesos de secado o evaporación.

- **Lavado de carros:** El lavado de carros en la universidad, al realizarse con tanques y mangueras, facilitan la disposición del agua directamente hacia los carros, lo que trae como consecuencia un mínimo de vertido, de aproximadamente el 0,001% del total general.

- **Cafeterías:** para esta actividad se dispone aproximadamente el 63% del agua obtenida para este determinante, con un total de 79,25m³/mes. Lo anterior se debe a que gran parte del consumo de agua es utilizada por el restaurante “Festino”, donde se resalta el desarrollo de actividades como la preparación de alimentos; de ahí, que gran parte del recurso no sea vertida directamente al sistema de alcantarillado de la universidad.

Así mismo las actividades generales para todas las cafeterías, involucran el aseo y limpieza de diferentes factores que abarcan sus actividades cotidianas, razón por la cual parte del recurso se pierde por procesos de evaporación y de secado.

- **Aseo de Laboratorios:** aproximadamente el 80% del agua utilizada para el desarrollo de este determinante, es vertida al sistema de alcantarillado de la universidad; valor que constituye el 0,02% del total general. El 20% restante, está asociado a pérdidas del recurso durante el desarrollo del proceso por evaporación o secado.

- **Actividades Aleatorias:** este determinante constituye el 0,41% del total de vertimientos generados por la universidad. Así mismo, presenta diferencia entre la cantidad de agua que entra y la que sale, lo cual puede estar asociado a actividades académicas como las artísticas, científicas, analíticas o de otra índole educativa.

- **Fugas y Desperdicios:** constituyen el 16,71% del total de vertimientos generados por la universidad. Así mismo, se presentan diferencias entre la cantidad de agua que entra y la que sale, asociadas más a los desperdicios de agua generados durante el desarrollo de las actividades propias de los determinantes anteriormente descritos.

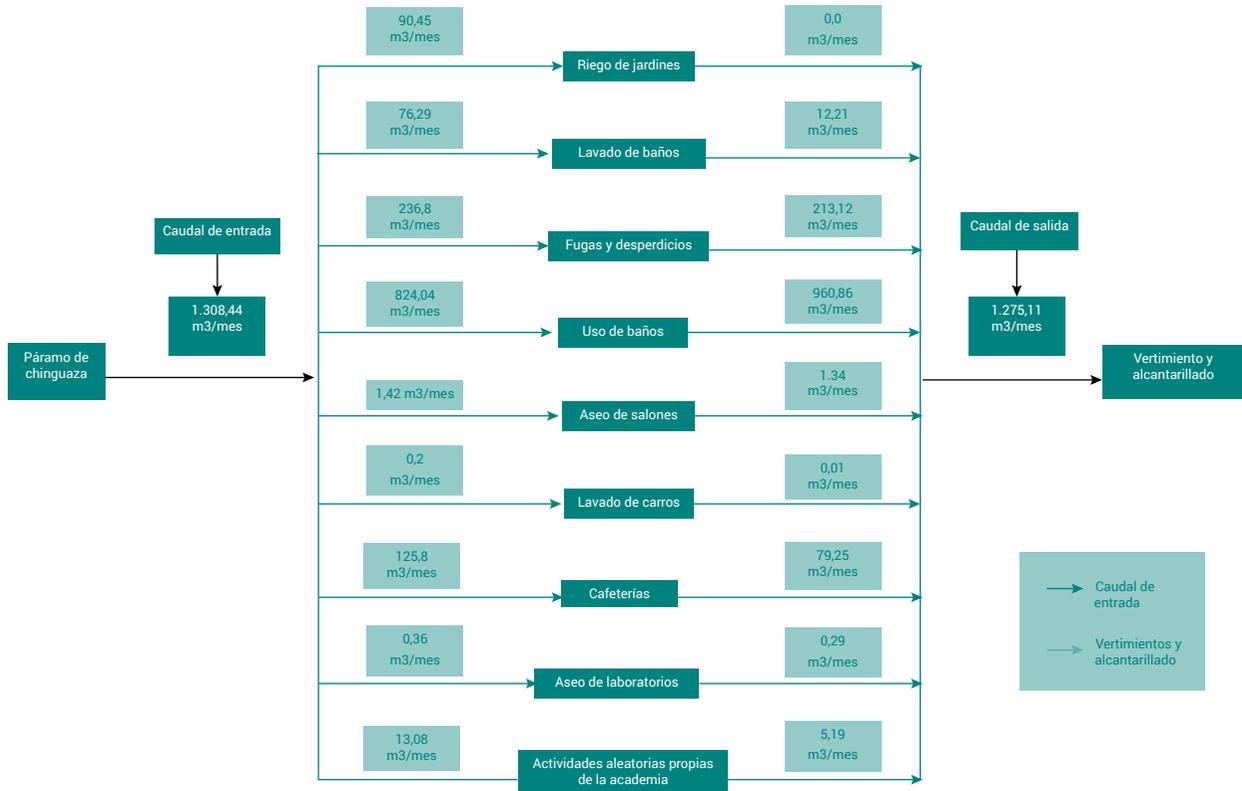


Diagrama 6: Caudales por mes de Consumo y Vertimiento periodo académico de enero-mayo y julio-noviembre de Agua, para la Universidad El Bosque año 2010

Diagrama 7: Porcentaje acumulado para el consumo de agua, periodo académico ene-may y jul-nov. Universidad El Bosque, año 2010. Fuente: Autor

Categorización y priorización de actividades

Este capítulo, hace referencia a las actividades o determinantes que demandan altos consumos de agua para la universidad, y que deben prestárseles la mayor atención posible, con el fin de disminuir el consumo a través de la implementación de estrategias y soluciones. Para esto, fue utilizado como guía el Diagrama de Pareto [12].

Los diagramas 7 y 8, muestran los porcentajes acumulados de consumo de agua según la época del año donde se presenten.

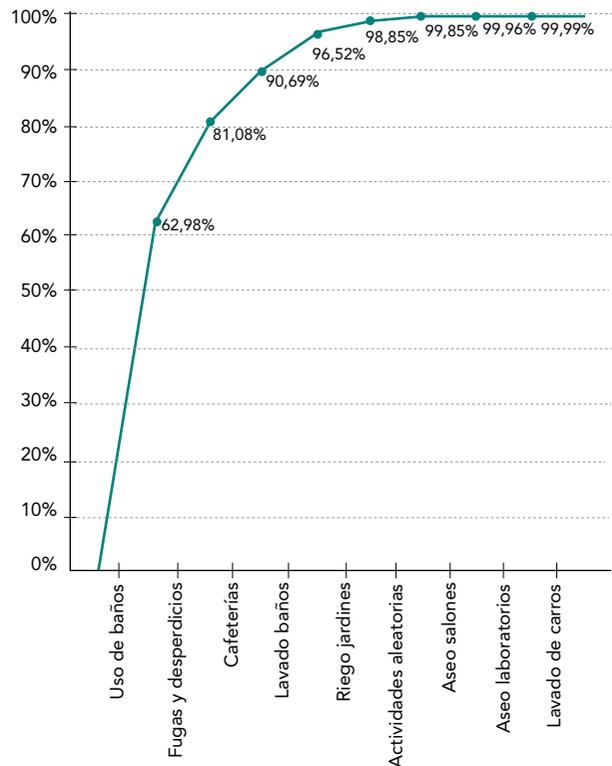
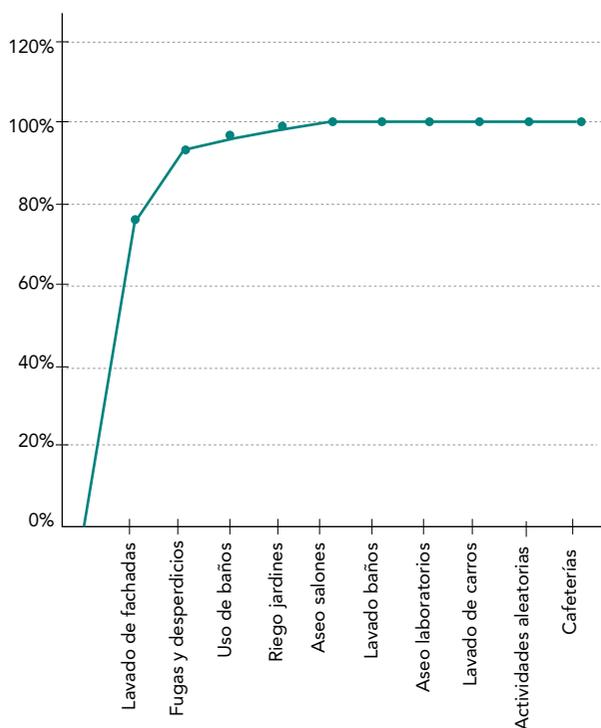


Diagrama 8: Consumo de agua en m/mes, periodo de vacaciones dic-ene. Universidad El Bosque.



Fuente: Autor

En este contexto, el método sugiere concentrar la atención en el 20% de las causas que producen la mayor parte de los efectos (80%). Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que existen nueve determinantes que contribuyen al uso del agua en la universidad, de los cuales el 20% se considerarán a los dos que más consumo del recurso impliquen para la universidad (Diagrama 7).

Así mismo, al tomar en cuenta el diagrama 8, se encuentra que en el periodo diciembre-enero (vacaciones), el lavado de fachadas y, las fugas y desperdicios se les atribuye más del 80% del consumo de agua total para esta época.

En relación a los diagramas 7 y 8, se hace necesario trabajar sobre tres determinantes principales que son el uso de los baños, las fugas y desperdicios, y el lavado de fachadas en la Universidad El Bosque, para las cuales se procederá a diseñar las respectivas estrategias de solución que mejoren el uso y administración del recurso hídrico en la institución.

Oportunidades y beneficios

La generación de oportunidades y beneficios, dentro del marco del Ahorro y Uso Responsable del Agua para la Universidad El Bosque, fueron enfocadas y generadas priorizando las actividades que representan mayor consumo del recurso hídrico para la institución.

En este contexto, fueron identificados 4 problemas principales:

- Las tecnologías utilizadas, no facilitan el buen manejo del recurso hídrico, por lo que se generan desperdicios de agua en el desarrollo de los determinantes que requieren de este.
- Algunas de las tecnologías existentes presentan fugas y desperdicios, como es el caso de los sanitarios.
- Gran parte del personal que actualmente pertenece a la universidad, no cuenta con el conocimiento necesario, que lo lleven a tomar conciencia sobre la importancia de darle un uso responsable al recurso hídrico.
- La universidad no contaba con un sistema de recolección de aguas lluvias hasta el año 2010, antes de la puesta en marcha del edificio académico-administrativo.

A partir de lo anterior, se establecieron 2 ideas de solución, la cuales buscan ser implementadas satisfactoriamente dentro del proceso, por el cual se logre darle un uso y ahorro responsable al recurso hídrico en las instalaciones de la Universidad El Bosque; los anterior, sin descuidar la calidad del servicio para las diferentes actividades o determinantes que requieran el uso del mismo.

- **Idea de Solución 1:** Realizar un cambio de tecnologías, por otras que optimicen o disminuyan el consumo del recurso hídrico.
- **Idea de Solución 2:** Utilizar medios de comunicación como señalizaciones, campañas educativas, charlas, talleres, entre otros que conlleven a que toda la comunidad universitaria realice un uso adecuado y responsable del recurso.

Descripción detallada de la ideas de solución

Cambio de tecnologías (Idea de Solución 1)

Uso de Baños

Actualmente, el 79% de las tecnologías con las que cuenta la universidad son tecnologías convencionales (1,6Gpm), lo que supone un mayor consumo de agua potable para esta actividad.

En este contexto, se recomienda realizar los cambios respectivos por tecnologías de bajo consumo, para los sanitarios, grifos, duchas (ubicadas en los baños de al lado del gimnasio) y orinales, para lo que se encuentran diferentes propuestas como por ejemplo:

- Sistema push, el cual regula la cantidad de agua suministrada según cierto periodo de funcionamiento.
- Sistema de sensores, el cual se activa en presencia del usuario.
- Sistema de Doble descarga para sanitarios, donde se le permite al usuario decidir sobre la cantidad de agua a descargar según sus necesidades (1,6Gpm y 1,1Gpm).
- Sistemas de dispositivos, utilizados principalmente en grifos y su función es reducir la cantidad de agua que se utiliza durante un proceso de lavado de manos.

Teniendo en cuenta lo anterior, se debe hacer claridad en que la adecuación de este tipo de tecnologías no disminuye la calidad del servicio al usuario, únicamente la cantidad de agua a utilizar, en la medida que la capacidad de los tanques de los sanitarios pasa de ser de 1,6Gpm a 1,1Gpm para los sanitarios de bajo consumo, el tiempo de uso del recurso puede controlarse, al igual que los desperdicios y fugas.

Así mismo, los sistemas anteriormente mencionados para lavamanos y duchas manejan tiempos de flujo estimados de entre 8 y 12 segundos, y 300 segundos respectivamente, con volúmenes que van desde 1,6 y 2,0Gpm.

Fugas y Desperdicios

Para este determinante, es recomendable aumentar el número de medidores disponibles en la universidad (actualmente existen tres medidores de velocidad en la institución), teniendo en cuenta que los existentes toman en áreas muy grandes de la institución.

En este sentido, es aconsejable implementar medidores en cada uno de los edificios de la universidad, a fin de facilitar la identificación por fugas, en cada una de las áreas y así, poder proceder a realizar las respectivas reparaciones en el menor tiempo posible.

Lavado de Fachadas

Para esta actividad, se recomienda realizar un cambio en el tipo de mangueras que se utilizan durante el proceso, por unas que tengan sistemas de control de salida de agua, a partir de los cuales se reduce el caudal que sale y se aumenta la presión, o implementar dispositivos tipo pistola, en donde el usuario controla la salida del agua desde la manguera mas no en el grifo.

Campañas de Comunicación (Idea de Solución 2)

Para este caso, se recomienda la realización de campañas masivas de comunicación, a partir de las cuales se promueva el cambio de transformación autónoma de la conducta en los individuos de manera constante, en donde éste conozca, y valore la importancia de otorgarle un uso responsable al recurso hídrico.

En este contexto, se aconseja aprovechar oportunidades tales como la realización de ferias, talleres, conferencias y mensajes alusivos al ahorro del agua. Así mismo, se recomienda la instalación de carteles o letreros en las zonas de uso de agua como los baños, en donde se incentive a la realización de buenas prácticas de comportamiento, como por ejemplo evitar los desperdicios del recurso o fugas.

La realización de las campañas de comunicación debe hacerse conforme a un programa de comunicación de manera constante, de forma tal que el individuo se apropie de recurso y toma acciones y medidas que conlleven al cambio de comportamiento que pase de ser indiferente a responsable.

Análisis Costo-Beneficio

El análisis costo beneficio, fue realizado para la idea de solución 1, relacionada con el cambio de tecnologías para los determinantes señalados según el método de Pareto.

Los cálculos realizados de costos por consumo de agua para la universidad El Bosque, fueron estimados con un valor promedio de \$3335,17 por metro cúbico, según lo establecido por la -EAAB- entre diciembre-enero y julio-agosto de 2010 [15].

Uso de Baños

En primera instancia, se hará en cálculo de reducción de consumo en metros cúbicos suponiendo un cambio de total de las tecnologías convencionales a las de bajo consumo, en la Universidad El Bosque. Para esto, se utilizarán los mismos datos relacionados en el capítulo 4.2 del presente documento, y el software “LEED-NC 2.2 Submittal Templated”. [10]

Tabla 6: Consumo de agua por tecnologías de bajo consumo, en sanitarios y orinales. Universidad El Bosque

Table 2.1 - Flush Fixture Data - Dising Case							
Fixture Reference	Desing Case Fixture Type	Gender Flush Rate (GPF)	Percent occupants	Daily Uses Per Person			
				FTE	Student Visitor	Retail Costumer	Residential
1	Low-Flow Water Closet	Female 1.1	100%	3.0	0.5		
2	Low-Flow Water Closet	Male 1.1	100%	1.0	0.1		
3	Low-Flow Urinal	Male 0.5	100%	2.0	0.4		

Annual Desing Case Flush Fixture Water Usage 277,612 gallons/year

Tabla 7: Consumo de agua por tecnologías de bajo consumo por lavamanos y duchas. Universidad El Bosque.

Table 2.2 - Flush Fixture Data - Dising Case								
Fixture Reference	Desing Case Fixture Type	Flow Rate (GPF)	Percent of occupants	Duration (seconds)	Daily Uses Per Person			
					FTE	Student Visitor	Retail Costumer	Residential
1	Low-Flow Lavatory	1.8	100%	10	0.5			
2	Low-Flow Shower	1.8	100%	300	0.1			

Annual Desing Case Flush Fixture Water Usage 277,612 gallons/year

Según los cálculos realizados en las tablas 6 y 7, la Universidad El Bosque consumiría 5864,28m³/año por uso de sanitarios y orinales, es decir **488,69m³/mes**; del mismo modo, se calcula que el consumo de agua al año, referente al uso de lavamanos y duchas es de 1049,37m³ ó **87,45m³/mes**, para un total de 6913,65m³/año o **576,14m³/mes**.

La tabla 8 presenta las variaciones de consumo estimados entre el actual y el ideal en metros cúbicos y pesos colombianos, donde se tiene en cuenta el costo por metro cúbico promedio calculados entre diciembre-enero y julio-agosto de 2010, facturado por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, en el año 2010, el cual es de \$3335,17.

Tabla 8: Consumo de agua actual e ideal, por uso de baños en la universidad El Bosque.

Accesorios bajo consumo	Gpm	Consumo actual		Gpm	Consumo ideal		Diferencia en m ³		Costo estimado actual (cea)		Costo estimado ideal en pesos (cei)		Diferencia cea-cei en pesos	
		m ³ /mes	m ³ /año		m ³ /mes	m ³ /año	Mes	Año	Mes	Año	Mes	Año	Mes	Año
sanitario	1,6	524,28	6291,34	1,1	385,76	4629,08	138,52	1662,26	1748557,72	20982692,70	1286564,06	15438768,74	461993,66	5543923,95
Orinal	1	184,22	2210,62	0,5	102,93	1235,20	81,29	975,43	614400,40	7372804,78	343299,65	4119595,85	271100,74	3253208,93

Accesorios bajo consumo	Gpm	Consumo actual		Gpm	Consumo ideal		Diferencia en m ³		Costo estimado actual (cea)		Costo estimado ideal en pesos (cei)		Diferencia cea-cei en pesos	
		m ³ /mes	m ³ /año		m ³ /mes	m ³ /año	Mes	Año	Mes	Año	Mes	Año	Mes	Año
Lavamanos	2,5	13,83	165,94	1,8	12,49	149,91	1,34	16,03	46119,35	553432,17	41663,84	499966,13	4455,50	53466,04
Duchas	2,5	101,72	1220,59	1,8	74,96	899,46	26,76	321,13	339239,17	4070870,01	249988,32	2999859,81	89250,85	1071010,20
TOTAL		824,04	9888,49		576,14	6913,65	247,90	2974,84	274816,64	32979799,66	1921515,88	29058190,53	826800,76	9921609,13

Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la tabla 9, se evidencian cambios considerables en la cantidad de consumo de agua utilizado por uso de baños en la universidad El Bosque, en este contexto si la institución decidiese cambiar el 79% de sus tecnologías convencionales que falta por cambiar en el área de baños, por unas que contemplen las características del 21% restante existentes, la disminución en metros cúbicos sería de 247,9 mensuales ó 2.974,84 anuales; para un total de 576,14m³/mes ó 6913,65m³/año, comparado con el consumo actual que es de 824,04m³/mes ó 9888,49m³/año.

Las reducciones en metros cúbicos mencionadas, traen como consecuencia variaciones en los costos a pagar por consumo de agua, por causa del uso de baños en la universidad El Bosque, en donde se evidencia una diferencia de **\$826.800,76 mensuales ó \$9'921.609,13 anuales**, para un total de \$1'921.515,88 (mes) ó \$23'058.190,53 (año), comparado con el consumo actual que es de \$2'748.316,64 (mes) ó \$32'979.799,66 (año).

Tabla 9: Porcentajes de consumo por uso de baños. Universidad El Bosque.

Accesorios	Gpm	Consumo actual		Porcentaje actual consumo (pac)
		m/mes	m/año	
sanitarios	1,6	524,28	6291,34	64%
Orinal	1	184,22	2210,62	22%
Lavamanos	2,5	13,83	165,94	2%
Duchas	2,5	101,72	1220,59	12%
TOTAL		824,04	9888,49	100%

Fuente: Autor

Los sanitarios en la universidad El Bosque, representan el 64% de consumo de agua por uso de baños (tabla 8); en este contexto, si únicamente se realizarán cambios para éste tipo de tecnologías la disminución en metros cúbicos sería de **138,52 mensuales ó 1.662,26 anuales**; para un total de 385,76m³/mes ó 4'629,08m³/año, comparado con el consumo actual que es de 524,38m³/mes ó 6.291,34m³/año.

De esta forma, las reducciones económicas se encuentran estimadas en **\$461.993,66 mensuales ó \$5'543.923,95 anuales**, un total de \$1'286.564,06 (mes) ó \$15'438.768,76

(año), comparado con el consumo actual que es de \$1'748.557,72 (mes) ó \$20'982.692,70 (año).

Fugas y Desperdicios

Las fugas y desperdicios representan al mes 236,8m³/mes ó 2841,6m³/año de consumo de agua para la universidad El Bosque. En este contexto, la institución paga por este determinante un costo promedio estimado de \$789.768,26 mensuales equivalentes a \$9'477.219 anuales.

De igual forma, la universidad se encuentra dividida en 14 áreas que van desde el bloque “A” hasta el “L”, dentro de las cuales se cuenta con dispositivos para consumo de agua; por esta razón, se considera importante implementar medidores en cada una de éstas, los cuales pueden contribuir a la reducción del consumo por este determinante, hasta del 60%. (Valor Estimado)⁵.

Tabla 10: Consumo de agua actual e ideal por fugas y desperdicios. Universidad El Bosque

Consumo actual		Consumo ideal		Diferencia en m ³		Costo estimado actual en pesos (cea)		Costo estimado ideal en pesos (cei)		Diferencia cea-cei en pesos	
m ³ /mes	m ³ /mes	m ³ /año	m ³ /mes	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO	MES	AÑO
236,80	2841,60	142,08	1704,96	94,72	1136,64	789,760	9.477.220	473.861	5.686.331	315.907	3.790.888

Fuente: Autor.

Teniendo en cuenta la tabla 10, se evidencia una diferencia de **94,72m³/mes** ó **1136,62m³/año**, entre el consumo actual y el consumo ideal, en donde el segundo se calcula en **142,08m³/mes** ó **1704,96m³/año**. Lo que trae como consecuencia no sólo la reducción a nivel de consumo de agua, sino también en el valor a pagar. En

5. El valor ideal teórico sería de 0 m³/mes consumido por desperdicios y fugas, sin embargo para que su implementación sea viable, un valor de disminución del 60%, es considerablemente ideal.

este contexto se establece una diferencia en pesos de **\$315.907,30 mensuales** ó **\$3'790.887,63 anuales**, si se tiene en cuenta el valor a pagar ideal de **\$473.860,95 mensuales** ó **\$5'683.331,44 anuales**.

Lavado de Fachadas

El lavado de fachadas al realizarse una vez al año representa un consumo total de 990,7m³ de agua para la universidad El Bosque; en este contexto, la institución paga por este determinante un costo promedio estimado de **\$3'028.000**.

Teniendo en cuenta, las características propuesta en el capítulo 5.1.1.3 del presente documento, se estima una reducción por consumo de agua para este determinante del 50% es decir; un ideal de 495,35m³/mes ó en pesos de 1'652.076,46.⁶

Vertimientos Universidad El Bosque.

Los vertimientos de la universidad El Bosque son considerados de tipo doméstico y se disponen en el alcantarillado en tres puntos (cajas de inspección) situadas en “Campito”, “Santa Mónica” y Cra.7b Bis # 132-11, en donde existe influencia, por causa de los baños, laboratorios y cocinas principalmente, se señala en el Informe de Muestreo: Permiso de vertimientos de la empresa Daphnia Ltda. [9].

La Universidad El Bosque, actualmente utiliza dentro de sus implementos de limpieza, aseo y desinfección detergentes marca “Dersa” y otros implementos como el “Clorox”, “Ajax”, utilizado para la desinfección y remoción de gérmenes, “DM-500H: Detergente y Desengrasante (biodegradable)” en dilución de 1 litro de agua por 50ml del producto, para el lavado de vajillas, ollas, pisos y paredes del restaurante festino, “Peracetic: Desinfectante orgánico para frutas y verduras “sin enjuague” (Biodegradable)” en dilución de un litro de agua por 2,5ml, del mismo restaurante; desinfectante “Sanityzer: a base de amonios cuaternarios, para superficies, utensilios y

6. Se estima una reducción del 50% para este determinante, por las diferencias de presión entre la manguera actual (150PSI) y la ideal de (250PSI) y el sistema de control de salida de agua. Lo que facilita el proceso de limpieza.

ambientes” en dilución de 1 litro de agua por 2ml del producto, jabón de loza marca “Éxito”.

Según la empresa Daphnia Ltda., 2010, en su Informe de Monitoreo: Permiso de Vertimientos realizado para la Universidad El Bosque, realizado en febrero de 2010, y referente a la caja de inspección del “Campito”, la institución cumple con las normas de vertimiento realizados a la red de alcantarillado público, establecidas por la Resolución 3957 de 2009, por la Secretaría Distrital de Ambiente, en relación a los siguientes parámetros:

Tabla 11: Parámetros de vertimientos analizados por la empresa Daphnia Ltda. [9]

Parámetro	Unidades	Resultados	Resolución 3917 de 2009	Cumplimiento Normatividad
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mgL	70	800	Cumple
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgL	259	1500	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mgL	72	600	Cumple
pH	Unidades	6,83-8,26	5-9	Cumple
Temperatura	0C	18,21-19,15	30	Cumple

El cumplimiento de los parámetros presentes en la tabla 11, puede deberse en gran medida a que la cantidad de agua que se dispone, dado que compensa los factores causantes del incumplimiento de la normatividad.

Teniendo en cuenta que la DBO5⁷, “expresa la cantidad de oxígeno necesaria para la destrucción o degradación de la materia orgánica en un volumen de agua dado, por la acción de los microorganismos que se desarrollan en este medio” [16], se considera que para la universidad, los compuestos orgánicos provienen la mayor parte del uso de baños como materia orgánica, sumado a los

7. Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5: Consumo de oxígeno que se produce en un agua, conservada a 20 °C, por la acción de los microorganismos. Es un buen indicador de la calidad general del agua, concretamente de la contaminación orgánica.

implementos de aseo y desinfección anteriormente mencionados. De esta forma, el volumen de agua que se dispone en la institución, compensa en gran medida la cantidad vertida de éstos compuestos, por lo tanto el análisis de mg/l proveniente del material orgánico de las heces fecales y orina, son mínimos a comparación del caudal de agua vertido al alcantarillado; de esta forma la DBO5 del vertimiento siempre debería estar dentro del rango establecido en la normatividad ambiental vigente; lo anterior, aunado a que algunos de estos productos son biodegradables, lo que facilita su descomposición y disminuye el impacto.

Además de los parámetros medidos, se sugiere que los análisis de vertimientos que se realicen en la institución sean de tipo compuesto, es decir que tenga como mínimo lo expresado en la tabla 12. [17]

Tabla 12: Parámetros y técnicas de medición establecidos por la empresa Analquim, Ltda para vertimientos líquidos.

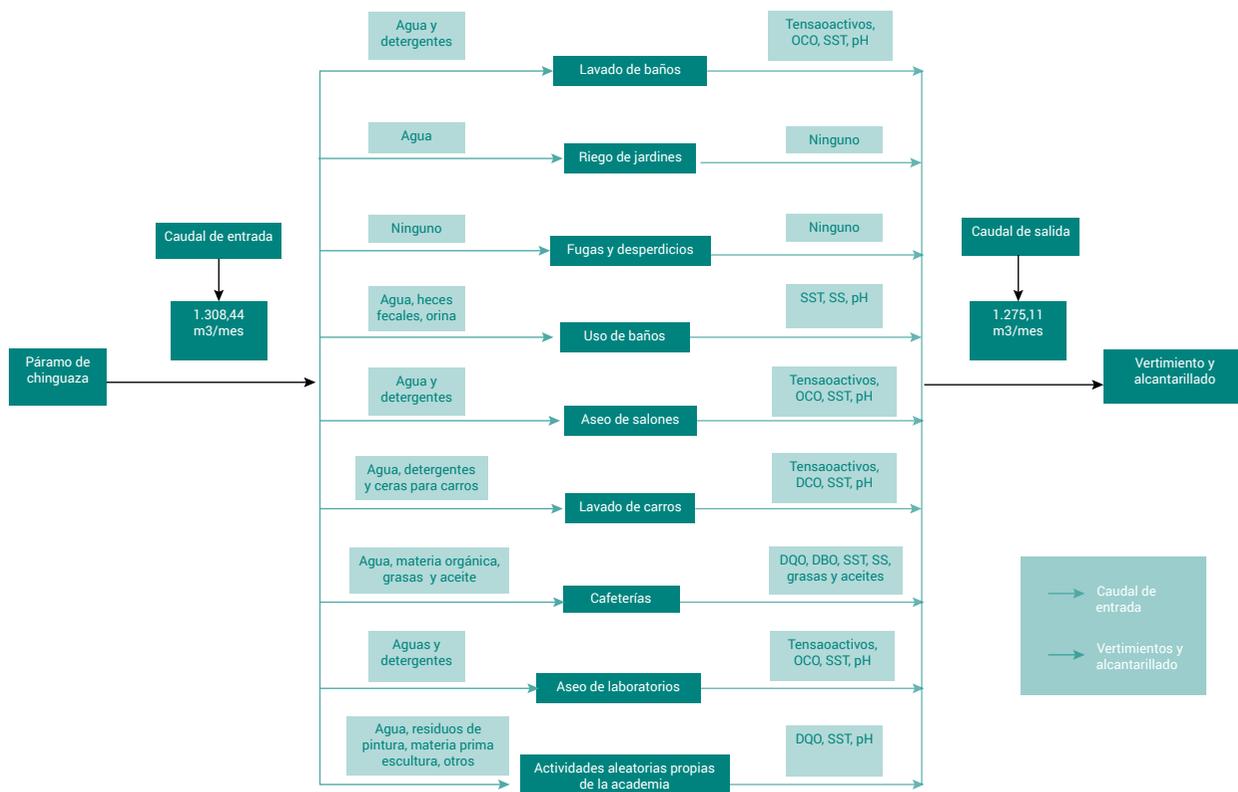
Parámetros	Técnica Analítica
a. DBO5	Incubación 5 días (Electrométrico)
b. DQO	Reflujo abierto
c. Grasas y Aceites	Extracción Soxhlet
d. Sólidos suspendidos totales	Gravimétrico, secado a 105°C
e. Sólidos sedimentables	Volumétrico (Cono de Imhoff)
f. Tensoactivos aniónicos	Colorimétrico (SAAM)
g. Fenoles	Directo (4-aminoantipirina)
h. Ph	pH –metro
i. Muestreo compuesto incluye temperatura y caudal in situ	Termómetro – Volumétrico

Lo anterior, con el propósito de tener un análisis más detallado del vertimiento que produce la institución y así, poder tomar medidas preventivas y compensatorias del potencial daño ambiental.

El diagrama 9 muestra algunos de los posibles parámetros a ser influenciados según la materia prima que se disponga en las labores que se realicen en cada uno de los determinantes.

Por lo anterior, se debe tener cuenta que cada uno de los elementos vertidos el recurso, tienen influencia sobre la calidad del agua residual que se genere en la institu-

Diagrama 9: Parámetros de vertimiento relacionados con las determinantes de consumo de agua de la universidad El Bosque.



Fuente: Autor.

ción. Es por esto, que es importante que la universidad mantenga el control respectivo sobre cada uno de éstos, a fin de asegurarse del cumplimiento de la normatividad ambiental vigente y obtener como resultado una disposición final del agua de manera responsable.

Proyecciones a futuro.

Tabla 13: Consumo promedio ideal de agua por determinante, periodo académico ene-may y jul-nov. Universidad El Bosque.

Determinante	Volumen (m ³) consumido al mes	Porcentaje consumo
Riego de Jardines	30,45	3,15%
Lavado Baños	76,29	7,90%
Uso de Baños	576,14	59,65%
Aseo de Salones	1,42	0,15%
Lavado de Carros	0,2	0,02%

Determinante	Volumen (m ³) consumido al mes	Porcentaje consumo
Cafeterías	125,8	13,03%
Aseo Laboratorios	0,36	0,04%
Actividades Aleatorias	13,08	1,35%
Fugas y desperdicios	142,08	14,71%
Total	965,82	100,00%

Fuente: Autor

Tabla 14: Vertimiento de agua por determinante, periodo académico ene-may y jul-nov. Universidad El Bosque.

Determinante	Volumen (m ³) vertido al mes	Porcentaje de vertimiento
Riego de Jardines	0	0,00%
Lavado Baños	12,21	1,30%
Uso de Baños	715,26	75,99%

Determinante	Volumen (m ³) vertido al mes	Porcentaje de vertimiento
Aseo de Salones	1,14	0,12%
Lavado de Carros	0,01	0,00%
Cafeterías	79,25	8,42%
Aseo Laboratorios	0,29	0,03%
Actividades Aleatorias	5,23	0,56%
Fugas y desperdicios	127,87	13,58%
Total	941,26	100,00%

Fuente: Autor

Las tablas 13 y 14, dan un valor ideal que se generaría al efectuar los cambios en las tecnologías de baños restante, el sistema de transformación autónomo de la conducta e implementar medidores en cada una de las áreas de la universidad, y aplicar los respectivos seguimientos para los mismos, se logra observar una reducción del 26,24% del total consumido actualmente durante este periodo en la institución correspondiente a **1308,44m³/mes**. Así mismo, los caudales de vertimiento estimados para este periodo disminuyen en un 26% del total actual por parte de la institución, correspondiente a **1275,11m³/mes**.

Lo anterior refleja como resultado una reducción en los costos de las facturas generados por la -EAAB- hacia la universidad El Bosque, lo que constituye un beneficio monetario mensual calculado en \$1'142.695,95 ó \$13'712.351 anuales teniendo en cuenta que el costo estimado actual a pagar por servicio de acueducto en la institución por mes es de **\$4'363.869,83** ó **\$52'366,436 anuales**, a diferencia del ideal correspondiente a \$3'221.173,83 por mes ó \$38'654.086.

Teniendo en cuenta lo anterior, se establecen las variaciones de consumo y vertimiento e ideales, con base a la aplicación de la estrategias de solución anteriormente mencionadas.

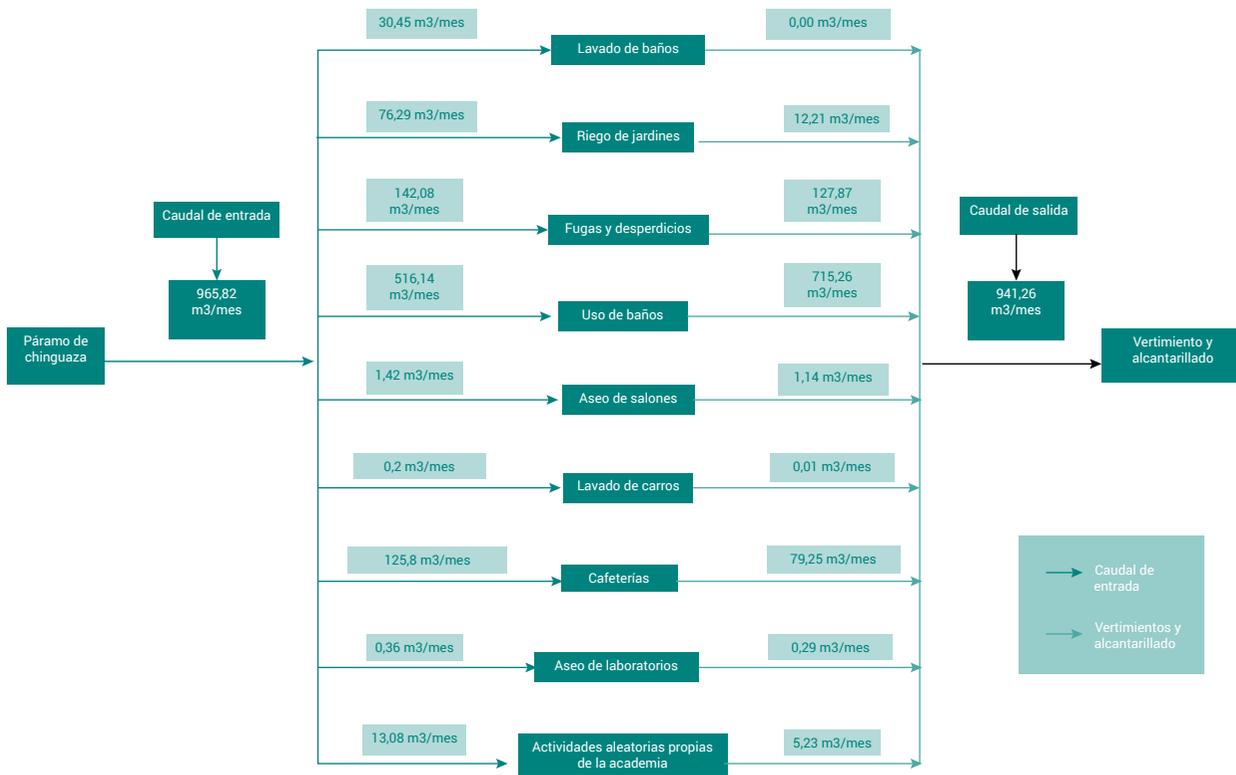
Sistema de disposición final responsable.

La calidad de los vertimientos, depende en gran medida de la materia orgánica que se dispone y de los implementos de aseo y desinfección que en la universidad El Bosque se utilizan. Según la empresa Daphnia Ltda., la

institución cumple con los parámetros de vertimientos establecidos por la normatividad. Sin embargo, se considera que la calidad de los vertimientos, pueden mejorarse en la medida en que todas las determinantes que involucren la disposición de agua en la universidad, utilicen los implementos técnicas o acciones que conlleven a esto; en este contexto se propone lo siguiente:

- Cada intendencia encargada de la compra de implementos de aseo, que para efectos de este documento serán de relevancia para la institución como por ejemplo el Departamento de Servicios Generales: encargado del aseo de salones, laboratorios, baños y fachadas o áreas comunes, y las cocinas o restaurantes; deberán mantener documentados la marca de cada uno de éstos, el área y frecuencia de uso, y asegurarse de tener registrado su respectiva ficha de biodegradabilidad.
- Las grasas o aceites que se generen en las cocinas o en otras dependencias deberán ser dispuestos en recipientes plásticos debidamente tapados y con su respectiva etiqueta, al igual que como se hace actualmente con los residuos líquidos de químicos generados en los laboratorios y llevar su respectivo formato de control. También la implementación y adecuación de trampas de grasa durante el proceso de evacuación del agua saliente a la red de alcantarillado a fin de garantizar mayor protección al recurso hídrico.
De igual forma deberá realizar el respectivo mantenimiento a la trampa de grasas, para la cocinas.
- Las intendencias deberán presentar los respectivos formatos y documentos, al equipo de trabajo del SAURA, a fin de poder mantener control sobre la calidad de los productos usados en la universidad y que son vertidos en el sistema de alcantarillado de la institución, y establecer las respectivas acciones o medidas que conlleven a una disposición final responsable.
- La Universidad El Bosque, deberá nombrar una persona o departamento que se encargue de recoger los recipientes de grasas o aceites que se generen en las cocinas u otras dependencias, y de entregarlos a una entidad externa a la institución, que se encargue de su respectivo tratamiento o disposición final.

Diagrama 9: Caudales estimados por mes de consumo y vertimiento del agua para la universidad El Bosque, teniendo en cuenta las estrategias de solución planteadas.



Fuente: Autor.

A continuación se presentan las subdivisiones del Sistema de Vertimientos Responsables que serán parte importante en la supervisión y cuidado de la calidad de los vertimientos arrojados al sistema de alcantarillado de la universidad El Bosque.

- **Alcantarillado:** Parte del sistema en donde se vierten todos los residuos líquidos provenientes de las diferentes actividades realizadas en cada uno de los determinantes descritos en este documento en la universidad; y de los cuales dependen la calidad y cantidad de agua que llega a este sistema.
- **Intendencias:** velarán por la calidad de los productos e implementos de aseo, desinfección, cocina u otros que sean potencialmente vertidos al alcantarillado de la institución, de mantener debidamente diligenciados los formatos y documentos respectivos, que presentarán periódicamente al equipo SAURA.

Diagrama 10: Sistema de Disposición Final Responsable de la Universidad El Bosque.



Descripción de cada una de las partes descritas en el diagrama 10:

- **Equipo SAURA:** Dentro de sus funciones debe:
 - » Garantizar la disposición responsable del agua; a partir del cual debe asegurarse que cada una de las intendencias que vierten algún tipo de materia prima diferentes del agua, cumplan con la calidad de los productos y mantengan diligenciados sus respectivos formatos, fichas y demás documentación.
 - » Así mismo, debe realizar la respectiva caracterización de vertimientos periódicamente (según lo decidan los miembros del SAURA), a fin de mantener control y vigilancia sobre la calidad del agua que se dispone en la institución.
 - » Motivar a los miembros de la comunidad universitaria, a través de campañas de comunicación masiva o de otra índole, a responsabilizarse del cuidado y mantenimiento de la calidad del agua, proponiendo estrategias de cambio en la conducta de los individuos.
- **Universidad El Bosque:** abarca cada uno de los miembros pertenecientes a la institución que utilicen el recurso hídrico y que generen vertimientos al alcantarillado, los cuales tendrán como responsabilidad velar por que su actitud como individuos conlleve a mantener la calidad de los vertimientos.

De esta forma se pretende garantizar la calidad de los vertimientos que en la universidad se dispongan, incluso si son aplicadas las tecnologías de bajo consumo anteriormente propuestas, en la cual prevalezca la importancia en la toma de decisiones y la actitud de los cada uno de los miembros de la institución, tanto de manera individual como colectiva.

Indicadores de Gestión.

El SAURA, deberá encargarse de establecer los respectivos indicadores de gestión los cuales les permita cuantificar el comportamiento y desempeño de los procesos operativos y administrativos que se lleven a cabo en cada una de las partes del sistema, como una herramienta de control que les permita tomar acciones correctivas y preventivas según el caso.

Estos indicadores, deben formularse según los objetivos que se planteen para el adecuado funcionamiento y

gestión del SAURA; es importante tener un objetivo y un valor de referencia histórico y teórico, de manera tal que se cuantifique la característica del indicador, se indique su sentido y se mantenga un punto comparativo a través del tiempo.

Algunos tipos de indicadores de gestión que se proponen de manera inicial son los siguientes:

- **Estratégico:** evaluación del desempeño general de la universidad, en relación al plan de Ahorro y Uso Responsable del Agua, según los objetivos y metas propuestos por el SAURA.
- **Funcional:** Seguimiento del desempeño de cada una de las partes humanas que conforman el SAURA, en periodos de tiempo establecidos durante el semestre.
- **Operativo:** revisión del comportamiento de los individuos, tecnologías, métodos, estrategias, procesos, etc., que involucren el uso y vertimiento del agua de manera cotidiana, como los miembros que hacen parte de la institución educativa, procesos de aseo, mantenimientos, uso de baños, desempeño de las tecnologías existente, entre otros.

En este contexto, los indicadores de gestión como base en el SAURA, son los siguientes:

- » Número de metros cúbicos de agua consumidos mensualmente.
- » Cantidad y calidad de las tecnologías ahorradoras implementadas durante el semestre.
- » Total de parámetros de vertimientos que se encuentran dentro de la norma.
- » Cantidad de parámetros que disminuyen sus niveles de medición.
- » Ahorro económico anual de consumo de agua en la universidad.
- » Número de sanciones impuestas a la institución por el no cumplimiento de los parámetros de vertimientos.
- » Cantidad de etiquetas que se coloquen para la adecuada identificación del sistema.

Lo anterior, a fin de poder obtener como resultado un proceso de mejoramiento continuo, a través de la planeación, la ejecución, la verificación de la ejecución, y tomar

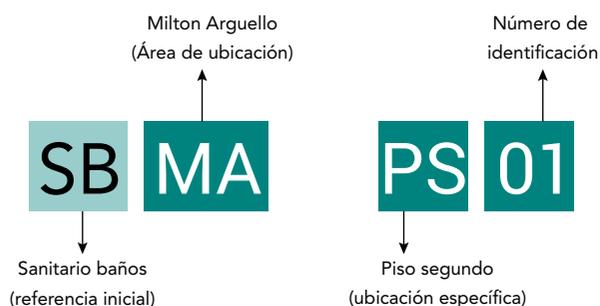
medidas que conlleven a la aplicación de los respectivos correctivos o a la estandarización de procesos, estrategias, métodos u otros que aseguren el desempeño de los objetivos y metas que el SAURA proponga desde su iniciación.

Sistema Documental y Referencial del SAURA.

El Sistema de Ahorro y Uso Responsable del Agua, debe mantener un sistema documental y referencial que integre cada una de las partes físicas pertenecientes a la universidad El Bosque, dentro de las que se contemplan los inodoros, lavamanos, grifos, tanques, orinales, cajas de inspección, sifones, medidores, rejillas; y de la parte documental conformada por los formatos, fichas, etiquetas u otros que hagan parte de la identificación del sistema.

Así mismo, debe contener las partes principales del sistema documental y referencial, con algunas de sus áreas de ubicación y sus respectivas siglas de referencia; a continuación se presenta un ejemplo de referencia de equipos y documentos:

Diagrama 11: Etiqueta de identificación de sanitarios, sistema SAURA. Universidad El Bosque



Conclusiones

- Las tecnologías con las que actualmente cuenta la universidad, en su mayoría relegan el consumo de agua al usuario o consumidor por lo que se aumenta la posibilidad de generar oportunidades de desperdicio del recurso.
- Realizar un diagnóstico de consumo de agua por actividad para la universidad El Bosque periódicamente, puede contribuir en gran medida a identificar fallas y/u oportunidades de mejora a partir de las cuales se logre disminuir y administrar adecuadamente el recurso hídrico dentro de la institución.
- Teóricamente al implementar tecnologías de bajo consumo, en cada uno de los determinantes mencionados en el presente documento, se puede reducir en gran medida la demanda de agua en la universidad, sin afectar el desarrollo de ninguna de sus actividades.
- El consumo de agua para la universidad El Bosque se ve directamente influenciado por la afluencia de personal asistente a la institución; es decir, a menor cantidad de individuos menor será el uso del recurso hídrico como se refleja en la época de vacaciones y en los meses en los que lleva a cabo la semana de receso.
- La formulación del Plan de Ahorro y Uso Responsable del Agua para la universidad El Bosque, no sólo involucra las relaciones de consumo en la institución, sino que toma en cuenta la cantidad y calidad de los vertimientos generados por misma, en relación a los productos utilizados en el desarrollo de las actividades que involucran los diferentes determinantes.
- El uso de los formatos y etiquetas que identifiquen cada una de las partes físicas del SAURA, facilita la integración sistémica de cada una de éstas al mismo y por ende a la institución.
- El Sistema de Disposición Final Responsable para Aguas Residuales dentro del marco de la normatividad ambiental vigente, contribuye en gran medida a la disminución de impactos generados a causa de los vertimientos al recurso hídrico, a través de la apropiación de la importancia que se le debe dar a los materiales usados en los diferentes determinantes y su adecuado manejo por parte de los individuos.
- La implementación del PAURA, traerá a la universidad El Bosque beneficios económicos, que pueden ser utilizados o aprovechados en otras actividades según lo decida la institución.
- Las fugas y los desperdicios, son determinantes a los que la universidad debe prestarles la mayor atención posible, dado que éstas contribuyen en gran medida al aumento de consumo de agua en la institución.

- En este documento no se incluyen las casas referentes a las facultades y otras dependencias que no se encuentran dentro del predio denominado como Universidad El Bosque, es importante que las anteriores consideraciones sean tomadas en cuenta para estos predios.

Bibliografía

- [1] UNICEF. (2012). "Progress on drinking water and sanitation". Recuperado el 01 de mayo de 2013, de <http://www.unicef.org/media/files/JMPReport2012.pdf>
- [2] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. (29 de Marzo de 2000). www.unesco.org.uy. Recuperado el 12 de Julio de 2010, de [www.unesco.org.uy](http://www.unesco.org.uy/phi/libros/VIJornadas/A13.pdf): <http://www.unesco.org.uy/phi/libros/VIJornadas/A13.pdf>
- [3] Universidad El Bosque. (2010). Estadísticas Personal Docente, Administrativo y Estudiantes Segundo Periodo de 2010. Bogotá: Universidad El Bosque.
- [4] Grupo Administrativo de Gestión Ambiental, (2008), Sistema Institucional de Gestión Ambiental -SIGA- U.ECOS. Bogotá, Universidad El Bosque, archivo institucional del sistema.
- [5] Grupo de Investigación en Producción Más Limpia - CHOC IZONE. (2008). SISTEMA INSTITUCIONAL DE GESTIÓN AMBIENTAL - SIGA U.ECOS. Bogotá: Universidad El Bosque.
- [6] Romero, J. & Moré, R. (s.f.). Sistema de Solución Creativa para Problemas Recurrentes -ITACONE-. Artículo no Publicado , 1-12.
- [7] Romero, J. (2008). Sistema de Transformación Autónomo de la Conducta para el Comportamiento Limpio. Cuadernos Latinoamericanos , 64.
- [8] Corporación Autónoma Regional -CAR-. (14 de marzo de 2009). <http://www.dnp.gov.co>. Recuperado el 7 de octubre de 2010, de <http://www.dnp.gov.co>: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Planta%20de%20Tratamiento%20de%20Aguas%20Residuales%20de%20Salitre.pdf>
- [9] Daphnia Ltda. (2010). Permiso de Vertimientos: Permiso de Vertimientos. Bogotá D.C: Daphnia Ltda.
- [10] U.S Green Building Council. (2009). Green Building Design and Construction Guide . United States of America.
- [11] Peralta, E. (2006). "ECOSAN" (Ecological Sanitation): Una nueva alternativa ecológica para el saneamiento en Argentina. Bogotá : Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (eds).
- [12] Behnamian, J., Zandieh, M, Fatemi, S. (2010). A multi-phase covering Pareto-optimal front method to multi-objective parallel machine scheduling. International Journal of Production Research. Vol. 48, No. 17.
- [13] Solo Stocks. (sf). <http://www.solostocks.com>. Recuperado el 12 de octubre de 2010, de <http://www.solostocks.com/>: http://www.solostocks.com/venta-productos/manguera-riego_b
- [14] Federación Española de Ingeniería Sin Fronteras. (2003). <http://www.cuadernos.tpdh.org>. Recuperado el 12 de octubre de 2010, de <http://www.cuadernos.tpdh.org>: http://www.cuadernos.tpdh.org/noticia_detalle.php?noticia=9278
- [15] Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2010). Factura de Servicios Públicos: Fundación Escuela Colombiana de Medicina. Bogotá.
- [16] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2013). Tesoro Ambiental – Demanda Bioquímica de Oxígeno <http://www.minambiente.gov.co/tesauro/naveg.htm>
- [17] ANALQUIM. Ltda. (28 de junio de 2010). Cotización: Caracterización, Aforo y Análisis de aguas residuales industriales . Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Los Autores



Dott. Ing. Jaime Alberto Romero-Infante

Investigador del grupo Choc Izone de la Universidad El Bosque. Profesor Titular del programa de Ingeniería Ambiental, Ingeniería Industrial y Administración de Empresas Universidad El Bosque y Editor en Jefe de la Revista de Tecnología – Journal of Technology de la facultad de Ingeniería y miembros principal del Consejo Administrativo de la misma Universidad. Profesor de Postgrados de la Universidad EAN.



Rafael André Moré Jaramillo

Ingeniero Ambiental de la Universidad el Bosque, Magister en Administración de Negocios de la Universidad de Norwich de los Estados Unidos de América. Subgerente de la empresa consultora y constructora Interstruc Colombia Ltda, docente e investigador del programa de Administración de Empresas de la Universidad El Bosque, colíder.



Luz Ángela Luna-Castillo

Ingeniera Ambiental de la Universidad El Bosque, Gerente de Proyectos de la empresa consultora y constructora Interstruc Colombia Ltda, Profesional en el área del Recurso Hídrico y del Suelo en la Secretaría Distrital de Ambiente, investigadora del grupo de investigación en producción limpia Choc Izone, Asesora en temas de Gestión y Educación Ambiental, Sistemas de Gestión Ambiental, NTC ISO 14001, Salud Ocupacional y Seguridad Industrial avalados por el Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA-. caluanlu@hotmail.com