

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA PARA
LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS SEDE BOGOTÁ, Y FORMULACIÓN DEL
PLAN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL PARA EL CAMPUS SAN
ALBERTO MAGNO**

**KAREN MILENA ÁVILA OLAYA
NATHALIE GARAVITO REALPE**



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
División de ingenierías
Facultad de ingeniería ambiental
Bogotá D.C
2016**

**DISEÑO DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DE AGUA PARA
LA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS SEDE BOGOTÁ, Y FORMULACIÓN DEL
PLAN PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO AMBIENTAL PARA EL CAMPUS SAN
ALBERTO MAGNO**

**Presentado por:
KAREN MILENA ÁVILA OLAYA
NATHALIE GARAVITO REALPE**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Ambiental
Modalidad: Pasantía.**

**Dirigido por:
Ángela María Jaramillo Londoño (Bióloga Marina PhD)
Carlos Andrés Peña Guzmán (Ing. Ambiental y Sanitario Ms.C)**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C
2016**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C., 19 de enero de 2016

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado en primera instancia a Dios, quien me concedió la fortaleza para dar un paso más en mi vida profesional y personal. A mis abuelos y madre, por su esfuerzo incansable y sacrificio constante, y a mi hermano, ya que él es mi foco para seguir adelante.

Karen M. Ávila Olaya

A Dios, por brindarme la oportunidad de iniciar y culminar mis estudios como Ingeniera Ambiental. A mis padres, por su apoyo incondicional y sacrificios asumidos para permitir mi formación como profesional, sin ellos y su dedicación nada de esto hubiera sido posible.

Nathalie Garavito Realpe

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a la Universidad Santo Tomás, más precisamente a la Facultad de Ingeniería Ambiental, por permitirnos desarrollar nuestra opción de grado en pro de contribuir a la institución. Por otra parte agradecemos al Departamento de Planta Física, junto con los respectivos administradores de los diferentes edificios de la universidad, por proporcionar de manera efectiva y oportuna la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación. Por último agradecemos puntualmente a las personas que nos apoyaron a lo largo del presente proyecto, al Ingeniero Duvan Mesa y a los docentes David Orjuela y Juan José Vargas por su compromiso y dedicación con el desarrollo del trabajo, así como también a nuestra directora, Ángela Jaramillo, y codirector, Carlos Peña, por la orientación brindada a lo largo del proceso.

CONTENIDO

RESUMEN.....	12
INTRODUCCIÓN.....	13
1. OBJETIVOS.....	14
1.1. Objetivo General.....	14
1.2. Objetivos Específicos.....	14
2. MARCO REFERENCIAL.....	15
2.1. Marco contextual.....	15
2.1.1. Ubicación geográfica de la sede Bogotá.....	15
2.1.2. Servicios Ofrecidos por la universidad.....	15
2.2. Marco teórico.....	19
2.2.1. Ahorro y Uso Eficiente del Agua.....	19
2.2.2. Gestión del Riesgo Ambiental.....	21
2.3. Marco conceptual.....	24
2.3.1. Ahorro y Uso Eficiente del Agua.....	24
2.3.2. Gestión del Riesgo Ambiental.....	25
2.4. Marco legal.....	26
2.4.1. Normativa aplicable Ahorro y Uso Eficiente del Agua.....	26
2.4.2. Normativa aplicable a la Gestión del Riesgo Ambiental.....	27
3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA- PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.....	29
3.1. Revisión de la documentación, antecedentes e información de los edificios.....	29
3.2. Identificación en campo de actividades que implican uso del agua.....	29
3.3. Identificación del sistema.....	30
3.3.1. Metodología implementada.....	30
3.3.2. Variables.....	30
3.3.3. Instrumentos.....	30
3.3.4. Entrevistas.....	30
3.3.5. Observaciones en campo.....	31
3.5. Descripción del sistema de distribución.....	32
3.5.1. Edificio Principal.....	33
3.5.2. Edificio Dr. Angélico.....	33

3.5.3.	Edificio Aquinate.....	34
3.5.4.	Edificio Santo Domingo.	34
3.5.5.	Universidad abierta y a distancia.....	34
3.5.6.	Campus San Alberto Magno.	34
3.6.	Identificación de la demanda	35
3.7.	Identificación de puntos críticos (Ecomapas).....	37
3.8.	Estimación de consumo por actividades.....	40
3.8.1.	Edificio Principal.....	40
3.8.2.	Edificio Dr. Angélico.	44
3.8.3.	Edificio Aquinate (Sede Lourdes).....	48
3.8.4.	Edificio Santo Domingo.....	50
3.8.5.	Vicerrectoría General De Universidad Abierta Y A Distancia (VUAD).....	51
3.8.6.	Campus San Alberto Magno	54
3.9.	Detección de fugas	59
3.10.	Características de vertimientos edificios sede Bogotá	60
3.10.1.	Aguas grises y negras.....	60
3.10.2.	Aguas Pluviales.....	61
3.10.3.	Vertimientos Especiales	62
3.11.	Balance hídrico por edificios.....	63
3.12.	Selección de soluciones de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.....	66
3.13.	Formulación del programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua	67
4.	RESULTADOS- PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.....	68
4.1.	Resultados y análisis diagnóstico oferta hídrica	68
4.1.1.	Edificio Principal.....	68
4.1.2.	Edificio Dr. Angélico.	69
4.1.3.	Edificio Santo Domingo (Admisiones).	71
4.1.4.	Edificio VUAD.....	72
4.1.5.	Campus San Alberto Magno.	73
4.2.	Resultados y análisis diagnóstico de uso y vertimientos	75
4.2.1.	Consumo por actividad Edificio Principal.	76
4.2.2.	Consumo por actividad Edificio Dr. Angélico.....	77
4.2.3.	Consumo por actividad Edificio Aquinate.....	78
4.2.4.	Consumo por actividad Edificio Santo Domingo.	78

4.2.5. Consumo por actividad edificio vicerrectoría de universidad abierta y a distancia.	80
4.2.6. Consumo por actividad Campus San Alberto Magno.	80
5. DESARROLLO DE LA PASANTÍA- PANORAMA DE RIESGOS AMBIENTALES.....	82
5.1. Revisión de antecedentes y descripción de la zona.	82
5.2. Identificación de actividades	82
5.3. Identificación de escenarios de riesgo	83
5.4. Identificación de sucesos iniciadores.....	84
5.5. Asignación de probabilidad del escenario de accidente.	84
5.6. Estimación de consecuencias asociadas al escenario de accidente	84
5.6. Estimación de la gravedad.....	86
5.7. Estimación del riesgo.....	86
5.8. Priorización del riesgo.....	86
5.9. Formulación del Plan de Gestión del Riesgo Ambiental	86
6. RESULTADOS- PANORAMA DE RIESGOS AMBIENTALES	87
6.1. Estimación de probabilidades	87
6.2. Estimación de la gravedad.....	88
6.2.1. Entorno Natural.	88
6.2.2. Entorno Humano.	89
6.2.3. Entorno Socio-Económico.....	89
6.3. Priorización de escenarios.....	90
6.3.1. Entorno Natural.	90
6.3.2. Entorno Humano.	91
6.3.3. Entorno Socio-Económico.....	91
7. CONCLUSIONES.....	93
7.1. Programa de ahorro y uso eficiente del agua	93
7.2. Plan de gestión de riesgo ambiental	95
8. RECOMENDACIONES	96
8.1. Programa de ahorro y uso eficiente del agua	96
8.2. Plan de gestión de riesgo ambiental	97
BIBLIOGRAFÍA.....	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de usuario del recurso hídrico priorizados por la CAR	24
Tabla 2. Indicadores ambientales específicos sobre agua potable	25
Tabla 3. Resumen normativa vigente aplicable a la formulación del PAUEA	26
Tabla 4. Resumen normativa vigente aplicable a la gestión del riesgo ambiental	27
Tabla 5. Variables identificadas en el desarrollo de la metodología.	30
Tabla 6. Personal entrevistado para el diagnóstico.....	31
Tabla 7. Inventario de suministros medidos por edificio.	32
Tabla 8. Identificación de tanques de almacenamiento de agua potable Edificio Principal	33
Tabla 9. Distribución de la capacidad de aulas por edificios.	35
Tabla 10. Consumo de agua edificios Bogotá.	36
Tabla 11. Identificación de puntos críticos por edificio	37
Tabla 12. Caudales individuales por unidad de consumo de agua en baños.	40
Tabla 13. Consumo por actividades de aseo.	42
Tabla 14. Caudal unitario de unidades de consumo de agua en baños Edificio Dr. Angélico	44
Tabla 15. Consumo en Actividades de aseo	45
Tabla 16. Facturación consumo de cafetería Benefit	46
Tabla 17. Facturación consumo de cafetería "Avena Cubana"	46
Tabla 18. Consumo Actividades de aseo Edificio Aquinate.....	49
Tabla 19. Caudal por unidad de consumo de agua en baños edificio Santo Domingo	50
Tabla 20. Consumo actividades de aseo edificio Santo Domingo.	51
Tabla 21. Caudal unitario de unidades de consumo de agua en baños edificio VUAD	52
Tabla 22. Consumo de actividades de aseo edificio VUAD.....	53
Tabla 23. Caudales individuales por unidad de consumo de agua en baños Campus San Alberto Magno	54
Tabla 24. Caudal Unitario de Duchas edificio Campus San Alberto Magno	54
Tabla 25. Consumo por actividades de aseo Campus San Alberto Magno	55
Tabla 26. Balance hídrico Edificio Principal	63
Tabla 27. Balance hídrico Edificio Dr. Angélico.....	64
Tabla 28. Balance hídrico Edificio Aquinate	64
Tabla 29. Balance hídrico Edificio Santo Domingo.....	64
Tabla 30. Balance hídrico Edificio VUAD	65
Tabla 31. Balance hídrico Campus San Alberto Magno	65
Tabla 32. Resumen soluciones de Ahorro y Uso Eficiente del Agua	67
Tabla 33. Consumo per cápita edificios Universidad Santo Tomás.....	75
Tabla 34. Consumo unitario para actividades de aseo edificios.	76
Tabla 35. Comparación de consumos Edificio Principal y Dr. Angélico ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 36. Comparación de consumos Edificio Aquinate y Santo Domingo	79
Tabla 37. Consumo Unitario Actividades de aseo Campus San Alberto Magno	81

Tabla 38: Estimación de probabilidad	84
Tabla 39. Valoración de consecuencias sobre el entorno natural	85
Tabla 40. Valoración de consecuencias sobre el entorno humano	85
Tabla 41. Valoración de consecuencias sobre el entorno socio económico.....	85
Tabla 42. Estimación de la probabilidad.	87
Tabla 43. Estimación de la gravedad en el Entorno Natural.....	88

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Tendencias del consumo promedio anual, Edificio Principal.....	68
Gráfica 2. Tendencia del consumo promedio mensual edificio central	69
Gráfica 3. Tendencias del consumo promedio anual, Dr. Angélico.	70
Gráfica 4. Tendencia del consumo promedio mensual Dr. Angélico	70
Gráfica 5. Tendencias del consumo promedio anual, Edificio Santo Domingo.....	71
Gráfica 6. Tendencia del consumo promedio mensual Edificio Santo Domingo.....	72
Gráfica 7. Tendencias del consumo promedio anual, Edificio VUAD (Vicerrectoría de la Universidad Abierta y a Distancia).	72
Gráfica 8.Tendencia del consumo promedio mensual Edificio VUAD (Vicerrectoría de la Universidad Abierta y a Distancia).	73
Gráfica 9. Tendencias del consumo promedio anual, Campus San Alberto Magno.	74
Gráfica 10. Tendencia del consumo promedio mensual, Campus San Alberto Magno. ...	74
Gráfica 11. Consumo por Actividades Edificio Principal	76
Gráfica 12. Consumo por Actividades Edificio Dr. Angélico	77
Gráfica 13. Consumo por Actividades Edificio Aquinate.....	78
Gráfica 14. Consumo por Actividades edificio Santo Domingo.....	79
Gráfica 15. Consumo por Actividades edificio VUAD	80
Gráfica 16. Consumo por Actividades edificio Campus San Alberto Magno.....	81
Gráfica 17. Porcentaje de la probabilidad.	87
Gráfica 18. Porcentaje de gravedad en el entorno natural.	88
Gráfica 19. Porcentaje de gravedad en el Entorno humano.....	89
Gráfica 20. Porcentaje de gravedad en el Entorno socio - económico.	89

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista exterior del Edificio Principal	15
Figura 2. Vista exterior Edificio Dr. Angélico	16
Figura 3. Vista exterior Edificio Aquinate	16
Figura 4. Vista exterior Edificio Santo Domingo (Admisiones).....	17
Figura 5. Vista exterior Edificio VUAD.....	17
Figura 6. Vista interior del Campus San Alberto Magno.....	18
Figura 7. Panorama general de la gestión del riesgo.	22
Figura 8. Ecomapa primer nivel en el Edificio Principal (vista en planta).....	38
Figura 9. Ecomapa Campus San Alberto Magno (vista en planta)	39
Figura 10. Cafeterías Edificio Principal (Frida's, izquierda. Refribreak, derecha)	42
Figura 11. Actividades de aseo Edificio Dr. Angélico	45
Figura 12. Punto de venta "BENEFIT" Edificio Dr. Angélico.....	46
Figura 13. Punto de venta "AVENA CUBANA" - Edificio Dr. Angélico.....	47
Figura 14. Cafetería Edificio Aquinate.....	49
Figura 15. Cancha de Fútbol, Campus San Alberto Magno	56
Figura 16. Piscina Campus San Alberto Magno.....	57
Figura 17. Dimensiones de piscina Campus San Alberto Magno.....	57
Figura 18. Cuarto de máquinas, Campus San Alberto Magno	58
Figura 19. Fuente Campus San Alberto Magno	58
Figura 20. Rejillas para retención de sólidos generados en el funcionamiento de cafeterías.	60
Figura 21. Pozos de inspección de Agua Residual, Edificio Principal.	61
Figura 22. Tanque de almacenamiento de aguas pluviales Campus	61
Figura 23. Priorización de escenarios entorno Natural.....	90
Figura 24. Priorización de escenarios entorno humano.	91
Figura 25. Priorización de escenarios entorno socio-económico.....	92
Figura 26. Consolidación de priorización del riesgo.....	92

RESUMEN

El Sistema de Gestión Ambiental, implementado por la Universidad Santo Tomás sede Bogotá desde el año 2012, refleja el interés de la institución por involucrar a la comunidad universitaria dentro de los planes y programas establecidos dentro de la misma, los cuales se encuentran encaminados a la mejora de la calidad institucional y ambiental. Así las cosas, el presente trabajo surge como respuesta a dicha necesidad y tiene como objetivo principal aportar a la consolidación del actual Sistema de Gestión Ambiental, mediante la formulación del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA) para los edificios principales que conforman la sede de Bogotá, y a la formulación del Plan para la Gestión del Riesgo Ambiental en el Campus San Alberto Magno.

Con el fin de realizar el diagnóstico del estado de uso y vertimientos de agua, el cual serviría como base para la formulación del PAUEA en los diferentes edificios, se desarrolló una metodología basada en la medición directa de caudales y en la asignación de factores de consumo por actividad para la elaboración del balance hídrico. Lo anterior dio como resultado la identificación de la actividad de uso de baños como punto crítico para la mayoría de los edificios, siendo esta situación mitigable mediante la implementación de dispositivos ahorradores de agua y la modernización de la infraestructura hidrosanitaria. De igual forma se reconoce la importancia del control en cuanto al consumo del recurso y del fortalecimiento del componente de capacitación y educación en cuanto al ahorro y uso eficiente del agua.

Por otra parte, con el fin de determinar medidas de gestión para los potenciales impactos negativos al entorno, asociados a las actividades del Campus San Alberto Magno, se realizó la identificación, evaluación y priorización de los riesgos en distintos escenarios propuestos mediante un Panorama de Riesgos Ambientales. Lo anterior por medio de la metodología establecida por la norma española UNE 150008: 2008 EX, dando como resultado la priorización de las medidas encaminadas a la gestión de riesgos por vertimientos o contaminación hídrica, debido a la falta de infraestructura para el tratamiento o depuración de las aguas residuales y al alto nivel freático presente en la zona de estudio.

INTRODUCCIÓN

El deterioro de la calidad ambiental en el país es una situación que enfrentamos hoy en día, debido al uso desmedido de los recursos y a la falta de control gubernamental sobre el manejo ambiental por parte de los sectores productivos. Lo anterior justifica la aplicabilidad de los Sistemas de Gestión ambiental como herramientas para la planeación y toma de decisiones a nivel institucional, con relación a las actividades realizadas por el hombre y su interacción con el medio ambiente.

Los Programas de Ahorro y Uso eficiente del Agua (PAUEA) surgen como un mecanismo gubernamental para generar conciencia y proporcionar a los usuarios herramientas para un correcto aprovechamiento del recurso hídrico. Estos han sido implementados a nivel mundial, principalmente para sectores públicos y entidades prestadoras de servicio de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje. Sin embargo su alcance puede extenderse a la totalidad de los usuarios del recurso hídrico.

La formulación del PAUEA para la Universidad Santo Tomás fue realizada con base en los lineamientos definidos en la Ley 373 de 1997, así como los términos de referencia emitidos por las diferentes entidades ambientales del país. Para esta se elaboró un diagnóstico actual del estado del recurso hídrico en los diferentes edificios que conforman la sede en Bogotá, analizando información referente a las fuentes de captación y actividades que implican uso del agua para la estimación del volumen requerido por las mismas. Lo anterior con el fin de generar estrategias a nivel técnico, ambiental y social, que permitieran garantizar el ahorro y uso eficiente del agua en las instalaciones de la sede en Bogotá.

Por otra parte, los Planes de Gestión del Riesgo Ambiental son utilizados como una herramienta de planeación y respuesta ante situaciones de emergencia, en las cuales se puedan ver afectados los componentes natural, socioeconómico y humano. El panorama de riesgos ambientales para el Campus San Alberto Magno, fue elaborado a partir del análisis, evaluación y priorización de los riesgos ambientales asociados a las actividades desarrolladas en este. Lo anterior dando como resultado la formulación de las medidas, contempladas dentro del Plan de Gestión del Riesgo Ambiental, para la gestión de los riesgos más significativos.

A partir de la formulación del PAUEA para la Universidad Santo Tomás y del Plan de Gestión del Riesgo Ambiental para el Campus San Alberto Magno, se pretende aportar al fortalecimiento de su Sistema de Gestión Ambiental y constituirlo como una herramienta efectiva para la toma de decisiones dentro de la institución. De igual forma dichos documentos cumplirán la función de contribuir a la consolidación los términos de referencia de las temáticas abordadas y futuras implementaciones a nivel local y nacional.

1. OBJETIVOS

1.1. Objetivo General

Diseñar el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para la Universidad Santo Tomás edificios: Principal, Admisiones, Edificio Dr. Angélico, Lourdes, Vicerrectoría General de Universidad Abierta y a Distancia (VUAD) y Campus San Alberto Magno y formular el plan para la Gestión del Riesgo Ambiental para el Campus San Alberto Magno.

1.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico actual de uso y vertimientos de agua en los edificios de la Universidad Santo Tomás de Bogotá.
- Formular el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua aplicable a cada uno de los edificios de la Universidad Santo Tomás de Bogotá.
- Identificar, evaluar y priorizar los riesgos ambientales asociados a las actividades del Campus San Alberto Magno, con base en la metodología UNE 150008: 2008 EX.
- Determinar las medidas para la gestión del riesgo ambiental, contempladas dentro de un Plan de Gestión del Riesgo Ambiental aplicable al Campus San Alberto Magno.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. Marco contextual

2.1.1. Ubicación geográfica de la sede Bogotá.

La Universidad Santo Tomás de Colombia cuenta con presencia en Bucaramanga, Medellín, Tunja y Villavicencio. Actualmente cuenta con seis edificios principales, que conforman la sede en Bogotá:

Nombre	Dirección
Edificio Principal	Carrera 9 No. 51 - 11
Edificio Dr. Angélico	Carrera 9 No. 72 – 90
Edificio Aquinate (Sede de Lourdes)	Carrera 9A No. 63 - 28
Admisiones (Edificio Santo Domingo)	Carrera 7 No. 51 A 13
Vicerrectoría General de Universidad Abierta y a Distancia (VUAD)	Carrera 10 No. 72 - 50
Campus San Alberto Magno	Autopista Norte, Av. los Arrayanes Km. 1.6

(Ver Anexo A. "Georreferenciación edificios objeto del PAUEA")

2.1.2. Servicios Ofrecidos por la universidad

Los edificios que conforman la Universidad Santo Tomás fueron construidos con el fin de suplir la demanda de los diferentes programas académicos disponibles para la sede de Bogotá, a continuación se presenta una breve descripción de los servicios ofrecidos en cada uno de estos:

2.1.2.1. Edificio Principal

Figura 1. Vista exterior del Edificio Principal



Fuente: Universidad Santo Tomás

Siendo el edificio más antiguo, cuenta con un área total de 20.093,39 m^2 . Actualmente alberga la gran mayoría de oficinas administrativas para la sede de Bogotá, así como también las facultades de Ingeniería, diseño gráfico y ciencias económicas. Por otra parte, el edificio cuenta con alrededor de 67 aulas de clase, 13 salas de cómputo, laboratorios para ingenierías, tres cafeterías, biblioteca, gimnasio, enfermería, auditorios y salas de profesores. El flujo de personas que circulan en este es muy variable debido a que es centro principal de eventos académicos y recreativos dirigidos a la población estudiantil, docentes y externos.

2.1.2.2. Edificio Dr. Angélico

Figura 2. Vista exterior Edificio Dr. Angélico



Fuente: Universidad Santo Tomás

El Edificio Dr. Angélico, inaugurado en el año 2012, cuenta con un área total de 24.373,42 m^2 . Es el edificio con mayor capacidad de aulas después del Edificio Principal y es además centro de eventos académicos e institucionales. Alberga las facultades de comunicación social, derecho, gobierno y relaciones internacionales, administración de empresas, mercadeo, negocios internacionales. Cuenta con aulas de clase, oficinas administrativas, salas de cómputo, cafetería, puntos de venta de alimentos, auditorios, gimnasio, biblioteca y enfermería.

2.1.2.3. Edificio Aquinate (Lourdes)

Figura 3. Vista exterior Edificio Aquinate



Fuente: Universidad Santo Tomás

El Edificio Aquinate, o sede de Lourdes, inaugurado en el año 2010, cuenta con un área total de 3.968,28^{m²}. Este alberga la facultad de humanidades (división de filosofía y teología) y cuenta con 24 aulas de clase, cafetería, baños, salas de profesores, gimnasio, enfermería, biblioteca, auditorio y capilla.

2.1.2.4. Edificio Santo Domingo (Admisiones)

Figura 4. Vista exterior Edificio Santo Domingo (Admisiones)



Fuente: Universidad Santo Tomás

El edificio Santo Domingo Hace parte de la extensión del Edificio Principal y posee un área total de 3.842,37^{m²}. Cuenta con aulas de clase para la facultad de sociología principalmente, una sala de cómputo, una cafetería y con las oficinas administrativas del departamento de Admisiones y Relaciones Interinstitucionales.

2.1.2.5. Vicerrectoría General de Universidad Abierta y a Distancia

Figura 5. Vista exterior Edificio VUAD



Fuente: Universidad Santo Tomás

El edificio de la VUAD se encuentra únicamente a disposición de oficinas administrativas y salas de cómputo destinadas a las facultades de la modalidad a distancia que ofrece la universidad. Cuenta con aulas de educación virtual, oficinas administrativas, cafetería, baños y salas de profesores. Alberga una población fija de 35 personas laborando en el área administrativa y alrededor de 120 docentes de cátedras virtuales, los cuales asisten por jornadas, tanto diurna como nocturna.

2.1.2.6. Campus San Alberto Magno

Figura 6. Vista interior del Campus San Alberto Magno



Fuente: Universidad Santo Tomás

El Campus San Alberto Magno se encuentra en funcionamiento para actividades académicas desde el año 2009, luego de ser remodelado. Es la sede deportiva de la Universidad Santo Tomás en Bogotá y cuenta con un área total de 15.6633 m^2 , de la cual $80.144,82 \text{ m}^2$ corresponden a zonas verdes. Alberga además la facultad de cultura física y la facultad de psicología. Actualmente posee cerca de 25 escenarios deportivos, 36 salones de clase, 7 auditorios, dos cámaras de Gessel, capilla, dos salas de sistemas, almacén deportivo, zona húmeda (sauna y turco), cafetería, biblioteca, coliseo y servicio médico. El campus cuenta con salones de clase, laboratorio de neurología, laboratorio de psicología, zonas verdes, cancha de fútbol semi - profesional, canchas de tenis, gimnasio, enfermería, piscina semi – olímpica.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Ahorro y Uso Eficiente del Agua

2.2.1.1. Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua (PAUEA).

Según el Artículo 1 de la Ley 373 de 1997, por la cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua, éste se entiende como el “conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.” [1]

El PAUEA es un plan quinquenal basado en el diagnóstico de la oferta hídrica de las fuentes de abastecimiento y la demanda de agua, cuyo contenido debe incluir:

- Metas anuales de reducción de pérdidas y de consumos, que serán definidas por las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales para todos los usuarios exceptuando el sistema de acueducto.
- Campañas educativas a la comunidad involucrada, destinando un presupuesto exclusivo para tal fin.
- Utilización de aguas lluvias, superficiales y subterráneas.
- Incentivos.
- Otros aspectos definidos por las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales.

El documento del PAUEA debe ser presentado por los diferentes usuarios del recurso hídrico a la corporación autónoma regional correspondiente según su jurisdicción, así como a las demás autoridades ambientales de la zona cuyas funciones estén relacionadas con el manejo, protección y control del agua. Como última estrategia de regulación, la legislación establece la potestad de las entidades ambientales para aplicar sanciones a las entidades encargadas de prestar el servicio de acueducto y a los usuarios que desperdicien el agua [1].

2.2.1.2. Antecedentes Internacionales de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

El concepto de Producción Más Limpia PML- fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) en 1989. La PML es definida como la “aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada aplicada a procesos, productos y servicios para mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente [1]

Es por esto que los Programas de Ahorro y Uso Eficiente de Agua (PAUEA) han adquirido tanta fuerza en la actualidad. Países como España implementan catálogos, informes, y guías relacionadas con las buenas prácticas en las cuales un ítem obligatorio son los planes integrales de uso eficiente del agua. España es un país de recurso hídrico muy limitado, por ello su preocupación ante el mal manejo del recurso. Sus programas están basados en la concientización ante el cuidado del recurso hídrico, basándose en un sistema de gestión de la demanda, es decir se busca prevenir y no mitigar actividades que malgasten el recurso hídrico, cabe resaltar la publicación del nuevo código técnico de edificación (CTE), aprobado en 2006, el cual cuenta con medidas de ahorro de agua más novedosas y eficientes [2].

2.2.1.3. Antecedentes de ahorro y uso eficiente del agua en instituciones educativas.

Los programas de uso eficiente del agua se han implementado ampliamente a nivel universitario. Cada vez son más las Instituciones de educación superior alrededor del mundo las que han implementado entre sus políticas la conservación, reutilización y reciclaje del agua. La motivación principal de las universidades para ejecutar este tipo de programas es principalmente promover la investigación y la innovación tecnológica en estas, al tiempo que se inculca en los estudiantes a llevar prácticas cada vez más amigables con el medio ambiente y que contribuyan a la sostenibilidad. A nivel general las universidades o centros educativos y de investigación emplean estrategias de ahorro y uso eficiente de agua, así como también de reúso y reciclaje de la misma. La Universidad de Stanford en San Francisco, es un caso de estudio ampliamente reconocido por sus resultados en la reducción de consumos de agua, mediante el uso de dispositivos ahorradores de agua, adecuación de tecnologías de recirculación de vapor condensado en la maquinaria, capacitación y concientización de la comunidad estudiantil, pero sobretodo mediante la retroalimentación y actualización de sus metas de reducción, lo cual ha permitido que este sea un caso exitoso de ahorro del recurso hídrico mediante la implementación del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua [3].

La implementación de los PAUEA, a nivel de educación superior, 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 eficiente, además del valor agregado que se le da a cada institución por la implementación de un PAUEA, y su beneficio económico traducido en ahorro en servicios públicos. Algunas de las experiencias en cuanto a la formulación de metodologías e implementación de programas de ahorro y uso eficiente de agua a nivel nacional se presentan a continuación:

A nivel nacional se han desarrollado diferentes técnicas en cuanto al diagnóstico de la demanda hídrica. Un ejemplo de estas es la implementada por la Universidad Tecnológica de Pereira, en la cual se emplearon dispositivos de medición de caudal cumpliendo la función de micro medidores, para la medición directa del consumo real por actividad. Adicionalmente en este se empleó una estimación directa del flujo de personas que hicieron uso de los baños según el día de la semana, con el fin de determinar la demanda total mensual. En cuanto a estrategias de ahorro y uso eficiente del agua, en esta institución se propuso la recolección y aprovechamiento de agua de lluvia por medio de la captación de esta desde los techos ya situados en las instalaciones [4].

A nivel local se han desarrollado metodologías para el diseño de los PAUEA, como es el ejemplo del PAUEA diseñado para el Campo de Golf de la Universidad Manuela Beltrán. En dicho programa se implementa una metodología de estimación de consumo de agua por actividades, mediante la medición directa de caudales empleados por actividad, asociados a un tiempo de duración de la misma. Por otra parte se implementa para la estimación del agua por uso de baños mediante el comportamiento de la población fija o flotante, asumiendo cada ingreso a las instalaciones como un usuario de las unidades sanitarias [5].

Por otra parte, en cuanto a estrategias de ahorro y uso eficiente del agua, se tiene el caso de la Universidad Del Bosque en Bogotá, la cual desarrolló como objetivo principal los sistemas tecnológicos actuales para minimizar el gasto hídrico en la institución, planteando sistemas de control de salida de agua lo que relega en gran parte el uso del agua al usuario o consumidor, con el fin de reducir los gastos económicos adicionales para la institución [6].

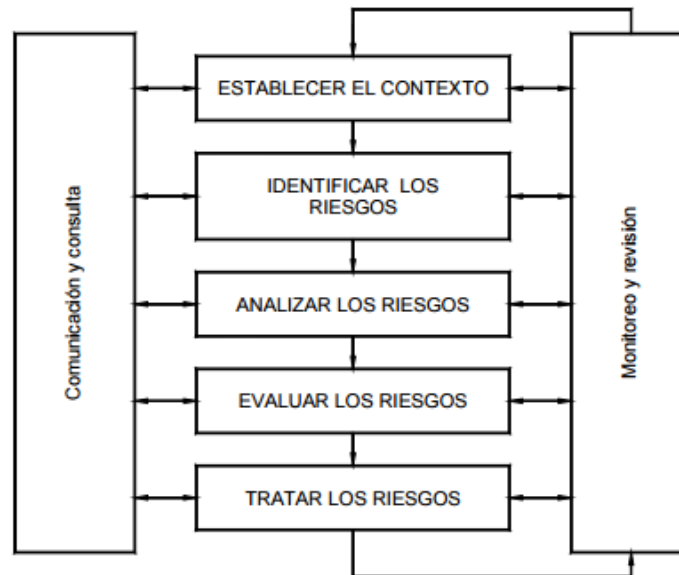
2.2.2. Gestión del Riesgo Ambiental

Riesgo es la posibilidad de que suceda algo que tendrá impacto en los objetivos. El riesgo se puede originar en un evento, una acción o en la falta de una acción. Las consecuencias pueden ir desde lo benéfico hasta lo catastrófico. El riesgo para el ambiente se puede presentar en forma de “perturbación” causada por la actividad (o inactividad) humana que lleva a la degradación o a la pérdida de la sostenibilidad.

La gestión del riesgo comprende la cultura, procesos y estructuras que se orientan hacia el aprovechamiento de las oportunidades potenciales al tiempo que se manejan los efectos adversos.

Como lo ilustra el flujo de retroalimentación de la figura 7, todo el proceso de gestión del riesgo es iterativo. El proceso se puede repetir muchas veces con criterios adicionales o modificados para la evaluación del riesgo que conducen a un proceso de mejora continua.

Figura 7. Panorama general de la gestión del riesgo.



Fuente: GTC 104, ICONTEC.

2.2.2.1. Antecedentes Internacionales de la Gestión del Riesgo Ambiental.

En lo concerniente a la gestión del riesgo, a nivel internacional, se habla principalmente de la gestión del riesgo, asociada a la vulnerabilidad de las personas ante fenómenos naturales, en especial en países latinoamericanos y del caribe, donde las poblaciones se ven fuertemente afectadas por calamidades del clima como ondas de calor, sequías, inundaciones, etc. Adicionalmente, es bien sabido que accidentes como el ocurrido en la central nuclear de Chernóbil en 1986, y el derrame de petróleo en el Golfo de México por parte de la compañía *Deepwater Horizon*, han despertado en el mundo el interés por la prevención y control de los peligros que puedan causar las organizaciones al medio ambiente por malas prácticas o bien sea por la mala gestión del riesgo en general. Sin embargo, la gestión del riesgo ambiental a partir de la identificación del panorama de riesgos, es una temática poco abordada en la actualidad.

Son muchas las metodologías que se han desarrollado para realizar un análisis de riesgos ambientales, si bien ya no son tantas las que lo abordan de una forma completa, sin embargo todas propician un objetivo común, que es analizar el riesgo de una organización a partir del peligro asociado a sustancias, procesos, etc., para concluir en unos resultados que permitan la toma de decisiones posterior [7]. A nivel de metodología de gestión del riesgo ambiental, en España se encuentra reglamentada mediante la norma UNE 150008 de Marzo de 2008, cuyo producto es el documento titulado: Análisis y evaluación del riesgo ambiental, el cual consiste en una metodología práctica para la identificación de los factores de amenaza que

constituye una actividad cualquiera para el medio ambiente. En el caso de la Unión Europea, la política ambiental está guiada actualmente por tres principios: El primero de ellos es el concepto de “quien contamina paga y repara”, y los otros son los principios de acceso público a la información y de participación de los ciudadanos en la toma de decisiones. Estos principios son el resultado del Convenio de Aarhus. Se trata de un acuerdo internacional firmado por la Unión Europea, que establece los mecanismos para promover la implicación de los ciudadanos en cuestiones ambientales [7].

2.2.2.2. Antecedentes de la gestión del riesgo ambiental en instituciones educativas.

En primer lugar, cabe resaltar que en nuestro país, los lineamientos que dan lugar a la gestión del riesgo ambiental, se encuentran contemplados en la GTC 104. Sin embargo no existe una metodología establecida para la evaluación de estos. En cuanto a la formulación de los Planes de Gestión del Riesgo Ambiental, estos son formulados con base a la ley 1523 del 2012, según la cual se reglamentan los planes para la gestión del riesgo general y desastres.

Con respecto a la contemplación de un plan de gestión del riesgo se destaca a nivel regional se destacan las universidades del Quindío y Pamplona las cuales cuentan con estrategias de control, preparación ante la presencia de un riesgo de cualquier tipo, ya que en el caso de la Universidad de Quindío se quiere implementar un esquema administrativo y operativo para controlar eventos de tipo catastrófico por medio de documentos para su intervención [8].

A nivel local la universidad de la Salle la cual cuenta con un plan de la gestión del riesgo para todo tipo de riesgo social, natural y tecnológico, en el implementa los sistemas de prevención para evitar posibles catástrofes, en caso de que suceda tener un plan de acción [9].

Por otra parte, la Universidad Javeriana cuenta con un plan de riesgos, emergencias y contingencias muy superficial, en el cual hace referencia a las posibles situaciones que se pueden presentar ante una emergencia ya sea ambiental, social o de otra índole, para ello presenta de igual manera el documento de las soluciones ante estos riesgos que pueden representar problemas económicos para la institución, además cuentan con una capacitación para los estudiantes en dado caso que se presenten eventos infortunados [10].

Por último se tiene el plan de riesgos de la Escuela de Artes y Letras, el cual encamina su contenido a la prevención y preparación de emergencias, riesgo u otros, con el fin de establecer procedimientos que les permita a los estudiantes, docentes y personal administrativo de la institución, protegerse en casos de desastres o amenazas tanto naturales como tecnológicas [11].

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Ahorro y Uso Eficiente del Agua

2.3.1.1. Usuarios.

Según el artículo 14 de la Ley 142 de 1994, un usuario es la “persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde este se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se denomina también consumidor.

Los tipos de usuario del recurso hídrico que la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, en adelante CAR, ha priorizado en su jurisdicción se pueden agrupar en cuatro: doméstico, industrial, agropecuario y otros. (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de usuario del recurso hídrico priorizados por la CAR

TIPO DE USUARIOS	DESCRIPCIÓN
<i>Usuarios domésticos</i>	<i>Acueductos regionales, municipales y veredales.</i>
	<i>Usuarios con conexión individual aislada.</i>
<i>Usuarios industriales</i>	<i>Usuarios dedicados a la extracción, transformación y/o producción de bienes a partir de recursos naturales.</i>
	<i>Refinería, siderurgia, curtiembre, textilera, agroindustria, de alimentos, de medicamentos, etc.</i>
<i>Usuarios agropecuarios</i>	<i>Explotaciones agrícolas, pecuarias, piscícolas y mixtas</i>
<i>Otros usuarios</i>	<i>Sector recreativo y turístico</i>
	<i>Establecimientos comerciales y públicos</i>
	<i>Instituciones del Estado</i>
	<i>Prestadores de salud</i>

Fuente: Adaptado de “Guía para la Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua para los usos representativos del recurso hídrico en la jurisdicción de la CAR”, 2015.

2.3.1.2. Consumo eficiente.

En términos generales el consumo se refiere a gasto promedio que puede tener un usuario determinado medido en condiciones normales, generalmente en un período de tiempo de un mes y en unidades de metros cúbicos. Sin embargo, el consumo eficiente indica puntualmente el porcentaje de reducción de consumos en una instalación interna, como consecuencia del uso de equipos o sistemas de bajo consumo de agua, en relación a los volúmenes registrados en ausencia de dicho equipo o sistema. [1]

2.3.1.3. Oferta hídrica.

La oferta hídrica de escorrentía superficial per cápita total de Colombia es de 59.000 m³/hab/año; sin embargo, la oferta per cápita accesible anual, bajo condiciones naturales, es de 12.000 m³/hab/año (Ministerio del Medio Ambiente, 1996). La oferta hídrica per cápita total es el volumen de agua anual disponible por individuo y se obtiene de dividir el volumen total de agua dulce superficial anual disponible por el tamaño de la población. [12]

2.3.1.4. Demanda hídrica.

Según estudios realizados por el DANE para el año 2014, la ciudad de Bogotá cuenta con aproximadamente 7.363.782 de habitantes los cuales consumen un 18% del total de agua potable, el otro 82% es consumido por el sector agrícola y el sector industrial [13]. Datos de la EAAB (Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá), muestran que, para el año 2014, en Bogotá se consumieron 18 metros cúbicos por segundo, por lo cual haciendo cuentas en 24 horas se consumieron 1.555.200 metros cúbicos de agua [14]. En la tabla 3 muestra la dotación neta de agua, asociada al uso por parte de los usuarios de las instituciones educativas, establecida en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico –RAS para el año 2010 [15].

Tabla 2. Indicadores ambientales específicos sobre agua potable

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Educación elemental	20L/alumno/jornada
Educación media y superior	25 L/alumno/jornada

Fuente: Autoras, 2015.

2.3.2. Gestión del Riesgo Ambiental

2.3.2.1. Gestión del riesgo.

El riesgo se puede originar en un evento, una acción o en la falta de acción. Las consecuencias pueden ir desde lo benéfico hasta lo catastrófico. El riesgo para el ambiente se puede presentar en forma de “perturbación” causada por la actividad (o inactividad) humana que lleva a la degradación o a la pérdida de la sostenibilidad [16].

2.3.2.2. Riesgo Ambiental.

Cuando se tiene en cuenta el “riesgo” en el contexto ambiental, se debería considerar como las consecuencias ambientales de una gravedad determinada y la posibilidad de que presente esa consecuencia particular [16].

2.4. Marco legal

2.4.1. Normativa aplicable Ahorro y Uso Eficiente del Agua

En la tabla 4 se puede observar el resumen del marco normativo para el desarrollo de los PAUEA, mientras que en la tabla 5 se registran los aspectos normativos más relevantes en cuanto a la aplicación de los Planes de Gestión del Riesgo Ambiental. Debido a su complejidad, la matriz normativa en su totalidad se puede apreciar en el Anexo B. "Matriz Legal".

Asimismo, cabe resaltar que los edificios objeto de PAUEA se encuentran, en su mayoría en la jurisdicción de la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, a excepción del Campus San Alberto Magno, el cual se encuentra directamente en la jurisdicción de la CAR por encontrarse ubicado en el área metropolitana de la ciudad.

Tabla 3. Resumen normativa vigente aplicable a la formulación del PAUEA

COMPONENTE	NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
General	Constitución Política de Colombia	Por la cual se establecen los conjuntos de reglas para el comportamiento y bienestar de los Colombianos, estas normas establecen los derechos y garantías que tienen todos los colombianos para poder tener una buena calidad de vida tanto con los otros, como con el medio ambiente
	Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente
Agua	Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico	Plantea objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégicas para el manejo del recurso hídrico del país.
	Ley 373 de 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua
	Decreto 3930 de 2010	Se reglamentan los usos del agua.
	Decreto 2858 de 1981	Concesiones de agua y disposiciones generales.
	Decreto 1594 de 1984	Normas de vertimientos de residuos líquidos y usos del agua
	Decreto 475 de 1998	Por el cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable
	Decreto 3102 de 1997	Por el cual se reglamenta el artículo 15 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua.
Decreto 901 de 1997	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.	

	Decreto 1311 de 1998	Por el cual se reglamenta el literal g) del artículo 11 de la Ley 373 de 1997 que establece la obligación, a cargo de todas las entidades usuarias del recurso hídrico, de suministrar información relacionada con el caudal consumido por los usuarios del sistema
	Decreto 1575 de 2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
	Resolución 493 de 2010	Por la cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo.
	Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 1508 de 2010	Por la cual se establece el procedimiento para el recaudo de los recursos provenientes de las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desestimular su uso excesivo y su respectivo giro al Fondo Nacional Ambiental (Fonam)
	Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
Requisitos Ambientales	Decreto 1299 de 2008	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel general y se dictan otras disposiciones. Se reglamenta la creación del Departamento de Gestión ambiental dentro de la estructura organizacional.

Fuente: Autoras, 2015.

2.4.2. Normativa aplicable a la Gestión del Riesgo Ambiental

Tabla 4. Resumen normativa vigente aplicable a la gestión del riesgo ambiental

COMPONENTE	NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
GENERAL	Constitución Política de Colombia	Por la cual se establecen los conjuntos de reglas para el comportamiento y bienestar de los Colombianos, estas normas establecen los derechos y garantías que tienen todos los colombianos para poder tener una buena calidad de vida tanto con los otros, como con el medio ambiente
	Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente
	Decreto 2811 de 1974	Por la cual se establecen los usos del suelo agrícola y de los no agrícolas de la tierra.
	Ley 400 de 1997	por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes.

COMPONENTE	NORMATIVA	DESCRIPCIÓN
AGUA	Decreto 3930 de 2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9ª de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
	Decreto 1594 de 1984	Normas de vertimientos de residuos líquidos y usos del agua
	Resolución 631 de 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
AIRE	Resolución 910 de 2008	Por la cual se reglamenta los niveles permisibles de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres.
	Resolución 909 de 2008	Por la cual se establecen las normas y estándares de emisión admisible de contaminantes a la atmosfera por fuentes fijas y se dictan otras disposiciones.
	Resolución 627 de 2006	Por la cual se establece la norma nacional de emisión de ruido y ruido ambiental.
FAUNA Y FLORA	Decreto 1791 de 1996	Por medio del cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.
ENERGÍA	Ley 143 de 1994	Por la cual se establece el régimen para la generación, interconexión, transmisión, distribución y comercialización de electricidad en el territorio nacional, se conceden unas autorizaciones y se dictan otras disposiciones en materia energética.
REQUISITOS AMBIENTALES	Decreto 1443 de 2014	Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
	Decreto 1299 de 2008	Por el cual se reglamenta el departamento de gestión ambiental de las empresas a nivel general y se dictan otras disposiciones. Se reglamenta la creación del Departamento de Gestión ambiental dentro de la estructura organizacional.
RESIDUOS SÓLIDOS	Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
	Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.
GESTIÓN DEL RIESGO	Ley 1523 de 2012	Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.
	GTC 104	Gestión del riesgo ambiental, principios y proceso

Fuente: Autoras, 2015.

3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA- PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

Teniendo en cuenta que la Ley 373 de 1997 establece la información mínima que debe incluirse en un PAUEA, las actividades desarrolladas para su elaboración se fundamentaron en la recopilación de los datos referentes al uso del recurso hídrico y en el planteamiento de las medidas de ahorro y uso eficiente. Asimismo se tomaron como base los lineamientos establecidos en la Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, publicada por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2003 [17]. Las fases que conformaron la metodología de elaboración del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para la sede Bogotá de la Universidad Santo Tomás se describen a continuación:

3.1. Revisión de la documentación, antecedentes e información de los edificios.

Inicialmente se realizó el levantamiento de información relevante para los diferentes edificios, esto con el fin de obtener la documentación, histórico de consumos hídricos, registro fotográfico de las sedes y evidencias en campo necesarias para la consolidación del diagnóstico de las condiciones actuales de uso y gestión del recurso hídrico. En esta etapa se generó el compilado de históricos de consumo para cada uno de los edificios de la sede de Bogotá, en los cuales se tomaron como mínimo 5 años de consumos según su disponibilidad.

3.2. Identificación en campo de actividades que implican uso del agua.

A lo largo de la pasantía se realizaron diferentes visitas a los edificios de la sede en Bogotá, en los cuales se realizó acompañamiento a cada una de las actividades que requerían uso de agua. Durante las visitas iniciales se generaron formatos en campo para la recolección de información relevante para el estudio, incluyendo la descripción de las fuentes de abastecimiento. El producto generado en esta etapa fue el inventario de elementos que conforman el sistema de distribución hídrica en las diferentes actividades (ver *Anexo C. "Inventario de Suministros"*), estos serán útiles para el Departamento de Planta Física, ya que en este no se posee un inventario de estas unidades por edificio y ubicación dentro de los mismos, de igual forma no se cuenta con planos de las redes hidrosanitarias.

3.3. Identificación del sistema

3.3.1. Metodología implementada

En primer lugar, se identificaron las características principales asociadas a los suministros y a los usos del agua, así como también las características relevantes de los sistemas de disposición de agua residual, dando prioridad a establecer el diagnóstico de usos del agua para el posterior planteamiento del PAUEA.

Con el fin de realizar el diagnóstico de los usos del agua en los edificios de la universidad, se establecieron varios factores determinantes del estudio:

3.3.2. Variables.

Las variables cualitativas fueron identificadas mediante observaciones en campo y con base en la información proporcionada por el departamento de planta física. Por otra parte, las variables cuantitativas fueron establecidas con base en datos reales y estimaciones basadas en la información proporcionada por la universidad.

Tabla 5. Variables identificadas en el desarrollo de la metodología.

VARIABLES CUALITATIVAS	VARIABLES CUANTITATIVAS
Características de las fuentes de abastecimiento hídrico	Consumo histórico mensual de agua por edificio
Puntos de vertimiento	Inventario de unidades de suministro de agua
Usos del recurso hídrico	Factor de consumo individual de cada suministro de agua
Tipos de unidades de distribución hídrica	Consumo hídrico por cada actividad
Puntos críticos de uso de agua	Costos asociado al consumo de agua

Fuente: Autoras, 2015.

3.3.3. Instrumentos.

La medición de variables cualitativas se elaboró a través de los siguientes instrumentos:

3.3.4. Entrevistas.

Las cuales fueron desarrolladas durante las visitas programadas a los edificios de la sede en Bogotá, formulando preguntas referentes a las fuentes de abastecimiento y uso del recurso hídrico, algunas de las personas que colaboraron con el levantamiento son los mencionados en la tabla 8.

Tabla 6. Personal entrevistado para el diagnóstico

Nombre	Cargo
Alejandro Pabón	Técnico oficina de servicios administrativos
Rafael Andrés Díaz	Administrador del Campus San Alberto Magno
Jeison Rojas	Auxiliar planta física
Daniel Rodríguez	Administrador Dr. Angélico
Ángela Rincón	Auxiliar Administrativa
Walter Pedraza	Auxiliar de mantenimiento
Carlos Rodríguez	Auxiliar de mantenimiento

Fuente: Autoras, 2015.

3.3.5. Observaciones en campo.

A través de registros realizados durante jornadas rutinarias y actividades realizadas en los edificios de la sede en Bogotá. (Ver Anexo D. "Formatos identificación en campo").

Por otra parte, la medición de variables cuantitativas fue realizada empleando los siguientes instrumentos:

Históricos de consumo. A partir de la información suministrada por la Empresa de Acueducto de Bogotá y la empresa Cojardin S.A. E.S.P, se obtuvo el consumo histórico para los diferentes edificios a partir del año 2010 o bien, según su antigüedad.

Técnicas de medición de caudales. Para la medición directa de caudales generados para las diferentes unidades de distribución, se implementó el método volumétrico, desviando el flujo de agua hacia un recipiente de volumen conocido (para lo cual se empleó una beaker de 1 L) y contabilizando el tiempo de llenado por medio de un cronómetro. De igual forma se indagó en las prácticas de uso del agua para cada una de las actividades por parte del personal encargado (Ver Anexo E. "Registro Fotográfico PAUEA").

Diseño muestral. Como se mencionó anteriormente, se realizaron mediciones directas durante el desarrollo de las actividades de cada edificio, en las cuales se llevó a cabo la medición directa de los caudales utilizados para una muestra aleatoria de las unidades de suministro de agua utilizadas.

Con el fin de realizar la estimación de los caudales consumidos diariamente por las diferentes unidades de suministro de agua, se tomó en cuenta el inventario de estas por edificio. Con base en lo anterior, se aplicó la fórmula 1 para la obtención del número de muestras necesarias para obtener datos representativos para un nivel de confianza del 80% y un error muestral del 15%. La población tomada para cada

medición fue el total de unidades de suministro de agua y se asumió una probabilidad de éxito y de fracaso del 50%.

Ecuación 1. Número de muestras para una población finita

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde.

- N Tamaño de la población
- n Tamaño de la muestra
- p Probabilidad de éxito (50%)
- q Probabilidad de fracaso
- E Error muestral (12%)
- Z Nivel de confianza (90%)

3.5. Descripción del sistema de distribución

Los edificios principales que conforman la sede de Bogotá de la Universidad Santo Tomás, son en su mayoría abastecidos por el servicio de agua potable prestado por la Empresa de Acueducto de Bogotá. A excepción del Campus San Alberto Magno, el cual no se encuentra dentro del área de cobertura del acueducto. En la tabla 7 se observa la cobertura de los medidores consultados para el presente estudio.

Tabla 7. Inventario de suministros medidos por edificio.

Edificio	Número de cuenta	Suministro
Principal	10311175	Tanques de almacenamiento, cocineta y baños edificio Gregorio XIII, torre de baños edificio Alberto E. Ariza y cafetería central.
	10069213	Tanque subterráneo de almacenamiento edificio Luis J. Torres.
	10069209	Casa psicología y tanques de almacenamiento laboratorios bloque F.
	10021470	Sala de profesores edificio Alberto E. Ariza O.P. y decanatura ciencias económicas y administrativas.
	8009547	Tanque subterráneo de almacenamiento edificio Calatayud (Laboratorios de Ingeniería).
Dr. Angélico	12042397	Totalidad del Edificio Dr. Angélico y tanques de agua y para emergencias.
Aquinate	10754832	No presenta registros.
Santo Domingo	10017674	Ubicado en el costado izquierdo de la entrada al edificio.
	10069202	Ubicado en el costado derecho de la entrada al edificio.
VUAD	10481303	Totalidad del edificio de la VUAD.
Campus San Alberto Magno	5618	Totalidad del campus, tanque de almacenamiento de agua potable.

Fuente: Autoras, 2015.

A continuación se describen las particularidades en cuanto al suministro y almacenamiento de agua en los diferentes edificios:

3.5.1. Edificio Principal.

Tal como se evidenció anteriormente, el consumo de agua para el Edificio Principal se encuentra sectorizado por cinco medidores independientes, los cuales determinan consumos individuales para los diferentes edificios que conforman el edificio central. Cabe resaltar que el consumo para el edificio Gregorio XIII es facturado de forma mensual, mientras que el consumo de los demás edificios se registra cada dos meses por parte de la empresa de acueducto. Con el fin de cumplir con el objeto del presente trabajo, se unificarán los registros de cada medidor en datos de consumo global para el análisis del edificio como una unidad, en lugar de analizarlo desde los diferentes bloques de forma individual.

Por otra parte, el almacenamiento del agua potable suministrada al Edificio Principal se realiza en diferentes tanques de almacenamiento, tanto subterráneos como elevados, los cuales suman un total de 133,5 m³ de capacidad para la disposición del suministro en situaciones normales o de contingencia por fallas en el mismo, dicha capacidad se encuentra distribuida tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8. Identificación de tanques de almacenamiento de agua potable Edificio Principal.

EDIFICIO PRINCIPAL					
Unidad de almacenamiento	Cantidad	Material	Volumen (m3)	Capacidad Total (m3)	Observaciones
Tanque subterráneo	1	Concreto	75	75	Abastecimiento al edificio Luis J. Torres
Tanque subterráneo	1	Concreto	22,5	22,5	Abastecimiento Edificio Angel E. Calatayud Gueri O.P.
Tanques elevados	20	PVC	1	20	Abastecimiento edificio Gregorio XIII
Tanques elevados	10	PVC	1	10	Abastecimiento edificio Alberto E. Ariza
Tanques elevados	6	PVC	1	6	Abastecimiento Casa psicología y bloque F (laboratorios)
TOTAL				133,5	

Fuente: Autoras, 2015.

3.5.2. Edificio Dr. Angélico.

El Edificio Dr. Angélico cuenta con el servicio de acueducto y alcantarillado por parte de la Empresa de Acueducto de Bogotá, el cual es facturado cada dos meses. El suministro es proporcionado y contabilizado por un único medidor, el cual abastece los dos tanques subterráneos de almacenamiento de agua potable disponibles en el edificio. Dichos tanques poseen una capacidad de 60 m³ cada uno, son hechos en concreto y se encuentran recubiertos con material impermeabilizante. Uno de los tanques de almacenamiento y abastece de agua potable a la totalidad del edificio, mientras que el otro almacena únicamente el suministro destinado para el manejo contingencias.

3.5.3. Edificio Aquinate.

El Edificio Aquinate o la sede de Lourdes, cuenta con un medidor provisional, el cual no se encuentra en funcionamiento. Esta situación se debe a que, a la fecha, no se ha legalizado el contrato para el servicio de acueducto con la Universidad Santo Tomás. Actualmente el suministro de agua se realiza de forma regular, sin embargo este no es facturado, en cambio se registra una factura únicamente para el servicio de aseo correspondiente al edificio. Debido a lo anterior no se dispone de registros históricos de consumo para dicho edificio.

El agua suministrada al edificio es almacenada a su entrada en un tanque, con capacidad de 40 m³ construido en concreto y recubierto con material impermeabilizante. Dicho tanque regula su caudal de llenado mediante un flotador que permite el llenado del mismo con el fin de suplir la demanda de agua.

3.5.4. Edificio Santo Domingo.

El consumo hídrico para el edificio Santo Domingo es medido por dos contadores independientes, uno de ellos ubicado al costado izquierdo y otro al costado derecho de la entrada principal. El medidor al costado derecho marca el consumo generado por la torre de baños para el costado derecho del edificio, los cuales son utilizados en su mayoría por los estudiantes, mientras que el medidor 1 mide el consumo generado por las demás actividades como son las actividades de limpieza, uso de baños para administrativos y cocineta. El edificio cuenta con un tanque subterráneo hecho en concreto y una capacidad de 40 m³.

3.5.5. Universidad abierta y a distancia.

Para el caso del edificio de la Vicerrectoría de Universidad Abierta y a Distancia (VUAD), se dispone de un tanque subterráneo hecho de concreto de 15 m³ y de tres tanques elevados con capacidad de 1m³ cada uno. El edificio cuenta con un único contador que mide el ingreso del suministro de agua al predio y permite el cobro de una factura bimensual. Dicho medidor presentó, a mediados del año 2012, una obstrucción en su sistema de medición a partir del cual se comenzó a facturar un consumo fijo mensual de 77,5 m³, el cual se ha mantenido fijo desde el mes de julio del 2012.

3.5.6. Campus San Alberto Magno.

Como se mencionó anteriormente, el Campus San Alberto Magno, a diferencia de los demás edificios de la sede de Bogotá, se encuentra ubicado fuera del área de influencia del servicio de acueducto y alcantarillado suministrado por la Empresa de Acueducto de Bogotá. Debido a lo anterior, el Campus adquirió un contrato para servicio a la empresa Cojardin S.A. E.S.P. El almacenamiento de agua potable para contingencias se realiza por medio de dos tanques de concreto, uno de ellos es

subterráneo y posee una capacidad de 30 m³, mientras que el otro se encuentra en el área de jardines junto al tanque de almacenamiento de aguas lluvias y posee una capacidad de almacenamiento de 120 m³.

3.6. Identificación de la demanda

La universidad Santo Tomás, en sus seis edificios principales, cuenta con una población fija de alrededor de 1232 docentes y 608 personas laborando en las oficinas administrativas. Por otra parte, se estima una población de cerca de 7496 estudiantes, los cuales se pueden considerar como población flotante, ya que pueden estar trasladándose de un edificio a otro a lo largo de la jornada académica. De igual manera se considera como población flotante al personal estudiantil, docente y externos que asisten a los diferentes eventos realizados, principalmente en los edificios Principal, Dr. Angélico y en el Campus. Tanto la población fija como la población flotante determinan el consumo hídrico para cada edificio.

La población estudiantil, discriminada por asistentes a los diferentes edificios, no se conoce a ciencia cierta. Sin embargo ésta se estima teniendo en cuenta la capacidad instalada de puestos en las aulas de cada edificio como se muestra en la tabla.

Tabla 9. Distribución de la capacidad de aulas por edificios.

Edificio	Capacidad instalada de las aulas
Principal	2384
Dr. Angélico	2140
Aquinate	1193
Santo Domingo	596
VUAD*	-
Campus	1183

Fuente: Departamento de planta física, Universidad Santo Tomás, 2014.

*El edificio de la VUAD no cuenta con aulas de clase.

Adicionalmente, con el fin de analizar el estado actual del consumo del agua en los edificios de la Universidad Santo Tomás, se realizaron diferentes visitas de a estos. En cada una de las visitas se llevaron a cabo actividades de observación, inventario de suministros de agua, entrevistas al personal de aseo y cafeterías, y recopilación de registros para las actividades relacionadas al uso de agua.

Para el propósito del presente diagnóstico, se tomaron los datos históricos de consumo, proporcionados por la Empresa de Acueducto de Bogotá. El histórico de los consumos para cada uno de los edificios que conforman la sede de Bogotá se pueden observar detalladamente en el *Anexo F. "Históricos de consumo"*. En la tabla 10 se pueden observar el compilado de los consumos promedio y totales para el año 2014, los cuales se utilizaron posteriormente para el balance hídrico debido a que este es el año con datos completos más próximo al actual.

Tabla 10. Consumo de agua edificios Bogotá.

CONSUMO EDIFICIOS SEDE BOGOTÁ AÑO 2014 (m3)							
MES	PRINCIPAL	DR. ANGÉLICO	AQUINATE	SANTO DOMINGO	VUAD	CAMPUS	PROMEDIO (m3)
ENERO	493,00	499,00	219,05	124,00	77,50	997,00	401,59
FEBRERO	910,50	510,00	219,05	202,00	77,50	755,00	445,67
MARZO	1109,50	510,00	219,05	202,00	77,50	362,00	413,34
ABRIL	1123,00	642,00	219,05	224,00	77,50	1400,00	614,26
MAYO	1169,00	642,00	219,05	224,00	77,50	1400,00	621,92
JUNIO	998,50	562,50	219,05	154,50	77,50	712,00	454,01
JULIO	777,50	562,50	219,05	154,50	77,50	937,00	454,67
AGOSTO	960,50	578,50	219,05	200,00	77,50	1499,00	589,09
SEPTIEMBRE	1065,50	676,00	219,05	200,00	77,50	1499,00	622,84
OCTUBRE	1181,50	676,00	219,05	218,00	77,50	1209,00	596,84
NOVIEMBRE	921,50	372,00	219,05	170,00	77,50	4491,00	1041,84
DICIEMBRE	841,50	372,00	219,05	134,50	77,50	4015,00	943,26
TOTAL (m3)	11551,50	7181,00	2628,56	2207,50	930,00	19276,00	43774,56
PROMEDIO (m3)	962,63	550,21	219,05	183,96	77,50	1606,33	599,95

Fuente: Empresa de acueducto de Bogotá.

A partir de la tabla anterior, para el año 2014 se calculó un consumo promedio mensual de 599,95 m³ de agua en cada edificio. Siendo Abril, Mayo, Septiembre y Octubre los meses con mayor consumo (sin tener en cuenta el sesgo generado por el Campus los meses de Noviembre y Diciembre). Por otra parte, el total consumido por la sede de Bogotá para el mismo año fue de 43.774,56 m³, siendo el Campus San Alberto Magno el de mayor consumo hídrico y el edificio de la VUAD el del menor consumo.

3.7. Identificación de puntos críticos (Ecomapas)

A partir de las observaciones, realizadas en campo en la etapa de diagnóstico, se determinaron, en los diferentes edificios, las sub áreas o actividades que representan un mayor consumo hídrico y que por ende son susceptibles de implementación de técnicas de ahorro y uso eficiente del agua. La identificación de los puntos críticos encontrados en cada edificio se sintetiza en la tabla 11.

Tabla 11. Identificación de puntos críticos por edificio

Edificio	Sub área o actividad	Observaciones
Principal	Torre de Baños Bloques A y C. Niveles 1,2 y 3.	Alta presión de chorro. Unidades sanitarias obsoletas. No hay dispositivos ahorradores. Alta circulación de usuarios. Uso de pocetas con alto caudal.
Dr. Angélico	Torre de baños niveles 3, 4, 5 y 6.	Alta circulación de usuarios. Uso de dispositivos y sistemas de descarga ahorradores. Buenas prácticas en uso de agua para aseo.
Aquinate	Torre de baños niveles 2 y 3.	Moderada circulación de usuarios. Uso de dispositivos ahorradores. Sensores con poca sensibilidad.
Santo Domingo	Torre de baños niveles 1,2 y 3.	Alta presión de chorro. Unidades sanitarias muy obsoletas. No hay dispositivos ahorradores. Moderada circulación de usuarios. Uso de pocetas con alto caudal. Malas prácticas en uso de agua para aseo.
VUAD	Poceta primer piso. Torre de baños niveles 4,5 y 6.	Alta presión de chorro y malas prácticas de uso de agua en las pocetas de lavado. Alta circulación de usuarios en los baños
Campus San Alberto Magno	Baños y duchas cafetería y edificio cultural. Uso y mantenimiento de la piscina. Riego de zonas verdes.	Alta circulación en una zona de baños específica. Uso recurrente de duchas sin dispositivos de distribución de caudales. Alta cobertura de zonas verdes para riego (uso de tanque recolector de aguas lluvia). Alta tasa de pérdidas y de reposición para el agua de la piscina.

Fuente: Autoras

Según lo anterior podemos afirmar que, en la mayoría de los casos, los puntos críticos se ven reflejados en el uso de baños. En algunos casos esto se asume debido al estado de la infraestructura, mientras que en otros el consumo relativamente alto se debe únicamente a un alto flujo de usuarios. Por otra parte, en el caso específico del Edificio Principal, el alto consumo se distribuye en las torres de baños de los bloques A y C, los cuales presentan una frecuencia de uso similar. Adicionalmente, para el caso del Campus San Alberto Magno, se pudieron determinar puntos críticos, no solo en la actividad de uso de baños y duchas, sino también en el uso y mantenimiento de la piscina, así como también en el riego de zonas verdes. Debido a lo anterior, se identificará a continuación la distribución espacial únicamente de los puntos críticos en el Edificio Principal y el Campus, al ser estos los edificios con mayor consumo y puntos críticos más relevantes.

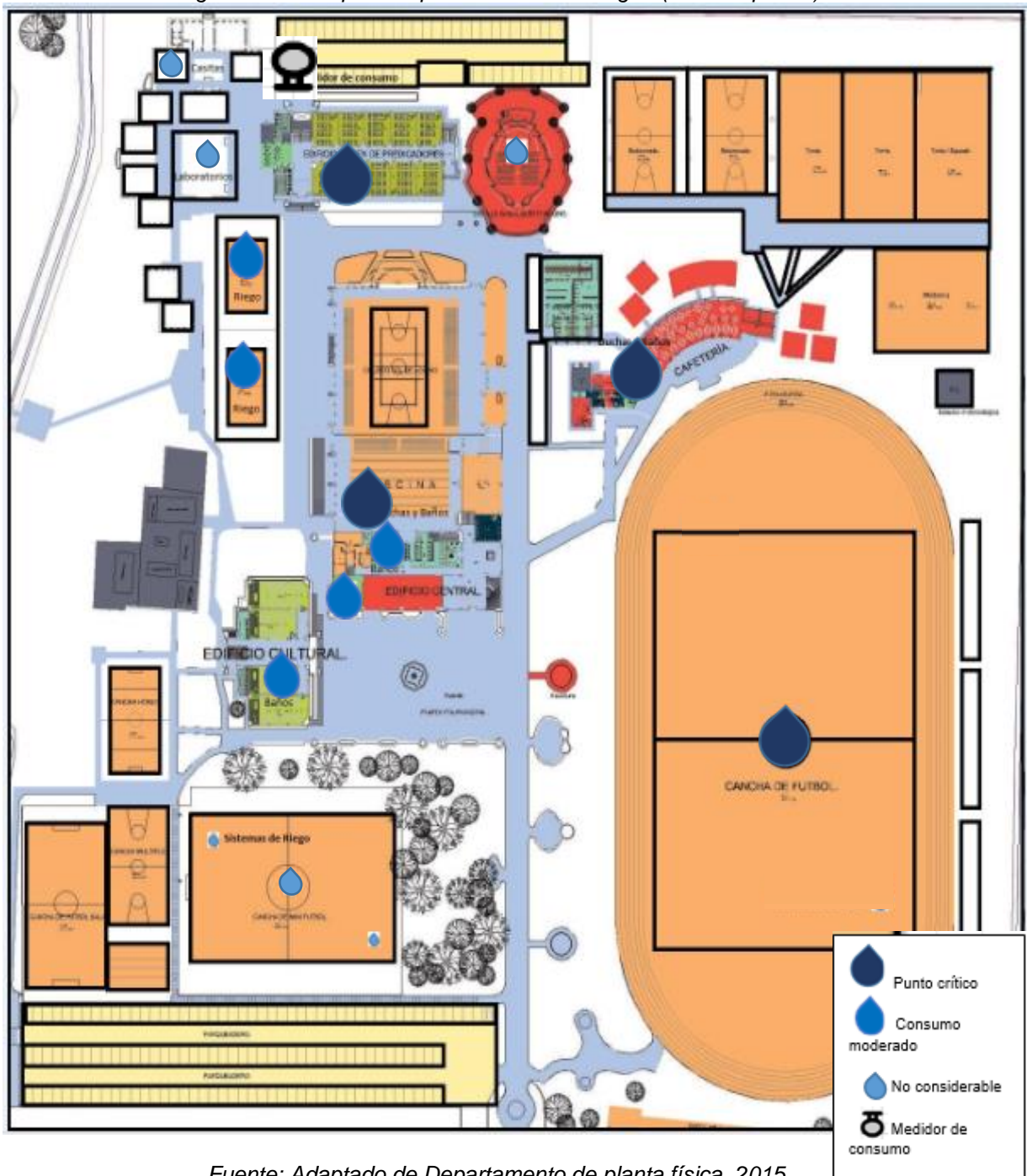
En las figuras 8 y 9, se muestra la distribución espacial de los puntos críticos de consumo de agua, representada en el primer nivel del Edificio Principal y en general dentro del Campus San Alberto Magno.

Figura 8. Ecomapa Edificio Principal (vista en planta)



Fuente: Adaptado de Departamento de planta Física, 2015.

Figura 9. Ecomapa Campus San Alberto Magno (vista en planta)



Fuente: Adaptado de Departamento de planta física, 2015.

3.8. Estimación de consumo por actividades

El diagnóstico del uso del agua para las diferentes actividades de la Universidad se realizó con base en la información suministrada por el personal administrativo de la misma y en el promedio de consumo para el año 2014, suministrados por las empresas abastecedoras del servicio de agua. A partir de los cuales se realizaron estimaciones de la demanda y el correspondiente balance hídrico.

Cabe resaltar que, de acuerdo a las observaciones realizadas en campo y a las mediciones que dieron como resultado consumos diarios por cada actividad, se determinó empíricamente el factor de consumo atribuido a cada instalación o actividad y, a partir de este, su consumo con base en el total demandado mensualmente. A continuación se describen las principales actividades asociadas al consumo de agua en los diferentes edificios y la respectiva estimación del consumo para cada una de ellas.

3.8.1. Edificio Principal

Para el año 2014, se obtuvo un consumo promedio mensual para este edificio de $962,63 \text{ m}^3$, a partir del cual se determinaron los siguientes consumos:

3.7.1.1. Uso de baños Edificio Principal.

El Edificio Principal, cuenta con una dotación de baños correspondiente al 17,6% del área total del edificio. La mayoría de los baños públicos son de alta circulación y uso, y el 91,6% de los sanitarios instalados son de consumo regular e instalaciones anticuadas, lo cual las hace más propensas a presentar pérdidas y consumos elevados. Por otra parte, durante la remodelación de las áreas de biblioteca y gimnasio, realizada a mediados del año 2015, se instalaron unidades sanitarias, lavamanos y orinales de bajo consumo de agua. Estas representan el 8,4% del total de los sanitarios y el 16,7% de los orinales en el edificio. En la tabla 12, se presentan los caudales individuales representados por cada unidad de consumo en el uso de baños públicos, cabe aclarar que para el uso de sanitarios se calcula el caudal como una descarga individual de un determinado volumen de agua, la cual presenta una duración aproximada de 9 segundos.

Tabla 12. Caudales individuales por unidad de consumo de agua en baños.

Actividad	Consumo unitario
Uso de sanitarios	$0,0048 \text{ m}^3 \rightarrow 1,91 \text{ m}^3/\text{h}$
	$0,006 \text{ m}^3 \rightarrow 2,38 \text{ m}^3/\text{h}$
Uso de orinales	$0,0038 \text{ m}^3 \rightarrow 1,52 \text{ m}^3/\text{h}$
	$0,0005 \text{ m}^3 \rightarrow 0,20 \text{ m}^3/\text{h}$
Lavado de manos	Caudal promedio lavamanos regular: $0,216 \text{ m}^3/\text{h}$
	Caudal promedio lavamanos ahorrador: $0,108 \text{ m}^3/\text{h}$

Fuente: Autoras, 2015.

Debido a que los datos de población fija y flotante proporcionados por la universidad, no son exactos, y a que a partir de estos no es preciso conocer la población de usuarios de los sistemas sanitarios, se optó por asignar un factor de consumo a cada unidad de suministro de agua de la siguiente manera:

- Sanitarios públicos → 2,7 horas/día
- Lavamanos y orinales públicos → 2 horas/día
- Sanitarios/Lavamanos administrativos → 1 hora/día
- Sanitarios/Lavamanos/Orinales Gimnasio y Biblioteca → 1 hora/día
- Duchas gimnasio → 10 horas/día

Con base en lo anterior, y teniendo en cuenta los consumos fijos descritos anteriormente, se realizó un balance hídrico según el cual se estimó un consumo mensual asociado al uso de baños de $708,19 \text{ m}^3$.

*Durante las mediciones en campo para esta actividad se observó además que, para el lavado de manos, la mayoría de usuarios emplea más de una descarga de agua para el enjuagado y enjabonado de las manos, por lo que los lavamanos con una mayor duración desperdiciaron mayor cantidad de agua al ser utilizados por poco tiempo.

3.8.1.2. Duchas Edificio Principal.

Las duchas se encuentran instaladas en los baños del gimnasio, ubicado en el primer piso del edificio Gregorio XIII, al cual ingresan en promedio 93 personas diariamente. En total se disponen de cuatro duchas, dos para el baño de hombres y dos para el baño de mujeres, las cuales cuentan con sistema de aspersión, el cual permite aumentar la superficie de contacto del agua y reducir su consumo. El caudal consumido por cada una de las duchas es en promedio de $0,612 \text{ m}^3/h$, las cuales mensualmente representan un consumo de $199,49 \text{ m}^3$.

3.8.1.3. Aseo de instalaciones Edificio Principal.

El aseo de mantenimiento en los baños públicos se realiza en promedio cuatro veces al día, mientras que en los baños de baja frecuencia de uso, principalmente baños administrativos, se realiza un aseo general dos veces al día, una vez por la mañana y otra en la tarde.

Cada 15 días se realiza un lavado a mayor profundidad en todo el edificio, incluyendo el lavado de las fuentes de agua por medio de una hidrolavadora a una alta presión. El mantenimiento a la fuente se realiza los días sábado, en los cuales hay un flujo mucho menor de estudiantes y siempre y cuando no haya precipitaciones durante la jornada, caso en el cual no se lleva a cabo el lavado de la fuente. A continuación, en la tabla 13, se especifican algunas de las actividades

realizadas de forma diaria y el día sábado para el aseo de las instalaciones del Edificio Principal:

Tabla 13. Consumo por actividades de aseo.

Actividad	Consumo (m^3 /día)	
	Lunes-Viernes	Sábado
Aseo de pasillos, salones y oficinas	3,090	4,960
Lavado de sanitarios y orinales	2,608	1,470
Lavado de lavamanos y mesones	0,320	0,420
Aseo de baños	2,400	1,040
Lavado de lavamanos	0,320	0,040
Total	8,418	7,890

Fuente: Autoras, 2015.

Con el fin de determinar el factor de consumo para esta actividad se tomó un caudal continuo de $0,00033 m^3$, correspondiente al flujo promedio utilizado en las pocetas de limpieza para las labores de aseo general, a partir del cual se asignó un factor de consumo de 0,65, correspondiente a 15,5 horas al día de consumo de agua en actividades de aseo para un total de $193,49 m^3$ mensuales, correspondientes al total calculado a partir de las estimaciones realizadas junto con el personal de aseo.

3.8.1.4. Cafeterías Edificio Principal.

El edificio cuenta con tres cafeterías: World Gourmet, RefriBreak y Frida's Lounge (figura 10). En esta se prestan servicios de distribución de alimentos preparados y almuerzos, adicionalmente se atienden en esta eventos institucionales que impliquen el servicio de alimentos y el préstamo y lavado de la loza. El uso del suministro de agua es cobrado a las cafeterías como un cargo fijo mensual, teniendo en cuenta el consumo real marcado por los contadores de consumo instalados en los puntos de venta del Edificio Dr. Angélico. El consumo promedio para las cafeterías de distribución de alimentos es de $4,9 m^3$, mientras que para la cafetería principal, se estimó un promedio mensual de consumo de $12 m^3$, debido a su tamaño y a los servicios ofrecidos por esta.

Figura 10. Cafeterías Edificio Principal (Frida's, izquierda. Refribreak, derecha)



Fuente: Autoras. 2015.

3.8.1.5. Cocinetas administrativos Edificio Principal.

Las instalaciones cuentan con dos cocinetas para la preparación de bebidas calientes destinadas a docentes y personal administrativo. En estas se preparan a diario tres libras y media de café instantáneo para docentes y tres libras para su distribución a las oficinas de vicerrectoría y administrativos los días de semana y una libra de café los sábados. Este es preparado mediante una proporción de 25 litros de agua por cada libra de café. Por otra parte, se distribuyen diariamente cinco termos de agua con capacidad de un litro al personal administrativo y siete son distribuidos en las oficinas de vicerrectoría. Se tiene en cuenta además que se debe realizar una constante adición de agua a la greca del café, de cerca de 20 litros al día, con el fin de mantener en correcto funcionamiento la máquina. El consumo total para esta actividad será de $4,34 \text{ m}^3$ mensuales.

3.8.1.6. Riego de jardines Edificio Principal.

Para el riego de las zonas verdes, ubicadas en su totalidad en el edificio F, se utiliza una manguera de jardín de $\frac{1}{2}$ " por aproximadamente una hora, una vez por semana en épocas de no lluvia. El caudal determinado para esta actividad se estimó mediante medición directa del flujo utilizado por el encargado de la jardinería para el edificio. Se determinó un caudal aproximado de 9 litros por minuto para el uso de manguera para riego y un total de cinco baldes de agua para el riego de macetas y plantas al interior del edificio. Según lo anterior, el riego de jardines representa un consumo mensual de $4,28 \text{ m}^3$.

3.8.1.7. Mantenimiento de la fuente.

Este edificio cuenta con dos fuentes, una ubicada en la entrada principal, y la otra ubicada en el patio junto al edificio de laboratorios. Las fuentes incluyen un sistema de recirculación para su funcionamiento y se le realiza a estas un lavado general cada 15 días. El consumo hídrico requerido para esta actividad es aproximadamente de 1200,85 L, para un total mensual de $2,40 \text{ m}^3$.

3.8.1.8. Otros Edificio Principal.

Dentro de otros usos del agua que se dan en el Edificio Principal, se pueden tener en cuenta el consumo de agua potable directamente de los grifos y al lavado y llenado de la fuente, el cual se realiza cada quince días.

3.8.2. Edificio Dr. Angélico.

Para el año 2014, se obtuvo un consumo mensual promedio para este edificio de $550,21 \text{ m}^3$, a partir del cual se determinaron los siguientes consumos:

3.8.2.1. Uso de baños Edificio Dr. Angélico.

El edificio consta de, en su gran mayoría (94,5%), sanitarios referencia Corona de bajo consumo en buen estado y de lavamanos de sensor. El consumo entonces per cápita para el uso del baño en esta sede está determinado por las actividades de la tabla 14:

Tabla 14. Caudal unitario de unidades de consumo de agua en baños Edificio Dr. Angélico

Actividad	Consumo unitario
Uso de sanitarios	$0,0048 \text{ m}^3 \rightarrow 1,91 \text{ m}^3/\text{h}$
Uso de orinales	$0,0005 \text{ m}^3 \rightarrow 0,20 \text{ m}^3/\text{h}$
Lavado de manos	Caudal promedio lavamanos ahorrador: $0,108 \text{ m}^3/\text{h}^*$

Fuente: Autoras, 2015.

*Durante las mediciones en campo se observó que los dispositivos de sensor tienden a activarse de manera innecesaria por detecciones de movimiento involuntarias o siguen suministrando agua, incluso por tres segundos adicionales después de que la persona ya retiró su mano del sensor.

En el caso de los baños del Edificio Dr. Angélico, se asignaron factores de consumo de 0,04 a sanitarios y orinales públicos, mientras que a los lavamanos se le asignó un factor de 0,02 debido a que, durante las mediciones en campo, se pudo evidenciar un bajo uso de estos. El consumo total asociado al uso de baños se estimó en $350,58 \text{ m}^3$ mensuales.

3.8.2.2. Duchas Edificio Dr. Angélico.

Al gimnasio del Edificio Dr. Angélico, ubicado en el onceavo piso del mismo, ingresan un promedio diario de 94 personas diarias. El volumen de agua promedio que se utiliza en los baños del gimnasio, el cual consta de dos duchas para hombres y dos para mujeres. Al uso de duchas en este edificio se le asignó un factor de consumo de 9 horas/día. El volumen total estimado para este uso fue de $26,21 \text{ m}^3$ mensuales.

3.8.2.3. Aseo de instalaciones Edificio Dr. Angélico.

El aseo a las instalaciones (baños, oficinas, pasillos y exteriores) se realiza de forma diaria a manera de mantenimiento y limpieza. Cada sábado se realiza un lavado general, el cual es el más exhaustivo y se realiza una sola vez. El volumen estimado de agua para cada una de las actividades se relaciona en la tabla 15.

Tabla 15. Consumo en Actividades de aseo

Actividad	Consumo (m^3 / día)	
	Lunes-Viernes	Sábado
Aseo de exteriores	0,04	0,08
Aseo de pasillos	1,32	0,66
Aseo de salones	-	0,90
Lavado de sanitarios y orinales	2,88	1,06
Lavado de lavamanos	0,44	0,24
Aseo de baños	2,38	1,41
Lavado de trapero	0,68	0,68
Total	7,75	5,03

Fuente: Autoras, 2015.

Para el aseo realizado los días sábado, se realiza una limpieza más a fondo (figura 11), sin embargo esto no significa que se aumente el gasto de agua, en vez de esto se realiza una limpieza en seco y con maquinaria que no requiere el uso de agua y el aseo se realiza solo una vez por día, por lo que el consumo no aumenta estos días. El volumen mensual estimado para las actividades de aseo en este edificio es de $168,48 m^3$.

Figura 11. Actividades de aseo Edificio Dr. Angélico



Fuente: Autoras. 2015.

3.8.2.4. Cafeterías Edificio Dr. Angélico.

El Edificio Dr. Angélico cuenta con una cafetería principal y dos puntos de venta de alimentos, estos dos últimos cuentan con micro medidores de agua independientes que determinan su consumo real de forma bimensual y trimestral, el valor asociado a dichos puntos se relaciona en las tablas 16 y 17. Este consumo se ve representado en el consumo de agua potable, el lavado de equipos y alimentos y el aseo diario del punto de distribución, el cual es en promedio de 5,63 m³ para Benefit (figura 12) y de 4,18 para Avena Cubana (figura 13).

- Punto De Venta “Benefit”

Tabla 16. Facturación consumo de cafetería Benefit

Costo (\$)	Período	Consumo (m3)	Costo (\$/m3)
87.291	01-Feb a 20- Feb	5.904	14.785
290.833	21- Feb a 14- May	19.663	14.785
212.833	15-May a 14-Jul	7.823	27.206
334.552	15-Jul a 16-Sep	12.297	27.206

Fuente: Servicios administrativos Universidad Santo Tomás, 2015.

Figura 12. Punto de venta "BENEFIT" Edificio Dr. Angélico



Fuente: Autoras. 2015.

- Punto De Venta “Avena Cubana”

Tabla 17. Facturación consumo de cafetería "Avena Cubana"

Costo (\$)	Período	Consumo (m3)	Costo (\$/m3)
75.640	01-Feb a 20- Feb	5,116	14.785
184.028	21- Feb a 14- May	12,447	14.785
188.646	15-May a 14-Jul	6,934	27.206
217185	15-Jul a 16-Sep	7,983	27206

Fuente: Servicios administrativos Universidad Santo Tomás, 2015

Figura 13. Punto de venta "AVENA CUBANA" - Edificio Dr. Angélico



Fuente: Autoras, 2015

- Cafetería "World Gourmet"

En esta a diario se preparan desayunos, se reciben y distribuyen alimentos preparados para la hora del almuerzo y se cubre el servicio para eventos institucionales. Para esta cafetería se realizó la estimación del consumo, teniendo en cuenta el consumo real medido para las cafeterías más pequeñas, el cual es en promedio de $4,9 m^3$, asignando así un valor mensual de $12 m^3$ para la cafetería principal de este edificio.

3.8.2.5. Cocina Edificio Dr. Angélico.

Ubicada en el sótano uno se encuentra la cocina, en la cual una empleada de la empresa Casa Limpia, prepara a diario en equipos especiales el tinto para distribuir al personal administrativo y operativo del edificio. En esta labor se emplean diariamente cinco libras de café molido, cuatro en la mañana y una en la tarde, este es preparado mediante una proporción de 1 libra de café por 25 litros de agua. Por otra parte, se distribuyen diariamente 3 termos de agua con capacidad de un litro, para la preparación de aromáticas para los administrativos, esta actividad no se realiza el sábado. El consumo total para esta actividad será de $2,67 m^3$ mensual.

3.8.2.6. Riego De Jardines Edificio Dr. Angélico.

Se cuenta con cerca de $33,46 m^2$ de zonas verdes. Para el riego se utiliza una manguera de jardín de $\frac{1}{2}$ " por aproximadamente dos horas. Las plantas se riegan una vez por semana, los días jueves o viernes, en épocas de verano. Se determinó un caudal aproximado de 0,28 litros por segundo para el uso de manguera para riego y un total de cinco baldes de agua para el riego de macetas y plantas al interior del edificio. Según lo anterior, el riego de jardines representa un consumo mensual de $8,16 m^3$.

3.8.2.7. Lavado De Autos Edificio Dr. Angélico.

Actualmente este edificio cuenta con un servicio, proporcionado por la empresa Auto Spa, la cual realiza el lavado de automóviles que ingresan al parqueadero. Sin embargo, este servicio de lavado se caracteriza por ser “ecológico”, ya que el consumo de agua es muy bajo, cerca de 1 galón por lavado, en el cual ellos proporcionan sus galones de agua y no generan vertimientos. Al finalizar el lavado de cada automóvil, los empleados secan del suelo los excedentes de humedad con traperos.

3.8.3. Edificio Aquinate (Sede Lourdes).

Para el año 2014, se obtuvo un consumo mensual promedio para este edificio de $217,35 m^3$, a partir del cual se determinaron los siguientes consumos:

3.8.3.1. Uso De Baños Edificio Aquinate.

El Edificio Aquinate cuenta con 27 baterías sanitarias y 24 lavamanos para los diferentes baños. El uso de cada sanitario representa un gasto de $0,006 m^3$ por descarga, sin embargo estos se encuentran en buen estado y funcionan correctamente debido al tiempo que lleva funcionando la sede y a que, por lo general, estos baños son de baja frecuencia de uso. Por otra parte, el uso de los lavamanos, los cuales se encuentran provistos por sensores de movimiento que en promedio consumen $0,00059 m^3$ por cada lavado de manos. Para el caso específico del Edificio Aquinate, al no poseer datos históricos de consumo, se optó por determinar un aproximado de la demanda de agua por el uso de baños, teniendo en cuenta la población de docentes, administrativos y estudiantes (por capacidad instalada de puestos en aulas), la cual es de aproximadamente 1313 personas diariamente. Según lo anterior, se estimó un consumo mensual de $148,55 m^3$, el cual incluye el uso de las duchas del gimnasio, en las que ingresa un promedio diario de 5 personas, consumiendo aproximadamente $1,75 m^3$ al mes.

3.8.3.2. Cocina Edificio Aquinate.

En esta se preparan a diario tres libras de café y se distribuyen 12 termos con agua caliente, esto representa un gasto de $0,104 m^3$ entre semana y $34 m^3$ los sábados, en los cuales se prepara solo tinto para el personal operativo. Lo anterior suma un total mensual de $2,22 m^3$.

3.8.3.3. Cafetería Edificio Aquinate.

Como se mencionó anteriormente, en la cafetería principal (figura 14), la cual es de poca frecuencia de uso, se realiza un cobro mensual de consumo promedio, el cual es de $4,9 \text{ m}^3$ por mes.

Figura 14. Cafetería Edificio Aquinate



Fuente: Autoras, 2015

3.8.3.4. Aseo De Instalaciones Edificio Aquinate.

Las actividades de aseo para esta sede se discriminan en la tabla 18. El aseo a los baños se realiza cuatro veces al día y a los baños del personal administrativo solo dos veces. El aseo general se realiza una vez al día y el aseo a profundidad se realiza el día sábado.

Tabla 18. Consumo Actividades de aseo Edificio Aquinate.

Actividad	Consumo ($\text{m}^3/\text{día}$)	
	Lunes-Viernes	Sábado
Trapeado de pasillos	0,48	0,24
Lavado de sanitarios y orinales	0,69	0,79
Lavado de lavamanos	0,14	0,23
Aseo de baños	0,94	1,31
Lavado de trapero	0,20	0,12
Total	2,44	2,68

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.3.5. Riego De Jardines Edificio Aquinate.

El riego a las plantas dentro de esta sede se realiza por una hora con una manguera de ½ pulgada y a un caudal estimado de 0,15 l/s, adicionalmente se emplean cerca de 30 litros de agua para el riego de plantas en la terraza del cuarto piso. El gasto total de agua para esta actividad es de 2,16 m³ mensuales.

3.8.4. Edificio Santo Domingo

Para el año 2014, se obtuvo un consumo mensual promedio para este edificio de 183,96 m³, a partir del cual se determinaron los siguientes consumos:

3.8.4.1. Uso De Baños Edificio Santo Domingo.

Las instalaciones cuentan con 21 baños, los cuales representan un 5,5% del área total del edificio, donde se ofrecen además baños para discapacitados, las unidades sanitarias son obsoletas y la descarga de estos se realiza de forma manual por medio de una palanca. Los lavamanos y orinales implementados son de tipo Push y en su totalidad son instalaciones de consumo regular. La estimación fue realizada teniendo en cuenta los datos registrados en la tabla 19. Se asignó un factor de consumo para baños en general de 0,02, dando como resultado un consumo mensual de 117,31 m³.

Tabla 19. Caudal por unidad de consumo de agua en baños edificio Santo Domingo

Actividad	Consumo unitario
Uso de sanitarios	0,006 m ³ → 2,4 m ³ /h
Uso de orinales	0,0005 m ³ → 0,252 m ³ /h
Lavado de manos	Caudal promedio lavamanos regular: 0,252 m ³ /h*

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.4.2. Cocina Edificio Santo Domingo.

En esta se prepara diariamente una libra y media de café, y se mantiene un termo con capacidad de un litro de agua para los administrativos y el personal operativo. La demanda de esta actividad es de 1,42 m³.

3.8.4.3. Cafetería Edificio Santo Domingo.

Al presentar una amplia circulación de estudiantes, este edificio cuenta además con una cafetería, Frida's food lounge. Este punto de venta cuenta únicamente con un suministro de agua para el lavaplatos, en el cual se lavan los implementos de la cafetería al final de la jornada, así como las frutas y otros elementos que se comercializan en el local. El consumo facturado para esta cafetería corresponde a una relación con el consumo real facturado para los puntos de venta ubicados en el Edificio Dr. Angélico, este consumo facturado es de 4,9 m³ mensuales.

3.8.4.4. Aseo De Instalaciones.

El aseo de las instalaciones se realiza diariamente, dos veces al día, esta consta del barrido y trapeado de pisos y limpieza de superficies, durante esta operación se realiza el lavado de los traperos directamente en una poceta ubicada en cada uno de los niveles del edificio. En cuanto a la limpieza de baños, este se realiza bajo el procedimiento regular, cuatro veces al día; el cual consta del lavado y desinfección regular de unidades sanitarias, lavamanos y mesones; independientemente de si se encuentran sucios los baños. En la tabla 20, se identifican los consumos estimados asociados a las actividades de aseo en este edificio:

Tabla 20. Consumo actividades de aseo edificio Santo Domingo.

Actividad	Consumo (m^3 /día)	
	Lunes-Viernes	Sábado
Trapeado de pasillos	0,12	0,28
Lavado de sanitarios	1,06	2,11
Lavado de mesones, lavamanos y láminas	0,24	0,47
Aseo de baños	0,72	0,60
Lavado de traperos	0,12	0,12
Total	2,26	3,58

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.4.5. Riego De Jardines.

Una vez por semana, se riegan con agua las plantas del pequeño jardín ubicado a las afueras del edificio, para esta labor se emplea una manguera de jardín regular de 1/2" de diámetro, la cual se utiliza para este caso con un caudal de 0,283 litros por segundo, por un tiempo aproximado de 20 minutos con el agua corriendo, es decir que se gasta el equivalente a 1,36 m^3 /mes.

3.8.5. Vicerrectoría General De Universidad Abierta Y A Distancia (VUAD)

Para el año 2014, se obtuvo un consumo mensual promedio para este edificio de 96,95 m^3 , a partir del cual se determinaron los siguientes consumos:

3.8.5.1. Uso De Baños VUAD.

Las instalaciones sanitarias en el edificio de la VUAD presentan en su totalidad un consumo auto declarado de 6 litros por descarga. Sin embargo, al realizar la medición directa en los tanques de agua de los sanitarios y la diferencia de volúmenes al ser descargados, estos varían desde 3,87 litros hasta 11,9. Los sanitarios implementados en esta sede son obsoletos y presentan señales de

deterioro al interior de los tanques, sin embargo el promedio de volumen descargado por los sanitarios de la muestra dan como resultado un valor muy cercano a los seis litros por descarga, que es lo que en teoría deberían descargar estos inodoros. A continuación, en la tabla 21, se relacionan los consumos por cada baño individual para el edificio de la VUAD:

Tabla 21. Caudal unitario de unidades de consumo de agua en baños edificio VUAD

Actividad	Consumo unitario
Uso de sanitarios	0,006 m ³ → 2,4 m ³ /h
Uso de orinales	0,0005 m ³ → 0,52 m ³ /h
Lavado de manos	Caudal promedio lavamanos regular: 0,43 m ³ /h*

Fuente: Autoras, 2015.

A partir de lo anterior, y teniendo en cuenta un factor de consumo de 0,02 para unidades sanitarias y orinales y de 0,01 para lavamanos; debido a la baja demanda observada para el uso de lavamanos. Se determinó un consumo mensual de 117,31 m³, teniendo en cuenta un promedio mensual de consumo total para el edificio de 183,96 m³.

3.8.5.2. Cocineta VUAD.

Diariamente se preparan, para el personal administrativo y docentes, dos libras de café granulado y se tiene a disponibilidad de los trabajadores un termo de un litro de capacidad con agua caliente, el cual es renovado cada día. El consumo en esta área es de 1,25 m³ mensual.

3.8.5.3. Aseo De Instalaciones VUAD.

El aseo de pasillos y oficinas del edificio se realiza de lunes a viernes, dos veces al día, en esta actividad por lo general no se emplean baldes de agua convencionales, en vez de esto se realiza el lavado del traperero en las pocetas una vez este se ha ensuciado y el lavado directamente en baldes con capacidad de 10 litros, estos son llenados en los baños de cada uno de los niveles del edificio, lo cual dificulta el lavado y da lugar a que se presenten fugas de agua.

En total el edificio cuenta con 22 baños, entre administrativos y públicos. El lavado consiste en la desinfección mediante productos de limpieza y el secado mediante toallas reutilizables, las cuales se enjuagan una vez se utilizan.

El aseo del día sábado se realiza de igual forma que el aseo convencional, con la diferencia de que solo se asean los baños una vez al día y hay un bajo consumo en estos debido a la escasa presencia de personal. Los pasillos son aseados mediante el uso de máquinas especiales que facilitan el lavado, sin embargo se utiliza una

mayor cantidad de agua debido a que se realiza la limpieza manual de muebles y equipos, además de que se realiza una limpieza a profundidad, para la cual se utilizan más baldes de agua de lo normal. El consumo estimado para las actividades de aseo fue de 15,44 m^3 mensuales y su distribución se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Consumo de actividades de aseo edificio VUAD

Actividad	Consumo (m^3 /día)	
	Lunes-Viernes	Sábado
Aseo de pasillos	0,32	0,54
Lavado de sanitarios	0,30	0,37
Lavado de lavamanos	0,05	0,05
Aseo de baños	0,32	0,54
Total	0,67	0,96

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.5.4. Riego De Jardines Y Plantas VUAD.

Al exterior del edificio de la VUAD se encuentra un pequeño jardín, el cual es regado una vez por semana, empleando de 40 a 50 litros de agua en total, de forma manual y por medio de baldes. Por otra parte, las oficinas administrativas y de docentes cuentan con plantas naturales en su interior, las cuales son regadas de igual forma semanalmente por el personal de jardinería o, en su defecto, por el personal de aseo de la Universidad. La demanda total para esta actividad es de 0,31 m^3 /mes.

3.8.5.5. Otros VUAD.

Dentro de las instalaciones se tienen pocas actividades relacionadas al uso del agua, sin embargo cabe resaltar que el uso del lavaplatos de la cafetería, utilizado para lavado de loza del personal representa un porcentaje importante, así como lo es el agua utilizada para consumo humano, estas se incluyen dentro de la categoría “otros”, la cual representa un consumo mensual de 1,25 m^3 /mes.

3.8.6. Campus San Alberto Magno

Para el año 2014, se obtuvo un consumo mensual promedio para este edificio de $1606,33 \text{ m}^3$, a partir del cual se determinaron los siguientes consumos:

3.8.6.1. Uso De Baños Campus.

El edificio Campus San Alberto Magno, cuenta con una dotación de baños correspondiente al 54% de gasto hídrico en el edificio, ya que la mayoría de los baños son de alta circulación y uso, cabe resaltar que en este edificio no se encuentran implementados los sistemas ahorradores de caudal, como los que hay en otras sedes como Dr. Angélico, en la tabla 23, se presentan los caudales individuales representados por cada unidad de consumo en el uso de los baños, para el uso de sanitarios se calcula el caudal como una descarga individual de un determinado volumen de agua, la cual presenta una duración aproximada de 9 segundos.

Tabla 23. Caudales individuales por unidad de consumo de agua en baños edificio Campus San Alberto Magno

Actividad	Consumo unitario
Uso de sanitarios	$0,006 \text{ m}^3 \rightarrow 2,4 \text{ m}^3/\text{h}$
Uso de orinales	$0,0005 \text{ m}^3 \rightarrow 0,52 \text{ m}^3/\text{h}$
Lavado de manos	Caudal promedio lavamanos regular: $0,27 \text{ m}^3/\text{h}^*$

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.6.2. Duchas Campus.

Las duchas se encuentran instaladas en los baños del edificio de servicios generales, en el área de la piscina y gimnasio, al ser el escenario principal de las selecciones deportivas de la universidad y al albergar al programa de cultura física, deporte y recreación, la cantidad de duchas hace referencia a 32, de las cuales aproximadamente 27 son utilizadas regularmente, las duchas se encuentran distribuidas en baños de hombres, de mujeres y las zonas húmedas. Como se evidencia en la tabla 24 el caudal consumido por cada una de las duchas en promedio es de $0,86 \text{ m}^3/\text{h}$.

Tabla 24. Caudal Unitario de Duchas edificio Campus San Alberto Magno

Volumen de arranque	$0,0007 \text{ m}^3$
Caudal duchas	$0,00402 \text{ m}^3/\text{min}$
Tiempo promedio de una ducha rápida	5 minutos
Total volumen duchas	$0,208 \text{ m}^3/\text{estudiante}$

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.6.3. Aseo De Instalaciones Campus.

El aseo de mantenimiento en los baños públicos se realiza en promedio cuatro veces al día en los baños de mayor frecuencia de uso, mientras que en los baños de poca circulación, principalmente baños administrativos, se realiza un aseo general dos veces al día, una vez por la mañana y otra en la tarde.

Cada 8 o 15 días, dependiendo de la frecuencia de uso, se realiza un lavado a mayor profundidad en todo el edificio, incluyendo el lavado de las fuentes de agua por medio de una hidrolavadora a una alta presión. El mantenimiento a la fuente se realiza los días sábado, en los cuales hay un flujo mucho menor de estudiantes, siempre y cuando no se presenten precipitaciones durante la jornada.

Se observó mediante el seguimiento a las actividades de aseo, que se realiza un control del agua consumida, ya que se emplea la dosificación de agua en baldes de 25 litros de capacidad, los cuales se emplean para las actividades de limpieza de cada baño. Por otra parte, el personal muestra conciencia en cuanto al aspecto del ahorro y uso eficiente del agua.

A continuación en la tabla 25, se especifican algunas de las actividades realizadas de forma diaria para el aseo de las instalaciones del Edificio Principal:

Tabla 25. Consumo por actividades de aseo Campus San Alberto Magno

Actividad	Consumo (m^3 / día)	
	Lunes-Viernes	Sábado
Exteriores		0,90
Aseo de pasillos, salones y oficinas	3,24	5,74
Lavado de sanitarios y orinales	2,75	1,30
Lavado de lavamanos	0,38	00,754
Aseo de baños	2,70	2,08
Total	9,07	9,87

Fuente: Autoras, 2015.

3.8.6.4. Cafeterías Campus.

El edificio cuenta con una cafetería principal, y un punto de venta de frutas y alimentos preparados. En la cafetería principal se prestan servicios de preparación y distribución de alimentos preparados y almuerzos, adicionalmente se atienden eventos institucionales que implican el servicio de restaurante, lavado de loza, entre otras. El uso del suministro de agua es cobrado a las cafeterías de forma mensual, teniendo en cuenta el consumo real facturado para los puntos de venta del Edificio Aquinate. Teniendo en cuenta los servicios prestados por cada punto de venta, se asignan para la cafetería principal un consumo de $16,3 m^3$ y de $4,9 m^3$ para la frutera.

3.8.6.5. Cocinetas Campus.

Las instalaciones cuentan con cuatro cocinetas para la preparación de bebidas calientes destinadas a docentes y personal administrativo. En estas se preparan a diario tres libras y media de café instantáneo para docentes y tres libras para su distribución a las oficinas de vicerrectoría y administrativos. Este es preparado mediante una proporción de 25 litros de agua por cada libra de café. Por otra parte, se distribuyen diariamente cinco termos de agua con capacidad de un litro al personal administrativo. Se tiene en cuenta además que se debe realizar una constante adición de agua a la greca del café, de cerca de 20 litros al día, con el fin de mantener en correcto funcionamiento la máquina. El consumo total para esta actividad será de 208 m³/día entre semana y de 0,044 m³ /día los sábados.

3.8.6.6. Riego De Jardines Campus.

Para el riego de las zonas verdes, ubicadas en la Totalidad del campus, se dispone de dos canchas de fútbol y una de tenis, un bioparque y pastizales. Se utilizan aspersores de riego para las canchas, y mangueras de jardín de 1/2", Las canchas se dividen en nueve sectores, de 30m de largo por 15m de ancho cada uno, y por cada sector se encuentra un aspersor, el cual se utiliza semanalmente en épocas de verano, y una vez al mes debido al alto nivel de humedad que se presenta en el campus a nivel general, por una duración de 3 horas. En el caso del riego con mangueras se realiza durante tres horas aproximadamente, una vez al mes en épocas de verano. El caudal determinado para esta actividad se estimó mediante medición directa del flujo utilizado por el encargado de jardinería para el edificio Campus San Alberto Magno. Se estimó para esta actividad un consumo de 49,32 m³. En figura 15 se muestran las especificaciones técnicas de los aspersores utilizados.

Figura 15. Cancha de Futbol, Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras 2015

En términos generales, el riego de las instalaciones del edificio Campus San Alberto Magno se realiza de una forma rudimentaria, sin tener en cuenta el requerimiento hídrico de la vegetación y sin ejercer ningún tipo de control en el sistema de distribución, porcentaje óptimo de humedad del suelo en cada zona y respuesta a

variaciones de las condiciones meteorológicas, sin embargo por la ubicación de dicho edificio y su elevado nivel freático, las actividades de riego no se realizan frecuentemente.

3.8.6.7. Piscina Campus.

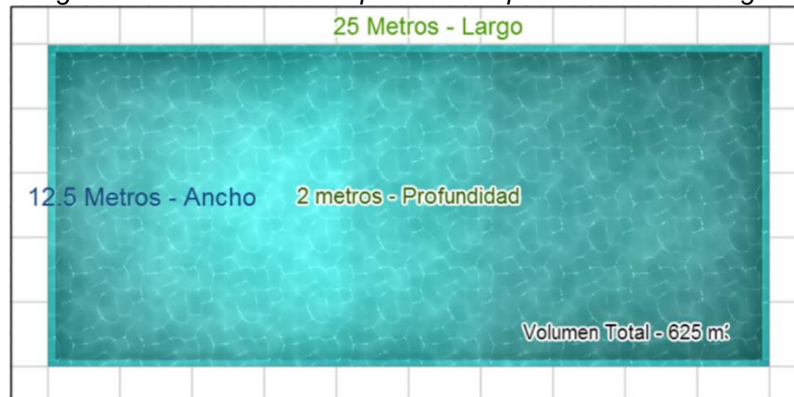
El Campus San Alberto Magno cuenta con una piscina semi olímpica (figura 16) cuya área transversal corresponde a $312,5 \text{ m}^2$ y su volumen total a 625 m^3 (figura 17). El nivel de agua afectado por las pérdidas generadas en el proceso de lavado de filtros y el uso diario de la piscina, se regula mediante la adición de agua potable por parte de la empresa Cojardin S.A. La piscina cuenta con un sistema de filtración y recirculación del agua, el cual permite que esta pueda ser reutilizada hasta por 5 años.

Figura 16. Piscina Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras 2015

Figura 17. Dimensiones de piscina Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras, 2015.

La piscina cuenta con un intercambiador de calor o serpentín, localizado en el cuarto de máquinas (figura 18), cuya función es garantizar el calentamiento del agua de la piscina mediante la transferencia de vapor de agua desde la caldera, la cual se encuentra al respaldo de esta.

El vapor que llega desplaza el agua con menor temperatura que se encuentra en el sistema, de manera que el volumen desplazado asciende por una tubería para ser recirculada hacia la caldera. El intercambiador está en perfectas condiciones ya que dicho sistema es relativamente nuevo, por lo que no presenta fugas visibles.

Figura 18. Cuarto de máquinas, Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras 2015

3.8.6.8. Mantenimiento de la fuente Campus.

El Campus San Alberto Magno cuenta con una fuente ubicada en la intersección de los edificios cultural y central (figura 19). La fuente se abastece de aguas pluviales y de aguas provenientes de la empresa Cojardin S.A e incluye un sistema de recirculación para su funcionamiento. El lavado se realiza cada 15 días. El consumo hídrico requerido para esta actividad es aproximadamente de 1200,85 L, para un total mensual de 2,40 m^3 .

Figura 19. Fuente Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras 2015

3.8.6.9. Otros Campus.

A pesar de que se estimaron los consumos para la totalidad de actividades que se llevan a cabo en el Campus, al realizar el balance del suministro de agua proporcionado por Cojardin, con el gasto en las diferentes labores, se identificó un déficit o consumos de agua no contabilizada de 367,48 m^3 .

3.9. Detección de fugas

Al momento de realizar las mediciones en campo, de los consumos para cada unidad de distribución de agua, se intentaron identificar las posibles manifestaciones de fugas (goteos, humedecimientos, flujos en tuberías, etc.). Sin embargo estas no fueron posibles de observar a simple vista, o mediante el seguimiento del medidor, el cual puede seguir funcionando ante un estado de desuso de los elementos de distribución, mientras haya fugas. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que este tipo de manifestaciones de fugas y malos funcionamientos internos del sistema son perceptibles mediante un dispositivo electrónico que detecte los sonidos de las fugas internamente (correlator), o mediante la implementación de submedidores en las diferentes áreas que permitan la reducción del rango de búsqueda ante fugas del sistema. Estas fugas, fueron consideradas dentro de la categoría “otros” y representan un pequeño, pero igualmente considerable, porcentaje de los consumos mensuales por edificio.

Por otra parte, en el caso del Campus San Alberto Magno, es factible considerar las pérdidas generadas por la evaporación y otras salidas de agua por parte de la piscina, las cuales se dan inevitablemente a pesar de que se han implementado sistemas de alta tecnología para la recirculación del agua de la misma. Estas pérdidas corresponden a una reducción del nivel de agua, el cual semanalmente es de aproximadamente 0,006 m, siendo necesario adicionar $1,65 \text{ m}^3$ diarios para compensar la pérdida hídrica [18]. Debido a lo anterior, las pérdidas de agua y consecuente renovación de la misma corresponden a cerca de $31,25 \text{ m}^3$ mensuales, los cuales de igual manera se ven reducidos debido al sistema de captación y filtración del agua desbordada de la piscina.

3.10. Características de vertimientos edificios sede Bogotá

3.10.1. Aguas grises y negras

Los edificios que conforman la sede de Bogotá de la Universidad Santo Tomás, generan en su totalidad vertimientos de agua residual provenientes de las actividades de uso de baños y cocinas las cuales, en mayor o menor medida, generan aguas grises con contenido orgánico y graso.

Los vertimientos generados en el área de la cocina para las cafeterías principales del Campus San Alberto Magno, el Edificio Dr. Angélico y el edificio Central, actualmente son controlados mediante la implementación de trampas de grasa, en el caso de la cafetería del Campus. En el caso de los demás edificios, las áreas que cuentan con unidades de lavaplatos, se dispone de rejillas para la retención de sólidos generados en las actividades de manipulación de alimentos y de envases que hayan estado en contacto con alimentos (Figura 20).

Figura 20. Rejillas para retención de sólidos generados en el funcionamiento de cafeterías.



Fuentes: Autoras, 2015

La totalidad de las aguas grises y negras son conducidas al sistema de alcantarillado, el cual cuenta con pozos de inspección de aguas residuales al exterior de cada predio y de forma independiente, en el caso de los edificios que cuentan con más de un suministro de agua.

Actualmente, la empresa que suministra el servicio de cafeterías para el Edificio Principal y el Dr. Angélico, se encuentra realizando las adecuaciones requeridas por la Secretaría de Salud con el fin de realizar un pretratamiento mediante la instalación trampas de grasa en las instalaciones.

Figura 21. Pozos de inspección de Agua Residual, Edificio Principal.



Fuentes: Autoras, 2015.

3.10.2. Aguas Pluviales

En cuanto a la captación y disposición de las aguas provenientes de la escorrentía superficial generada durante las temporadas de lluvias, únicamente el Campus San Alberto Magno realiza la captación y canalización de dichas aguas, las cuales se dirigen hacia un tanque de almacenamiento destinado únicamente para tal fin (Figura 22), desde el cual se distribuye el agua para el abastecimiento de las actividades de riego de las canchas deportivas disponibles en el Campus.

Por otra parte, los edificios Principal y Santo Domingo, presentan sistemas de recolección de agua lluvia en el tejado, mediante canaletas rectangulares que evacúan el agua lluvia. Sin embargo, a pesar de que este sistema capta y canaliza el agua precipitada de forma independiente, no la dispone de manera separada de las aguas grises. Por el contrario, las aguas son dirigidas de forma combinada al tanque de inspección subterráneo de la Empresa de Acueducto de Bogotá, en el cual se combinan con las aguas grises y otros vertimientos.

Figura 22. Tanque de almacenamiento de aguas pluviales Campus



Fuentes: Autoras, 2015.

3.10.3. Vertimientos Especiales

A raíz de las clases prácticas, llevadas a cabo en los laboratorios de química, microbiología, ecología y suelos, en el caso del Edificio Principal; y en el laboratorio de morfología en el caso del Campus San Alberto Magno, se generan en dichas aulas vertimientos especiales como son sustancias químicas y reactivas de carácter especial o peligroso. Entre algunas de las sustancias de interés ambiental, las cuales se manejan en los laboratorios de química, biología microbiología y morfología se encuentran sustancias inflamables como el alcohol etílico y el alcohol metílico, sustancias corrosivas como el ácido sulfúrico y el peróxido de hidrógeno y otras sustancias de interés ambiental como el mercurio y el formol, los cuales se manejan en menor medida. *Ver Anexo G. "Inventario Reactivos de Laboratorio"*

Algunas de las mencionadas sustancias químicas son utilizadas con frecuencia en las aulas de laboratorios para el Edificio Principal. Dichos reactivos son depositados al final de las clases en envases plásticos dispuestos para tal fin, los cuales son sellados para su posterior disposición como residuo peligroso. Al momento de realizar el lavado de los implementos de laboratorio, es altamente probable que parte de dichas sustancias aún permanezcan en los implementos de aseo y sean vertidos por el lavamanos, sin embargo esta cantidad no es significativa o no se puede conocer a ciencia cierta.

Al igual que con los demás vertimientos del Edificio Principal, no se cuenta con una separación de las aguas residuales domésticas de las aguas residuales provenientes de laboratorios, las cuales presentan características diferentes. Debido a lo anterior, es imperativo realizar una separación de los vertimientos generados por las actividades de laboratorio, con el fin de realizar un pretratamiento, o bien realizar toda disposición de material en contacto con sustancias peligrosas de forma separada y asegurando que no coexistan los vertimientos de agua residual doméstica y los vertimientos con características de peligrosidad.

Por otra parte, en el caso del laboratorio de morfología, ubicado en el Campus San Alberto Magno, se cuenta únicamente con el uso de formaldehído (formol) con el fin de preservar muestras anatómicas en conservación. Esta sustancia, clasificada como tóxica y con características carcinogénicas, es utilizada únicamente para el uso anteriormente descrito. Esta actividad, de conservación de muestras, se realiza con una frecuencia muy baja, de igual manera se mantiene en los recipientes junto con las muestras por aproximadamente un año, después del cual se agrega más sustancia o se sustituye la que está presente en el correspondiente envase.

3.11. Balance hídrico por edificios

Posterior a la estimación del consumo de agua representado por cada actividad, y sus respectivas salidas en forma de vertimientos, se determinó incidencia de cada actividad en el consumo global de cada edificio, mediante el factor de consumo asignado.

Teniendo en cuenta la información obtenida de los consumos facturados mensualmente para cada edificio, asociados al consumo de agua en las diferentes actividades, se realizó el balance hídrico para los edificios de la Sede Bogotá (ver Anexo H. “Balance Actividades edificios USTA”).

Dichos balances fueron elaborados para cada edificio de forma individual, como un solo sistema, de manera que las entradas totales serían iguales a la suma de todas las salidas individuales, asociadas a las diferentes actividades. Lo anterior fue realizado con base en el consumo promedio mensual facturado para el año 2014. A partir de este se realizaron las estimaciones del porcentaje de consumo atribuido a cada actividad, teniendo en cuenta el factor de consumo de cada elemento de distribución.

Lo anterior, asumiendo que todas las entradas de agua salieron de igual forma como vertimientos y asumiendo las pérdidas por consumo o evaporación dentro de la categoría “otros”, con el fin de identificar el porcentaje de consumo para cada actividad con relación al total utilizado en cada edificio. Los valores obtenidos a partir del balance de aguas para cada edificio de la sede Bogotá se pueden apreciar en las tablas 26, 27, 28, 29, 30 y 31.

Tabla 26. Balance hídrico Edificio Principal

EDIFICIO PRINCIPAL				
ENTRADA (m3/mes)	ACTIVIDAD	CONSUMO ACTIVIDAD (m3/mes)	SALIDA (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
962,63	USO DE BAÑOS	734,76	962,63	76,33
	ASEO	193,05		20,05
	CAFETERÍAS	9,99		1,04
	RIEGO DE JARDINES	4,28		0,44
	COCINETA	4,34		0,45
	LABORATORIOS	15,44		1,60
	OTRAS	0,77		0,08

Fuente: Autoras, 2015.

Tabla 27. Balance hídrico Edificio Dr. Angélico

EDIFICIO DR. ANGÉLICO				
ENTRADA (m3/mes)	ACTIVIDAD	CONSUMO ACTIVIDAD (m3/mes)	SALIDA (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
550,21	USO DE BAÑOS	360,31	550,21	65,49
	CAFETERÍAS	10,070		1,41
	RIEGO JARDINES	7,74		1,41
	ASEO	168,48		30,62
	COCINETA	2,67		0,49
	OTRAS	0,95		0,17

Fuente: Autoras, 2015.

Tabla 28. Balance hídrico Edificio Aquinate

EDIFICIO AQUINATE				
ENTRADA (m3/mes)	ACTIVIDAD	CONSUMO ACTIVIDAD (m3/mes)	SALIDA (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
*	USO DE BAÑOS	152,20	219,05	69,48
	ASEO	59,53		27,18
	CAFETERÍA	2,94		1,34
	RIEGO JARDINES	2,16		0,99
	COCINETA	2,22		1,01

Fuente: Autoras, 2015.

*El Consumo total para el Edificio Aquinate fue estimado mediante el presente trabajo, el caudal de entrada a este edificio es desconocido.

Tabla 29. Balance hídrico Edificio Santo Domingo

EDIFICIO SANTO DOMINGO				
ENTRADA (m3/mes)	ACTIVIDAD	CONSUMO ACTIVIDAD (m3/mes)	SALIDA (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
183,96	USO DE BAÑOS	117,31	183,96	63,77
	ASEO	56,63		30,78
	CAFETERÍA	3,14		1,71
	RIEGO JARDINES	1,36		0,74
	COCINETA	1,42		0,77
	OTRAS	4,10		2,23

Fuente: Autoras, 2015.

Tabla 30. Balance hídrico Edificio VUAD

EDIFICIO VUAD				
ENTRADA (m3/mes)	ACTIVIDAD	CONSUMO ACTIVIDAD (m3/mes)	SALIDA (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
77,5	USO DE BAÑOS	59,16	77,50	76,34
	ASEO	15,44		19,93
	COCINETA	1,25		1,61
	RIEGO DE JARDINES	0,31		0,40
	OTRAS	1,34		1,72

Fuente: Autoras, 2015.

Tabla 31. Balance hídrico Campus San Alberto Magno

CAMPUS SAN ALBERTO MAGNO				
ENTRADA (m3/mes)	ACTIVIDAD	CONSUMO ACTIVIDAD (m3/mes)	SALIDA (m3/mes)	PORCENTAJE (%)
1606,33	USO DE BAÑOS	780,21	1606,33	48,57
	ASEO	491,40		30,59
	CAFETERÍAS	9,00		0,56
	RIEGO DE JARDINES Y CANCHAS	51,75		3,22
	COCINETA	4,34		0,27
	LABORATORIOS	2,76		0,17
	OTRAS	266,88		16,61

Fuente: Autoras, 2015.

3.12. Selección de soluciones de Ahorro y Uso Eficiente del Agua

Una vez identificados y priorizados los puntos críticos de consumo (subcapítulo 3.6) se procede a plantear las estrategias para la reducción en el consumo de agua, enfocado especialmente a dichas sub áreas o actividades determinadas como las de mayor consumo al inicio de la etapa diagnóstica y mediante la estimación del consumo de dichos puntos.

Remontándonos en los antecedentes para Ahorro y Uso Eficiente del Agua, en otras experiencias de diagnóstico, los puntos críticos se encontraron en su mayoría asociados a las malas prácticas en el uso del recurso hídrico. Esto junto con una infraestructura no apta para la reducción o el reúso del mismo. De igual forma, en experiencias anteriormente estudiadas, se encontró que la opción más viable siempre es la adaptación (más no reemplazo) de la infraestructura existente, incluso mediante la implementación de tecnologías o técnicas novedosas para la reducción de consumos y una mejor distribución de caudales. Esto con el fin de mejorar el sistema de distribución de agua, haciéndolo más eficiente y con un menor factor de consumo. Lo anterior, junto con campañas y programas de sensibilización en torno a las buenas prácticas en el uso del agua, constituyen el componente fundamental en todo Plan de Ahorro y Uso Eficiente del Agua.

Para el caso de la sede de Bogotá de la Universidad Santo Tomás, no es la excepción, ya que se identificaron como puntos críticos las actividades relacionadas al uso del agua por parte de la población fija y flotante. Sin embargo se debe agregar que el elemento de control y seguimiento del uso del agua también conforma una parte importante del planteamiento de las actividades y el plan en sí.

A continuación se describen de forma general los proyectos que incluyen las actividades planteadas, orientadas al ahorro y uso eficiente del agua.

Tabla 32. Resumen soluciones de Ahorro y Uso Eficiente del Agua

Proyecto	Objetivo	Sub área o actividad	Responsables
Implementación y mejoramiento de infraestructura	Reducir el consumo de agua en los puntos críticos y adaptar la infraestructura para su modernización y control.	Sub áreas o actividades identificadas como puntos críticos de consumo de agua	Departamento de planta física
Uso de fuentes hídricas alternativas	Orientación de las actividades cotidianas que requieran uso de agua no potable mediante la implementación de fuentes hídricas alternativas como el uso de aguas lluvia.	Riego de jardines y zonas verdes. Aseo de exteriores.	Ingeniero Ambiental. Contratista de la obra. Departamento de planta Física
Minimización de consumo doméstico	Generar una cultura de ahorro y uso eficiente del agua, brindando	Aseo de interiores. Baños	Departamento de gestión Ambiental. Departamento de comunicaciones. Personal de servicios generales y aseo.
Programa de sensibilización, comunicación, educación	Generar estrategias de publicidad en torno a la concientización acerca del uso eficiente del agua por parte estudiantes, personal fijo y flotante.	Baños públicos y de administrativos.	Departamento de comunicaciones. Ingeniero Ambiental. Departamento de Gestión Ambiental.

Fuente: Autoras, 2015.

3.13. Formulación del programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua

Con el fin de formular el Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para la Universidad Santo Tomás en la sede de Bogotá, se tomaron los términos de referencia propuestos para el sector recreativo y deportivo, a partir de los cuales se formuló el PAUEA para el UMB Golf Club en el quinquenio 2015-2019 [5]. El Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua para la Universidad Santo Tomás, sede Bogotá, se encuentra formulado en el *Anexo I. “Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA) para la Universidad Santo Tomás sede Bogotá”*.

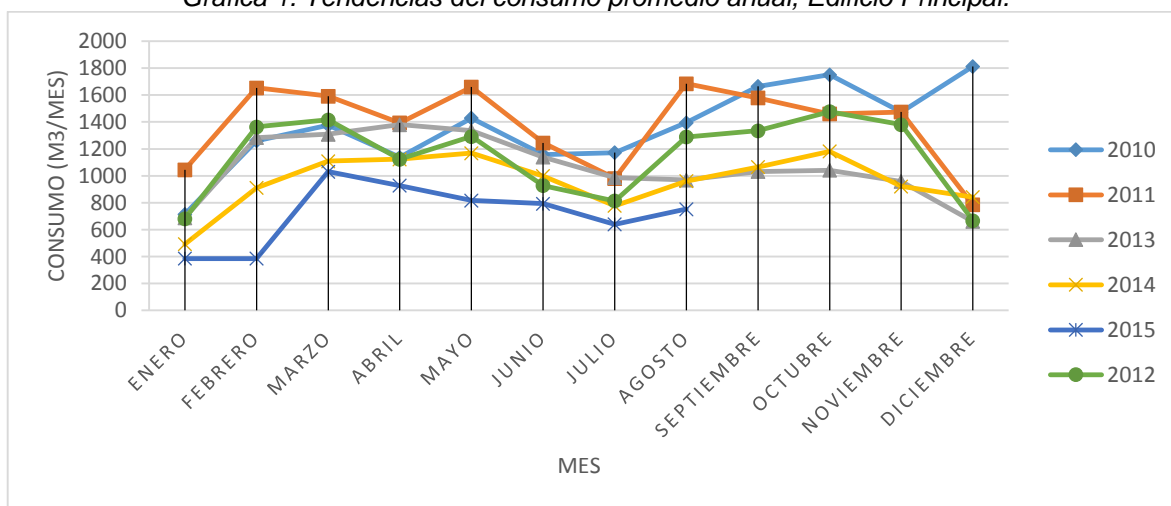
4. RESULTADOS- PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA

4.1. Resultados y análisis diagnóstico oferta hídrica

4.1.1. Edificio Principal.

A partir de los datos de consumos históricos proporcionados, se calcula un promedio de consumo para este edificio de $1093,09 m^3$, del cual se puede analizar que existe una tendencia de reducción del promedio de consumo demandado anualmente, en la gráfica 1 se muestra dicho comportamiento del consumo de agua para el edificio central, el cual muestra picos de uso del agua en el año 2011 y un mínimo histórico para el año 2015. Esta tendencia se encuentra relacionada, en el caso de los años entre 2012 y 2013, con la expansión del edificio central hacia otros edificios, a los cuales se han trasladado algunas de las facultades antes funcionando en el Edificio Principal. Para los años 2014 y 2015, se puede observar una reducción en los consumos, la cual se puede deber a la instalación de dispositivos ahorradores para grifos y duchas, además de contar con una regulación en los caudales para los lavamanos y sanitarios en la torre de baños de alta circulación.

Gráfica 1. Tendencias del consumo promedio anual, Edificio Principal.

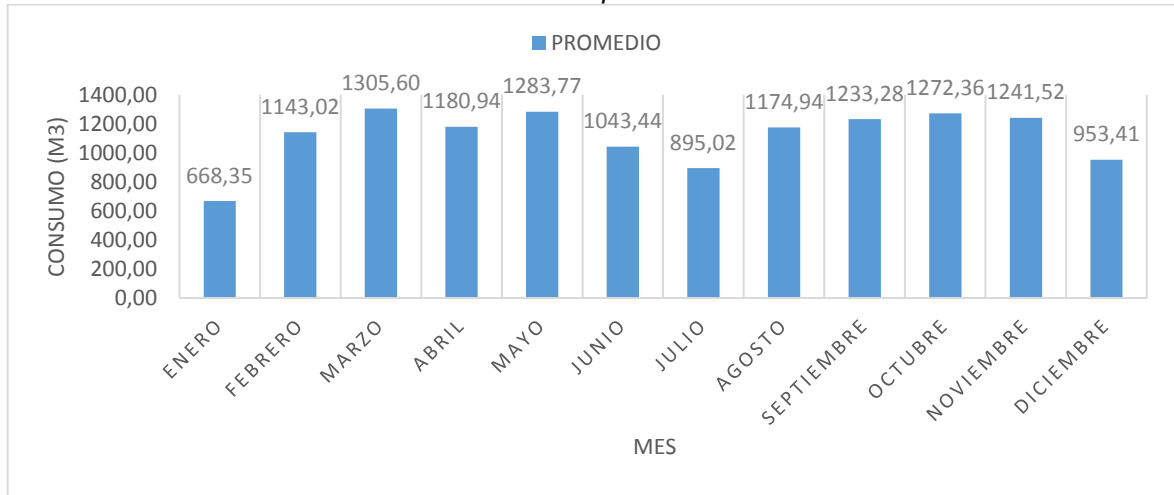


Fuente: Autoras, 2015.

De igual forma, se puede analizar el comportamiento de la demanda con relación a los meses del año. Como se muestra en la gráfica 2, el consumo promedio mensual del edificio central, se ve directamente relacionado a la cantidad de estudiantes durante las temporadas de clases, por lo cual del mes de Febrero se evidencia un incremento, atribuido a los estudiantes que ingresan, de $474.67 m^3$. Por otra parte, de Julio a Agosto se observa un incremento de $279.92 m^3$, el cual es menor debido a que se mantiene parte de la población estudiantil a raíz de los cursos

intersemestrales y se debe tener en cuenta que, a pesar del bajo flujo de población flotante dentro de la universidad, a mitad de año el personal administrativo se encuentra trabajando de forma regular.

Gráfica 2. Tendencia del consumo promedio mensual edificio central



Fuente: Autoras, 2015.

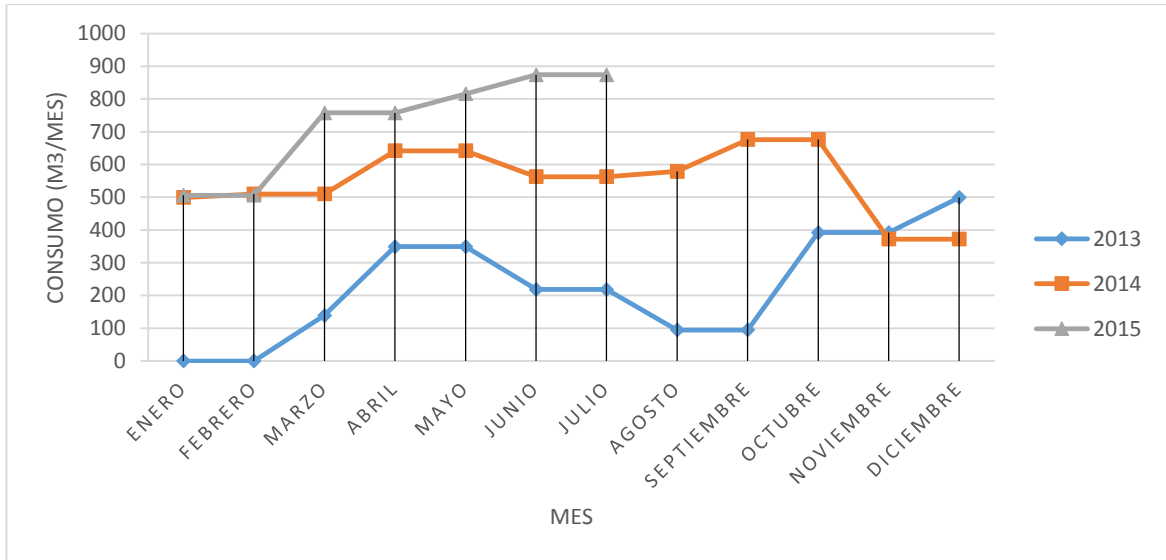
Adicionalmente, se observa una demanda remanente para el período de Diciembre a Enero, en el cual se realiza de forma anual una brigada de limpieza y mantenimiento por parte del personal de aseo y mantenimiento del edificio, en la cual se realiza un aseo intensivo a todas las instalaciones y se realizan actividades de restauración de la infraestructura para inicios del nuevo período de clases.

A partir de estos datos también es posible analizar la demanda de agua en temporada de clases, las cuales van de Febrero hasta inicios de Junio, y desde el mes de Agosto hasta finales de Noviembre, en el segundo semestre del año. Para el promedio histórico el consumo de agua alcanza un pico máximo en el mes de marzo y valores mínimos en el mes de junio para el primer semestre. Por otra parte, para el segundo semestre del año se presentó un pico máximo en el mes de octubre y un mínimo en el mes de agosto.

4.1.2. Edificio Dr. Angélico.

El Edificio Dr. Angélico consume en promedio 558,9 m^3 mensuales, se puede observar una tendencia de incremento del promedio de consumo demandado anualmente, en la gráfica 3 se muestra dicho comportamiento, el cual se puede ver influenciado por el aumento de facultades a través del tiempo, y con ello el aumento de personal estudiantil, también por que actualmente el Edificio Dr. Angélico se ha convertido en la sede principal para eventos académicos. A diferencia del edificio central, el Dr. Angélico se encuentra equipado con dispositivos ahorradores para grifos y duchas, así como también con sanitarios de bajo consumo de agua, lo cual se ve reflejado en el bajo consumo mensual.

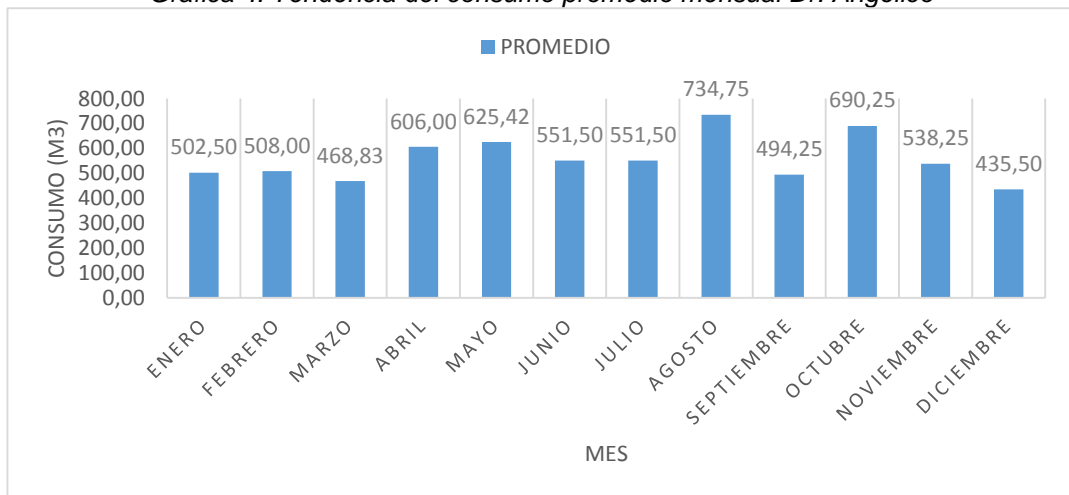
Gráfica 3. Tendencias del consumo promedio anual, Dr. Angélico.



Fuente: Autoras, 2015.

En el caso del Edificio Dr. Angélico, no se puede analizar el comportamiento de la demanda con relación a los meses del año debido a que, como se muestra en la gráfica 4, el consumo facturado para el Edificio Dr. Angélico se mide bimensualmente por parte de la empresa de acueducto, por lo que la diferencia de consumo en los meses de diciembre y enero no se pueden evidenciar a partir de estos datos. Sin embargo históricamente se presentan, como picos representativos de consumo, el primer semestre la temporada de abril a mayo y un mínimo de consumo en el mes de marzo, en cuanto al segundo semestre se presenta un pico en el mes de agosto y mínimos en el mes de septiembre.

Gráfica 4. Tendencia del consumo promedio mensual Dr. Angélico

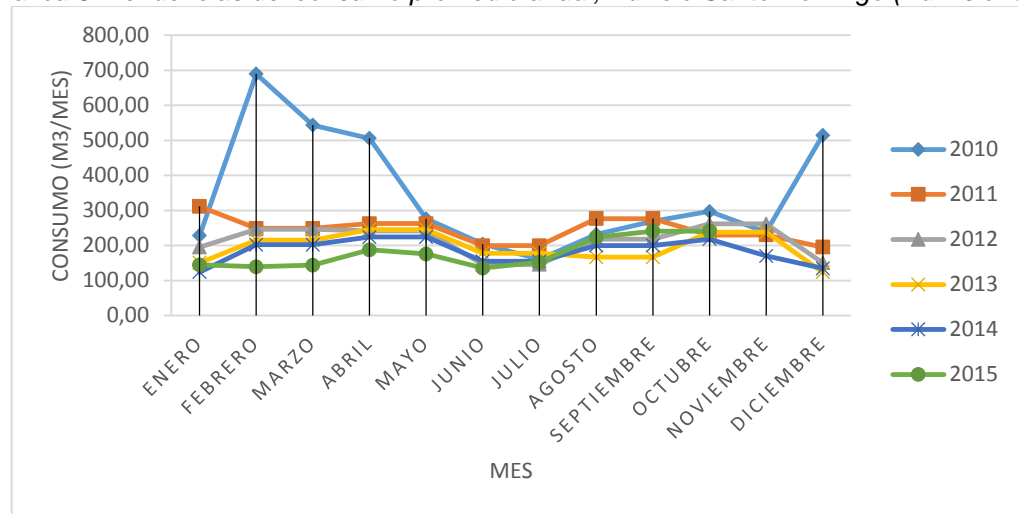


Fuente: Autoras, 2015.

4.1.3. Edificio Santo Domingo (Admisiones).

En la gráfica 5 se muestra el comportamiento del consumo de agua para el edificio Santo Domingo (Admisiones), la tendencia de consumo para esta sede es uniforme debido a que la población que circula es en su mayoría fija, correspondiente al personal administrativo y estudiantil, el cual en su mayoría proviene del Edificio Principal, se presentan valores atípicos para el año 2010, este comportamiento se pudo ver influenciado por una alta demanda debido a obras de remodelación en la sede.

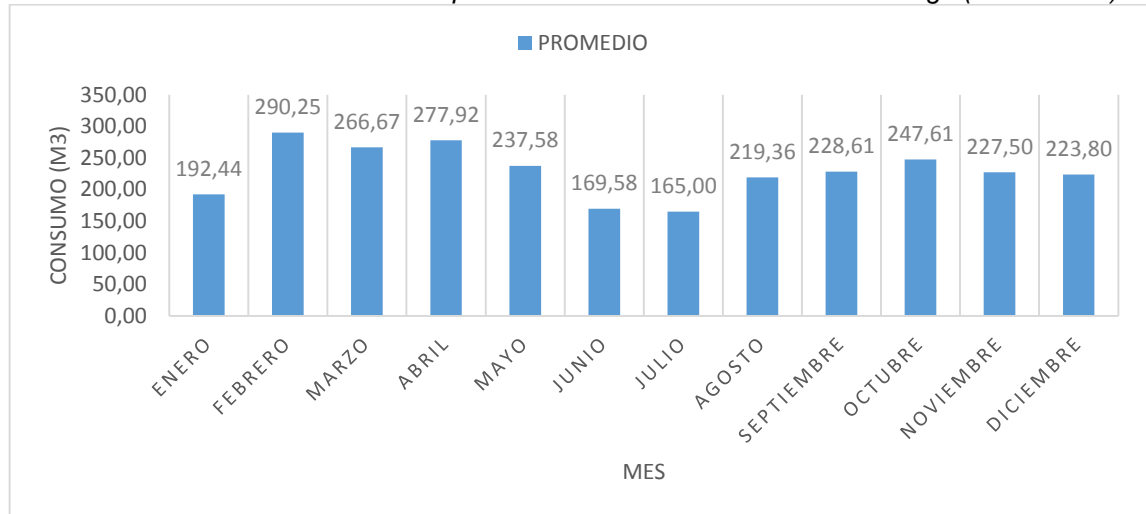
Gráfica 5. Tendencias del consumo promedio anual, Edificio Santo Domingo (Admisiones).



Fuente: Autoras, 2015.

De igual forma, se puede analizar el comportamiento de la demanda con relación a los meses del año. Como se muestra en la gráfica 6, el consumo promedio mensual del edificio Santo Domingo (admisiones); aunque influenciado por la cantidad de estudiantes durante las temporadas de clases, es decir para febrero y marzo se evidencia un aumento atribuido a los estudiantes que ingresan de $97.81 m^3$, por otra parte en los meses de junio a julio se registra un promedio de $167.29 m^3$, el cual es menor debido a que para estos meses la población estudiantil se encuentra en vacaciones, de igual forma se puede afirmar que la reducción del consumo no es significativa, ya que durante la temporada de vacaciones, permanece en esta sede el personal administrativo de admisiones.

Gráfica 6. Tendencia del consumo promedio mensual Edificio Santo Domingo (Admisiones)

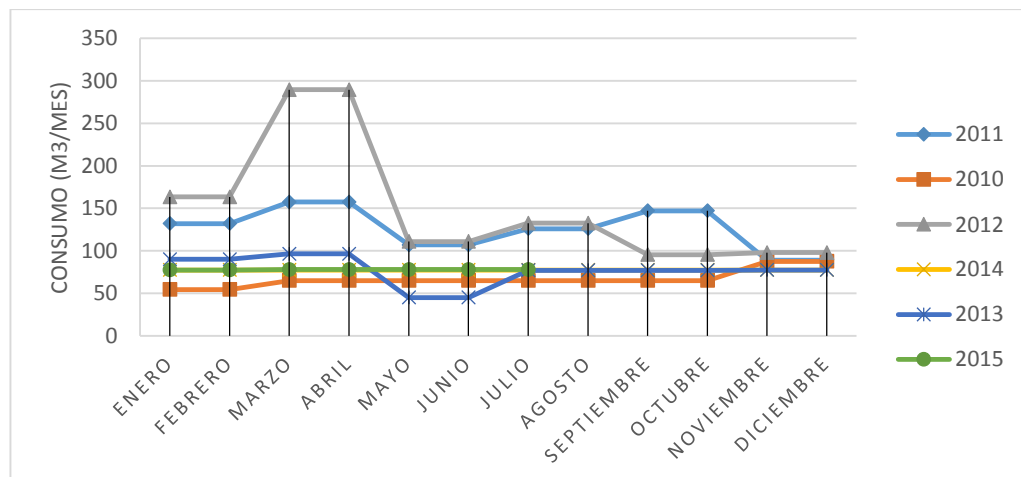


Fuente: Autoras, 2015.

4.1.4. Edificio VUAD (Vicerrectoría De La Universidad Abierta Y A Distancia).

En la gráfica 7 se evidencian comportamientos atípicos para los años 2011 y 2012, los cuales no tienen un análisis en específico ya que su facturación se realiza bimensualmente y su población se atribuye únicamente a personal administrativo, este comportamiento se puede ver influenciado por una fuga, o daños en el contador, de los cuales no se poseen registros.

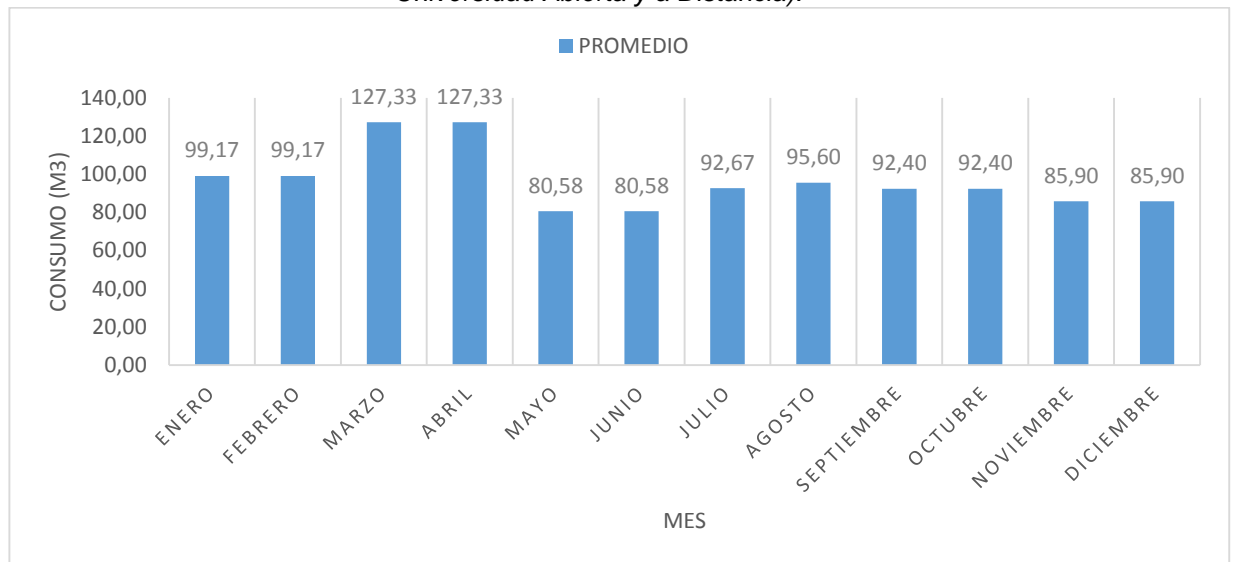
Gráfica 7. Tendencias del consumo promedio anual, Edificio VUAD (Vicerrectoría de la Universidad Abierta y a Distancia).



Fuente: Autoras, 2015.

De igual forma, se puede analizar el comportamiento de la demanda con relación a los meses del año. Como se muestra en la gráfica 8, el consumo promedio mensual presenta en su mayoría un comportamiento uniforme, esto se debe principalmente al promedio mensual facturado por el acueducto, a raíz del daño en el contador, y los meses de marzo y abril presentan un comportamiento diferente, el cual se atribuye, al alto consumo generado en el año 2012.

Gráfica 8. Tendencia del consumo promedio mensual Edificio VUAD (Vicerrectoría de la Universidad Abierta y a Distancia).



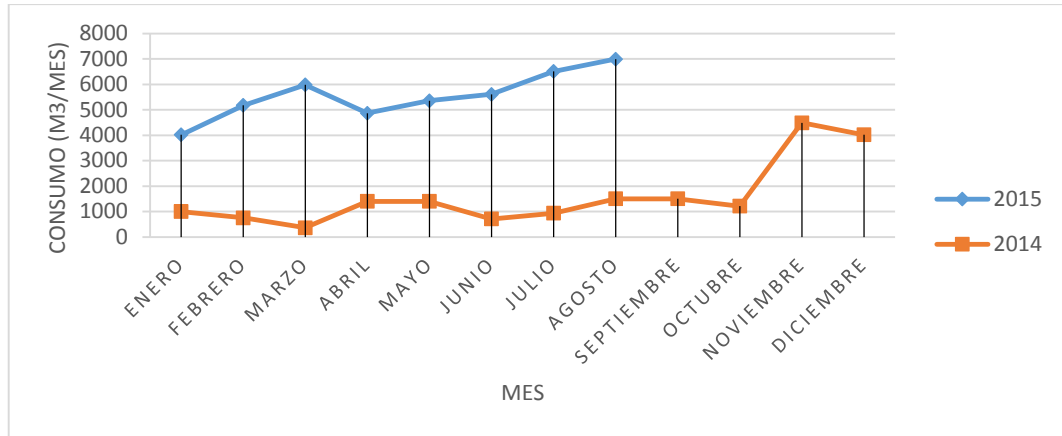
Fuente: Autoras, 2015.

4.1.5. Campus San Alberto Magno.

En la gráfica 9 se evidencian comportamientos atípicos para el año 2015, los cuales aumentan su valor 4 veces más que en el 2014 para el mes de enero y se mantiene uniforme para todo ese año, esto se debe a la reinauguración de la piscina, para la cual esta se tuvo que llenar con $625 m^3$ de agua, así como también se le puede atribuir al llenado de tanques de agua potable. Cabe destacar que en los meses de Agosto a Octubre se presentó una fuga, la cual elevó significativamente el consumo de agua a pesar de la ausencia de estudiantes por las vacaciones, mientras que en esta época se realizan además labores de limpieza y mantenimiento para el período de Diciembre a Enero.

Es importante discutir el hecho de que, a partir del mes de noviembre del año 2014, se incrementó significativamente el consumo de agua para el Campus, el cual pasó de un promedio mensual de $1616,33m^3$ en el año 2014 a $5562,88m^3$ en lo que va del año 2015. Este comportamiento se ha dado a partir de la inauguración de la piscina, más no es reconocido por el personal administrativo del Campus, este incremento de consumo debe ser analizado y controlado, ya que puede presentarse debido a fugas en el uso de la piscina u otras actividades.

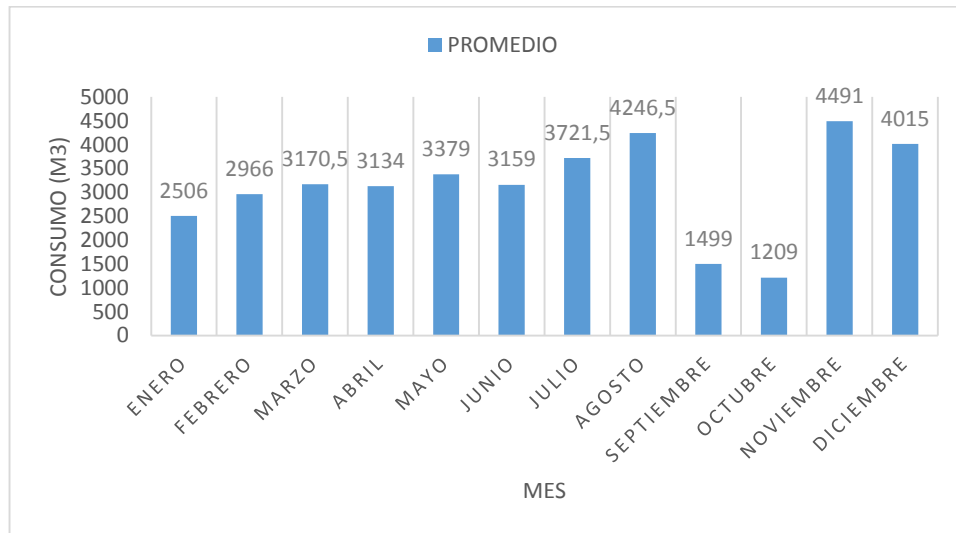
Gráfica 9. Tendencias del consumo promedio anual, para el Campus San Alberto Magno.



Fuente: Autoras, 2015.

Por otra parte, se analiza el comportamiento del consumo promedio mensual, representado en la gráfica 10, este presenta en su mayoría una tendencia uniforme, exceptuando los meses de septiembre y octubre que es donde los estudiantes se encuentran en periodos de finalización de clases.

Gráfica 10. Tendencia del consumo promedio mensual, para el Campus San Alberto Magno.



Fuente: Autoras, 2015.

En la gráfica anterior se puede observar una reducción significativa para los meses de Septiembre y Octubre, esto es debido a que no se poseen registros a la fecha (2015) del consumo para dichos meses, por lo que en la gráfica no se ven afectados por el incremento del año 2014 al 2015.

4.2. Resultados y análisis diagnóstico de uso y vertimientos

Como resultado general de la estimación y relación de la oferta hídrica vs. La demanda por parte de los usuarios en los diferentes edificios de la universidad, cabe resaltar que la demanda per cápita calculada es menor a la dotación neta diaria establecida por el RAS, 2010 (25 L/alumno/jornada) para las instituciones educativas de educación superior. La demanda determinada para los edificios de la institución se muestra en la tabla 33. Se debe aclarar que el consumo total expresado corresponde únicamente a los servicios ofrecidos a los estudiantes como son el uso de baños públicos, funcionamiento de cafeterías y laboratorios.

Tabla 33. Consumo per cápita edificios Universidad Santo Tomás.

Demanda neta (l/estudiante/jornada)						
	Principal	Dr. Angélico	Aquinate	Santo Domingo	VUAD*	Campus
Estudiantes	2384,00	2140,00	1193,00	596,00	155,00	1183,00
Consumo Total (L)	23755,38	13613,08	5114,93	3845,38	3048,08	29308,46
Demanda Neta	9,96	6,36	4,29	6,45	19,67	24,77

Fuente: Autoras, 2015.

**La demanda neta para el edificio de la VUAD, corresponde únicamente a la del personal administrativo y planta docente.*

Lo anterior se ve reflejado en la calidad de población flotante que representan los estudiantes, ya que estos permanecen constantemente en circulación de un edificio a otro, para el caso de los edificios ubicados en el área urbana de Bogotá. Por otra parte, en el caso del campus, se puede observar un aumento en la demanda por alumno y jornada, esto debido a que los estudiantes que acuden a sus instalaciones ya que, por lo general, estos permanecen en las instalaciones durante jornada de 8 horas, en las cuales permanecen en el campus debido a la ubicación de este. Por último, para el edificio de la VUAD, se tomó en cuenta únicamente el personal administrativo y docente, los cuales conforman una población fija en las instalaciones. Estos, al igual que en el caso del campus, representan una demanda mayor debido a que permanecen una jornada completa en estas.

En cuanto a las actividades de aseo llevadas a cabo en los diferentes edificios, se pudo determinar una correlación entre la conciencia del ahorro y uso eficiente de agua inculcado al personal, mediante protocolos de limpieza con bajo consumo de agua. En cuanto a la relación de consumo de agua por área, se determinó un factor de consumo unitario para esta actividad comparando los edificios Principal y Dr. Angélico, por ser dos puntos críticos que presentan condiciones similares, tal como se muestra en la tabla 34.

Tabla 34. Consumo unitario para actividades de aseo edificios.

Edificio	Área Total del edificio (m ²)	Volumen actividades de aseo (l)	Consumo unitario actividades de aseo (l/m ²)
Principal	20093,39	199485	9,93
Dr. Angélico	38423,73	175219	4,56

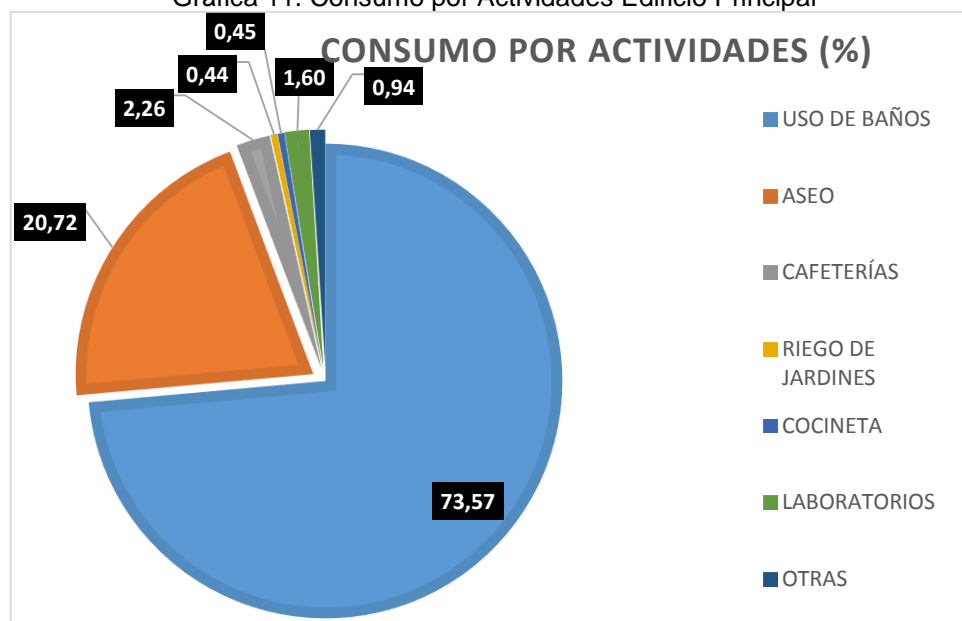
Fuente: Autoras, 2015.

De lo anterior se puede observar que existe una relación entre el consumo unitario de actividades de aseo por parte de los edificios Principal y Dr. Angélico, en la cual se presenta una diferencia significativa en el consumo, a pesar de que ambas sedes poseen similitudes en cuanto a área y servicios ofrecidos.

4.2.1. Consumo por actividad Edificio Principal.

Para el Edificio Principal, se determinó un gran consumo de agua para las actividades de uso de baños (gráfica 11), las cuales representan el 73,57% de la demanda total del edificio, equivalente a un consumo mensual de 708,19 m³. Por otra parte, se determinó además un consumo elevado de agua durante las actividades de aseo de las instalaciones y baños. Esta representa un 20,72% del consumo total y un estimado de 199,49 m³ de consumo mensual. Por otra parte, actividades como el uso de cafeterías, riego de jardines, uso de cocinas, laboratorios y otros representan únicamente un 4,89% de la demanda hídrica total.

Gráfica 11. Consumo por Actividades Edificio Principal



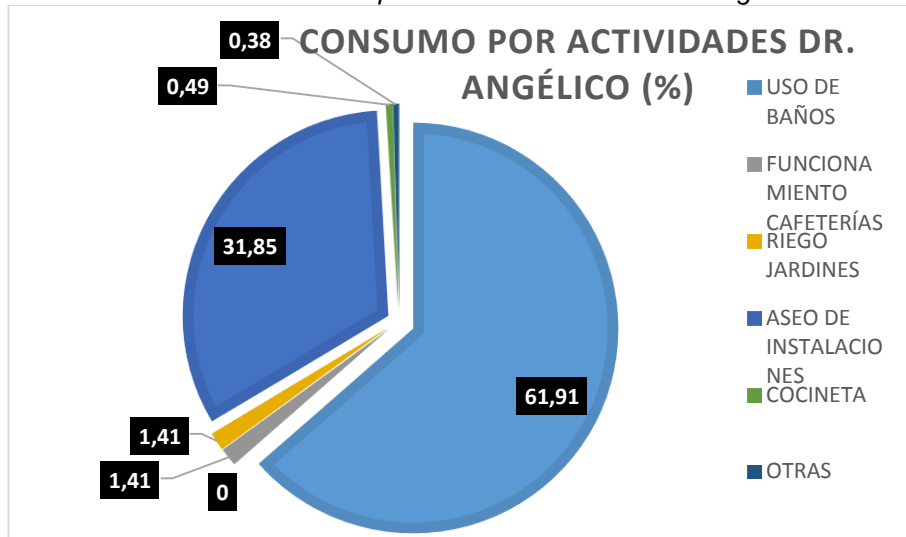
Fuente: Autoras, 2015.

4.2.2. Consumo por actividad Edificio Dr. Angélico.

Para el Edificio Dr. Angélico, se determinó que las actividades de uso de baños (gráfica 12), representan el 61,91% del consumo de agua total en el edificio, para un estimado en un total de 340,66 m³ mensuales. Por otra parte, se determinó además un consumo elevado de agua durante las actividades de aseo de las instalaciones y baños, la cual representa un 31,85% del consumo total y un estimado de 175,22 m³ de consumo mensual. Por otra parte, actividades como el uso de cafeterías, riego de jardines, uso de cocinas y otros representan únicamente un 3,68% del total de la demanda hídrica en dicho edificio.

En cuanto a los resultados anteriormente descritos, es posible comparar los edificios Principal y Dr. Angélico, ya que presentan características similares en cuanto a área y servicios prestados, y debido a que son los edificios principales para la sede de Bogotá, sin tener en cuenta al Campus San Alberto Magno. Si se establece un factor de consumo promedio para el uso de baños, tanto públicos como privados, se tendría una relación de consumo de 0,09 horas/día para el Edificio Principal y de 0,07 horas/día para el edificio Dr. Angélico. Lo anterior se puede ver reforzado en cuanto a la diferencia de consumo total para el uso de baños, según la cual el Edificio Dr. Angélico consumió en promedio para el año 2014 menos de la mitad (49%) de lo consumido en el Edificio Principal para el mismo período.

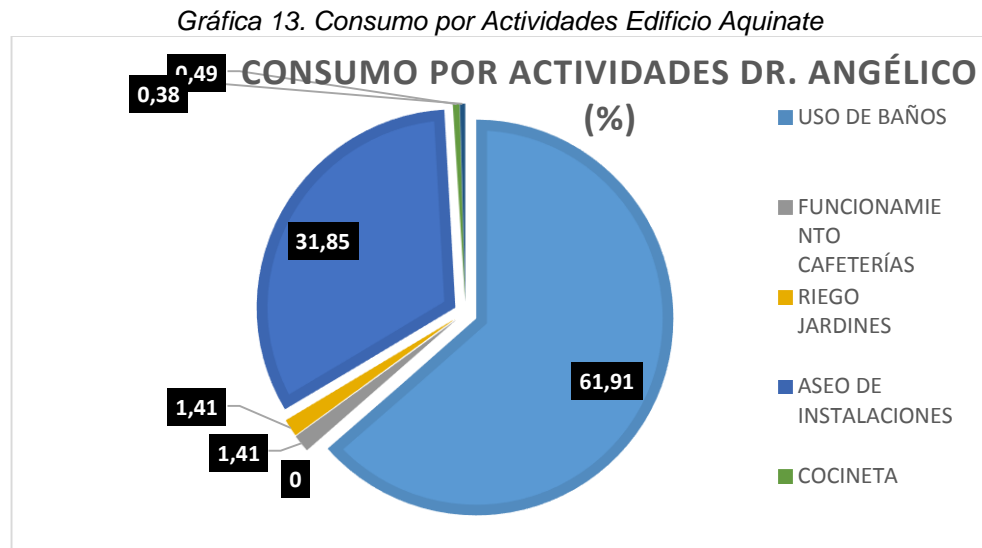
Gráfica 12. Consumo por Actividades Edificio Dr. Angélico



Fuente: Autoras, 2015.

4.2.3. Consumo por actividad Edificio Aquinate.

Para el Edificio Aquinate, se determinó que las actividades de uso de baños (gráfica 13), representan el 68,34% del consumo de agua total en el edificio, lo cual se estimó en un total de $148,55 m^3$. Por otra parte, se determinó además un consumo de agua durante las actividades de aseo, el cual representa un 27,39% del consumo total y un estimado de $59,53 m^3$ de consumo mensual. Por otra parte, actividades como el uso de cafeterías, riego de jardines, uso de cocinas y otros representan únicamente un 4,27% del total de la demanda hídrica en dicho edificio.

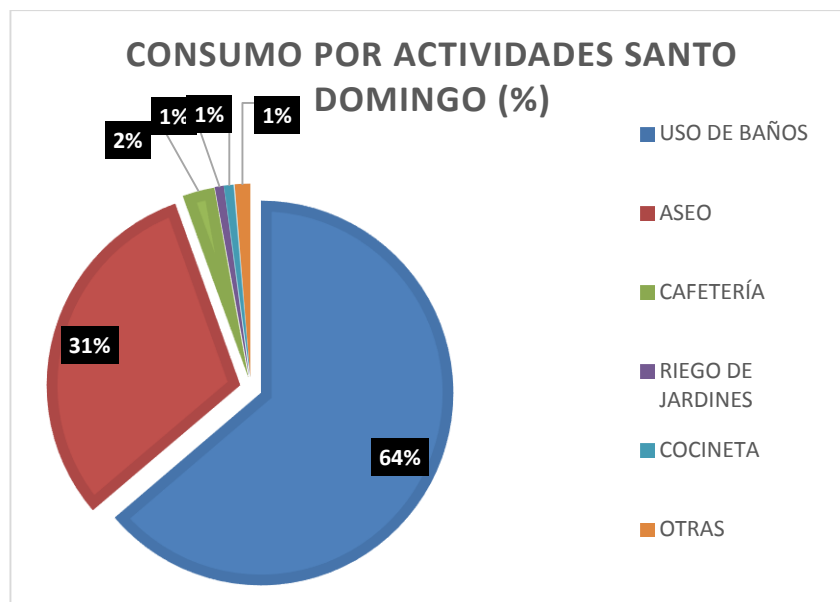


Fuente: Autoras, 2015.

4.2.4. Consumo por actividad Edificio Santo Domingo.

Para el edificio Santo Domingo, se determinó que las actividades de uso de baños (gráfica 14), representan el 63,77% del consumo de agua total en el edificio, lo cual se estimó en un total de $117,31 m^3$, en los cuales se incluyen el uso de duchas del gimnasio y el uso de baños en general. Por otra parte, se determinó además un consumo elevado de agua durante las actividades de aseo de las instalaciones y baños, la cual representa un 30,78% del consumo total y un estimado de $56,63 m^3$ de consumo mensual. Por otra parte, actividades como el uso de cafeterías, riego de jardines, uso de cocinas y otros representan únicamente un 5,44% del total de la demanda hídrica en dicho edificio.

Gráfica 14. Consumo por Actividades edificio Santo Domingo



Fuente: Autoras, 2015.

Al igual que con los edificios principal y Dr. Angélico, es posible comparar el Edificio Aquinate y el Santo Domingo, debido a que poseen un área similar y ambos hacen parte de la extensión del Edificio Principal. Como se muestra en la tabla 33, el consumo unitario para las actividades de aseo es muy similar, siendo en ambos casos el consumo unitario mayor al que se presenta en los edificios anteriormente comparados. Este resultado varía debido a las áreas que se manejan, el aseo se realiza de forma más intensiva en las sedes más pequeñas, en las cuales la totalidad del área construida pertenece a espacios académicos de uso frecuente.

Tabla 35. Comparación de consumos Edificio Aquinate y Santo Domingo

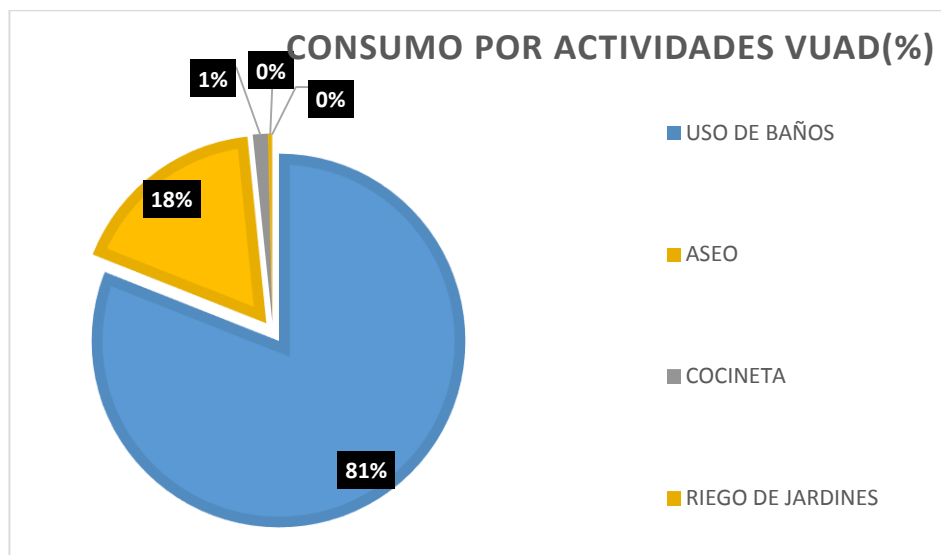
Edificio	Área Total del edificio (m2)	Volumen Actividades (l)	Consumo unitario (l/m2)
Aquinate	3968,28	59529	15,00
Santo Domingo	3842,37	56628	14,74

Fuente: Autoras, 2015.

4.2.5. Consumo por actividad edificio vicerrectoría de universidad abierta y a distancia.

Para el edificio de la VUAD, se determinó que las actividades de uso de baños (gráfica 15), representan el 81% del consumo de agua total en el edificio, lo cual se estimó en un total de 78 m^3 . Por otra parte, se determinó además un consumo elevado de agua durante las actividades de aseo de las instalaciones y baños, la cual representa un 17,38% del consumo total y un estimado de $16,73 \text{ m}^3$ de consumo mensual. Por otra parte, las demás actividades representan únicamente un 1,62 % del total de la demanda hídrica en dicho edificio. Debido a que no se tienen datos de área total del edificio de la VUAD, no es posible estimar el consumo unitario de agua que representan las actividades de aseo, sin embargo se determinó para esta actividad un factor de consumo de 0,5; el cual es muy alto en comparación con los demás edificios.

Gráfica 15. Consumo por Actividades edificio VUAD

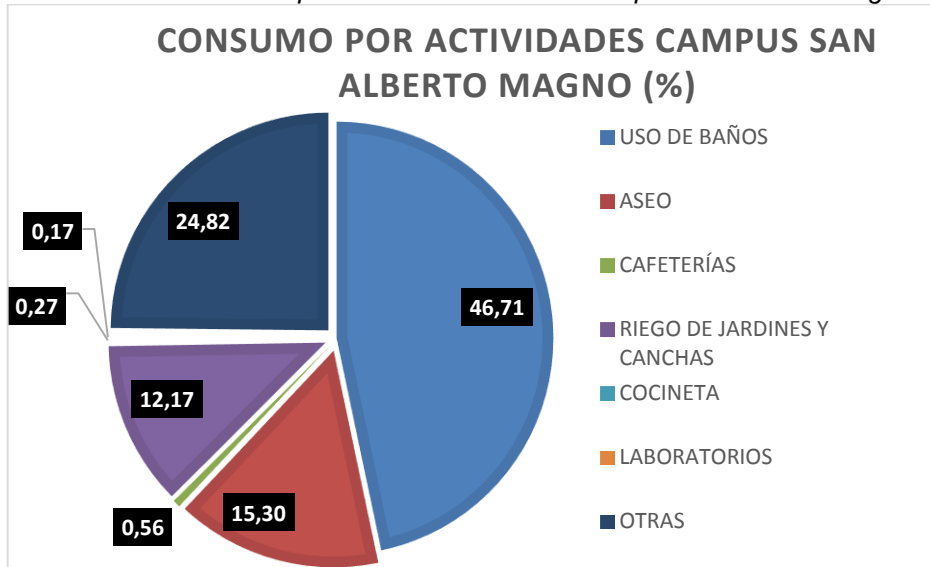


Fuente: Autoras, 2015.

4.2.6. Consumo por actividad Campus San Alberto Magno.

Para el Campus San Alberto Magno, se determinó que las actividades de uso de baños (gráfica 16), representan el 46,71% del consumo de agua total en el edificio, lo cual se estimó en un total de $750,26 \text{ m}^3$, en los cuales se encuentran incluidos el uso de duchas ($119,81 \text{ m}^3$ mensuales), la cual representa una alta demanda debido a los espacios deportivos en el campus. Por otra parte, se determinó además un consumo elevado de agua durante las actividades de aseo, el cual representa un 15,30% de la demanda total de agua con cerca de $245,70 \text{ m}^3$ al mes. Por otra parte, actividades como el uso de cafeterías, riego de jardines, uso de cocinas y otros representan un 38% del total de la demanda hídrica en el campus.

Gráfica 16. Consumo por Actividades edificio Campus San Alberto Magno



Fuente: Autoras, 2015.

El consumo de agua destinado para las actividades de aseo, aunque representa un alto gasto hídrico, es muy bajo en comparación con los edificios que conforman la sede de Bogotá, como se muestra en la tabla 37. El consumo unitario por actividades de aseo en el campus es de 3,31 litros para cada metro cuadrado de las instalaciones. Cabe resaltar que para dicho indicador se restó el área correspondiente a zonas verdes y espacios deportivos como canchas.

Tabla 36. Consumo Unitario Actividades de aseo Campus San Alberto Magno

Campus San Alberto		
Área Total del edificio (m2)	Volumen Actividades (l)	Consumo unitario (l/m2)
148489	245700	1,65

Fuente: Autoras, 2015.

5. DESARROLLO DE LA PASANTÍA- PANORAMA DE RIESGOS AMBIENTALES

Con el fin de realizar la identificación, evaluación y priorización de los riesgos ambientales asociados a las actividades del Campus San Alberto Magno, se tomó como base el documento para la implementación de la metodología UNE 150008: 2008 EX desarrollada por la empresa PT Ingeniería de proyectos S.A. [19]. Debido a la extensión de la metodología desarrollada, esta puede ser consultada en su totalidad en el *Anexo J. "Metodología panorama de riesgos UNE 150008"*. A continuación se describen grosso modo las actividades realizadas en pro del levantamiento del panorama de riesgos ambientales y la posterior formulación del plan de gestión para los mismos:

5.1. Revisión de antecedentes y descripción de la zona.

De acuerdo con la información proporcionada por el administrador del campus y el personal de servicios administrativos se determinó que no existen antecedentes de sucesos asociados al riesgo ambiental en el Campus San Alberto Magno. Sin embargo, se encontró una situación crítica correspondiente al componente hídrico de la zona del campus, debido a que este terreno se encuentra actualmente en un ecosistema de alta importancia ambiental, ya que contempla los humedales Torca y Guaymaral. Actualmente se vienen realizando los vertimientos de aguas residuales del Campus a la ronda de dichos humedales sin ningún tipo de tratamiento.

5.2. Identificación de actividades

Con el fin de identificar las actividades desarrolladas en el Campus San Alberto Magno, las cuales presentaran potenciales riesgos al entorno natural, humano o socioeconómico, se realizaron en primer lugar visitas de inspección a esta sede y recolección del registro fotográfico. Ver *Anexo K. "Registro fotográfico Panorama de Riesgos"*.

A continuación, se presentan el listado de las actividades identificadas en campo como generadoras de potenciales impactos negativos al entorno.

- Estabilización o aclimatación de la temperatura de la piscina
- Filtrado del agua de la piscina
- Almacenamiento de insumos piscina
- Almacenamiento de insumos mantenimiento

- Almacenamiento de equipos de mantenimiento
- Almacenamiento de agua cruda y agua tratada
- Depuración de agua residual
- Almacenamiento de productos de aseo
- Generación de energía planta eléctrica
- Captación de agua del nivel freático
- Segregación en la fuente de residuos no aprovechables
- Almacenamiento de residuos sólidos
- Transporte de residuos ordinarios
- Almacenamiento de residuos aprovechables y otros elementos en desuso
- Disposición de residuos de aceites usados
- Disposición de residuos ordinarios
- Prácticas de laboratorio
- Clases regulares
- Servicio de enfermería
- Servicio de fotocopidora, papelería y miscelánea
- Actividades regulares

Posterior a la identificación de las actividades, se procedió a plantear escenarios de riesgo que se puedan presentar en estas, en las cuales se involucren determinadas sustancias y la presencia de un suceso iniciador, el cual generaría una consecuencia en el entorno.

5.3. Identificación de escenarios de riesgo

A partir de los escenarios se identificó la existencia de un riesgo ambiental según la actividad, tarea, zona de instalación y sustancia involucrada y tipología del riesgo; los principales escenarios identificados fueron los asociados a:

- Fuga, derrame o vertimientos
- Inundación y arrastre de sedimentos
- Incendios forestales
- Inadecuada disposición de residuos
- Desborde del agua contenida en tanques clausurados

5.4. Identificación de sucesos iniciadores

Como principales sucesos iniciadores o causas asociadas a los escenarios propuestos para cada actividad se destacaron los siguientes:

- Errores en el trabajo
- Fallos en instalaciones o equipos
- Falta de mantenimiento.
- Deficiencias en el mantenimiento
- Otros riesgos naturales
- Avería en el equipo
- Fallo humano
- Lluvias torrenciales

5.5. Asignación de probabilidad del escenario de accidente.

En esta etapa de estimación de la probabilidad, se asigna un valor numérico para determinar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos identificados, teniendo como parámetro lo expuesto en la tabla 38:

Tabla 37: Estimación de probabilidad

ESTIMACION DE PROBABILIDAD		
VALOR	PROBABILIDAD	
5	Muy Probable	> una vez al año
4	Alcance Probable	> una vez cada 5 años
3	Probable	> una vez cada 10 años
2	Posible	Entre 10 y 50 años
1	Improbable	> una vez cada 50 años

Fuente: Autoras, 2015.

5.6. Estimación de consecuencias asociadas al escenario de accidente

Una vez estimada la probabilidad de cada uno de los posibles escenarios de accidente, se estimarán los daños o las consecuencias negativas sobre el medio receptor, teniendo en cuenta las consecuencias sobre el entorno natural y el entorno humano y socioeconómico. En las tablas 5, 6 y 7 se establecen los valores a asignar según las características del riesgo en los diferentes entornos.

Tabla 38. Valoración de consecuencias sobre el entorno natural

Sobre el Entorno Natural				
Valor	Cantidad (Ton met)	Peligrosidad	Extensión (Ha)	Calidad del medio
4	Muy alta (>50)	Muy peligrosa	Muy extenso (>50)	Muy elevada (linda directamente con Espacio Natural Protegido)
3	Alta (5-49)	Peligrosa	Extenso (10-49)	Elevada (linda indirectamente con ENP)
2	Poca (0,5-4,9)	Poco peligrosa	Poco Extenso (0,5-9)	Media (ENP a menos de 25 km)
1	Muy poca (<0,5)	No peligrosa	Puntual (<0,5)	Baja (ENP a menos de 25 km)

Fuente: Autoras, 2015.

Tabla 39. Valoración de consecuencias sobre el entorno humano

Sobre el Entorno Humano				
Valor	Cantidad (Tm)	Peligrosidad	Extensión (Ha)	Población afectada
4	Muy alta (>50)	Murtes o efectos irreversibles	Muy extenso (>50)	Más de 100
3	Alta (5-49)	Daños graves	Extenso (10-49)	Entre 25 y 100
2	Poca (0,5-4,9)	Daños leves	Poco Extenso (0,5-9)	Entre 5 y 25
1	Muy poca (<0,5)	Daños muy leves	Puntual (<0,5)	< 5 personas

Fuente: Autoras, 2015.

Tabla 40. Valoración de consecuencias sobre el entorno socio económico

Sobre el Entorno socio económico				
Valor	Cantidad (Tm)	Peligrosidad	Extensión (Ha)	Patrimonio y capital productivo
4	Muy alta (>50)	Muy peligrosa	Muy extenso (>50)	Muy alto
3	Alta (5-49)	Peligrosa	Extenso (10-49)	Alto
2	Poca (0,5-4,9)	Poco peligrosa	Poco Extenso (0,5-9)	Bajo
1	Muy poca (<0,5)	No peligrosa	Puntual (<0,5)	Muy bajo

Fuente: Autoras, 2015.

5.6. Estimación de la gravedad

Por último se realizó una evaluación de la gravedad para los diferentes escenarios mediante las siguientes fórmulas:

Entorno natural GRAVEDAD = CANTIDAD + (2 x PELIGROSIDAD) + EXTENSION + CALIDAD DEL MEDIO

Entorno humano GRAVEDAD = CANTIDAD + (2 x PELIGROSIDAD) + EXTENSION + POB. AFECTADA

Entorno socioeconómico GRAVEDAD = CANTIDAD + (2 x PELIGROSIDAD) + EXTENSION + PATRIMONIO/CAPITAL

5.7. Estimación del riesgo

Teniendo en cuenta la definición de riesgo, y una vez identificados todos los posibles escenarios de accidente y asignada las probabilidades de ocurrencia de los mismos, así como las posibles consecuencias de cada uno de ellos, se procederá a la estimación del riesgo de ocurrencia para cada escenario.

5.8. Priorización del riesgo

A partir de la priorización de los escenarios para los diferentes entornos, se elaboró un consolidado del nivel de riesgo (*Ver Anexo L. Matriz Panorama de Riesgos Ambientales*) esto con el fin de dar una priorización de escenarios. A partir de dicha priorización, se determinaron las actividades que pueden presentar escenarios de riesgo para el medio ambiente, a las cuales se dará prioridad dentro del Plan de Gestión del Riesgo Ambiental debido a su probabilidad y gravedad. Las principales actividades identificadas para intervenir de forma prioritaria fueron:

- Depuración del agua residual
- Filtrado de agua de la piscina
- Almacenamiento de agua cruda y tratada
- Captación de agua del nivel freático

5.9. Formulación del Plan de Gestión del Riesgo Ambiental

A partir de la priorización de los escenarios de riesgo más representativos, asociados a las actividades del Campus San Alberto Magno, se procedió a implementar las medidas de gestión del riesgo para el manejo de las situaciones descritas. Dichas medidas se contemplan en el *Anexo M. "Plan de Gestión del Riesgo para el Campus San Alberto Magno"*.

6. RESULTADOS- PANORAMA DE RIESGOS AMBIENTALES

Con el fin de realizar la identificación, evaluación y priorización de los riesgos ambientales asociados a las actividades del Campus San Alberto Magno, se tomó como base el documento para la implementación de la metodología UNE 150008: 2008 EX desarrollada por la empresa PT Ingeniería de proyectos S.A. [19].

6.1. Estimación de probabilidades

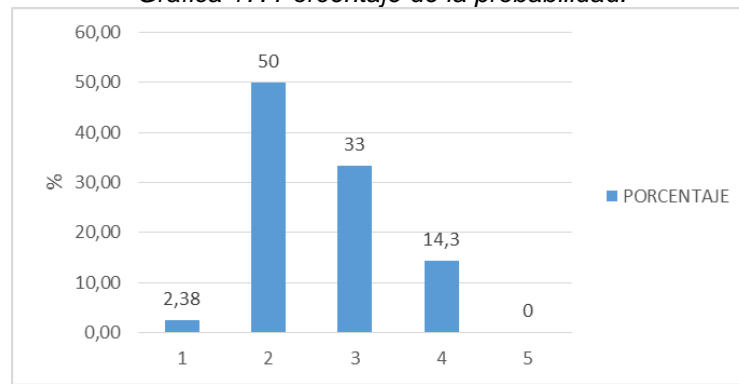
En la tabla 42 se evidencian los resultados para cada escenario en cuanto a su probabilidad de ocurrencia (de 1 a 5, siendo 1 improbable y 5 muy probable). Los mismos se muestran en la gráfica 17, donde se presenta de forma detallada los porcentajes de probabilidad obtenidos posterior a la evaluación del riesgo ambiental de los 42 escenarios identificados producto de las actividades desarrolladas en el campus.

Tabla 41. Estimación de la probabilidad.

Probabilidad	# Escenarios	%
1	1	2,38
2	21	50
3	14	33
4	6	14,3
5	0	0
Total	42	100

Fuente: Autoras, 2015.

Gráfica 17. Porcentaje de la probabilidad.



Fuente. Autoras

Según lo evidenciado en la gráfica 17, la mayoría de escenarios planteados, es decir 21 de ellos (50%), son posibles (2), mientras que 14 de ellos (el 33%) son probables (3), seis de ellos son altamente probables (4) y ninguno de ellos es muy probable.

6.2. Estimación de la gravedad

Para la correcta estimación de la consecuencia dentro de este entorno, fueron asignados valores evaluando cada uno de los escenarios ambientales, de acuerdo a su incidencia en el entorno natural, humano y socio-económico. Los resultados de la gravedad obtenida para cada entorno se presentan a continuación

6.2.1. Entorno Natural.

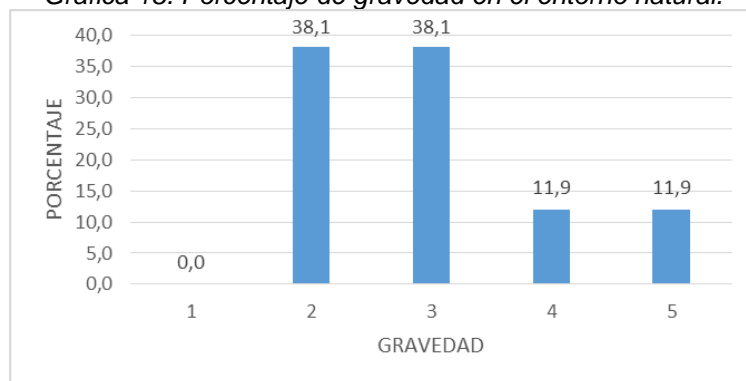
A partir de la evaluación de los efectos sobre el entorno, en cuanto a cantidad, peligrosidad, extensión y calidad del medio, para cada uno de los escenarios planteados se obtuvieron los resultados en la tabla 43.

Tabla 42. Estimación de la gravedad en el Entorno Natural.

Gravedad	# Escenarios	%
1	0	0
2	16	38,1
3	16	38,1
4	5	11,9
5	5	11,9
Total	42	100

Fuente: Autoras, 2015

Gráfica 18. Porcentaje de gravedad en el entorno natural.



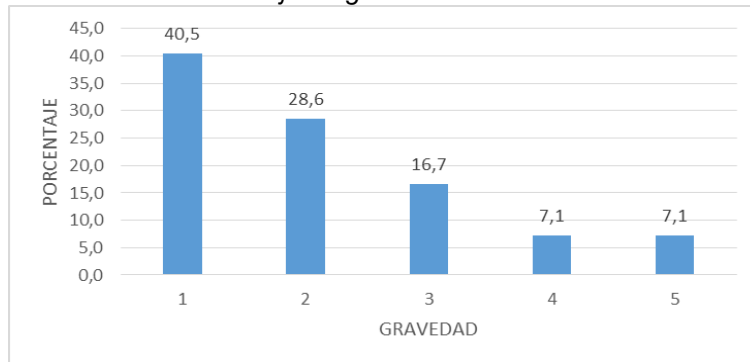
Fuente. Autoras

En la gráfica 18, se presenta de forma detallada los porcentajes de gravedad obtenidos posterior a la evaluación del riesgo ambiental en el entorno natural. Se observa que el porcentaje más alto de gravedad asignado a los escenarios corresponde a gravedad Moderada (**3**) y gravedad leve (**2**) con un 38,1 %, en comparación a los escenarios graves (**4**) y críticos (**5**) con un 11,9% y de la gravedad no relevante (**1**) con un 0%. Con respecto a lo anterior cabe resaltar que existe una incidencia altamente impactante sobre el entorno natural, siendo 10 de los escenarios planteados graves o críticos.

6.2.2. Entorno Humano.

A partir de la evaluación de los efectos sobre el entorno humano, en cuanto a cantidad, peligrosidad, extensión y población afectada; para cada uno de los escenarios planteados se obtuvieron los resultados expresados en la gráfica 19.

Gráfica 19. Porcentaje de gravedad en el Entorno humano.



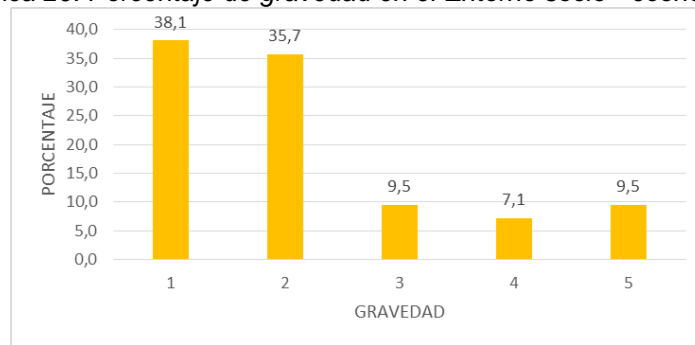
Fuente. Autoras

En la gráfica 13, se presenta de forma detallada los porcentajes de gravedad obtenidos posterior a la evaluación del riesgo ambiental en el entorno humano. Se observa que el porcentaje más alto de gravedad asignado a los diferentes escenarios corresponde a gravedad no relevante **(1)** con un 40,5% seguido de la gravedad leve **(2)** con un 28,6 %, en comparación con la gravedad moderada **(3)** con un 16,7 %, y de la gravedad crítica **(5)** con un 7,1% y de la gravedad "grave" **(4)** con un 7,1%.

6.2.3. Entorno Socio-Económico.

A partir de la evaluación de los efectos sobre el entorno socio-económico, en cuanto a cantidad, peligrosidad, extensión y patrimonio y capital productivo; para cada uno de los escenarios planteados se obtuvieron los resultados expresados en la gráfica 20.

Gráfica 20. Porcentaje de gravedad en el Entorno socio - económico.



Fuente. Autoras

Según lo anterior se observa que el porcentaje más alto de gravedad asignado a los escenarios corresponde a gravedad no relevante (1) con un 38,1 %, seguido de la gravedad leve (2) con un 35,7 %, en comparación a la gravedad moderada (3) y crítica (5) con un 9,5% y de la gravedad "grave" (4) con un 7,1%. Con respecto a estos resultados se puede decir que hay una menor incidencia de los riesgos sobre el entorno socio-económico que puedan de gravedad considerable, sin embargo se debe considerar que el 16,6% de los escenarios puede ser grave o crítico para dicho entorno.

6.3. Priorización de escenarios

A partir de la evaluación, tanto de la probabilidad como de la gravedad de cada uno de los escenarios propuestos en la matriz de riesgo ambiental, se realizó la priorización de estos según su prioridad para atención, los colores en los que se ubican los escenarios van desde el verde (riesgo bajo) hasta el rojo (riesgo muy alto). A partir de la identificación de los escenarios más significativos, , se determinaron las correspondientes medidas de gestión y planes de acción con el fin de minimizar dichos riesgos.

6.3.1. Entorno Natural.

Tal como se puede observar en la figura 23, el único escenario que se encuentran en la priorización de riesgos ambientales en una región de riesgo elevado, señalada con color anaranjado dentro de la gráfica, es el EAN17, asociado a la tarea del almacenamiento de agua cruda y agua tratada.

Figura 23. Priorización de escenarios entorno Natural.

ENTORNO NATURAL					
PROBABILIDAD	5				
	4		EAN26 - EAN28 - EAN29	EAN3 - EAN40	EAN17
	3		EAN22 - EAN27 - EAN30	EAN6 - EAN10 - EAN11 - EAN12 - EAN13 - EAN24 - EAN38	EAN4
	2		EAN7 - EAN9 - EAN19 - EAN20 - EAN21 - EAN23 - EAN32 - EAN35 - EAN36	EAN8 - EAN14 - EAN15 - EAN16 - EAN31 - EAN33 - EAN37	EAN34 - EAN41 - EAN42
	1		EAN2		
		1	2	3	4
GRAVEDAD					

Fuente: Autoras, 2015

6.3.2. Entorno Humano.

Como se evidencia en la figura 24, para este entorno no existen escenarios que representen un riesgo elevado, sin embargo se presentan algunos escenarios dentro de la región de riesgo intermedio, señalada con color anaranjado claro dentro de la gráfica, como son los: EAH17/ EAH24 / EAH25 / EAH5 / EAH18/, los cuales corresponden a las tareas de almacenamiento de agua cruda y tratada, a las actividades de contingencia, al filtrado de agua subterránea y a la depuración del agua residual.

Figura 24. Priorización de escenarios entorno humano.

PROBABILIDAD	5					
	4	<u>EAH3 - EAH26 - EAH28 - EAH29</u>	<u>EAH40</u>	<u>EAH17</u>		
	3	<u>EAH6 - EAH13 - EAH22 - EAH30</u>	<u>EAH4 - EAH10 - EAH11 - EAH12 - EAH27 - EAH38</u>	<u>EAH24</u>	<u>EAH25</u>	<u>EAH5 - EAH18</u>
	2	<u>EAH16 - EAH19 - EAH20 - EAH21 - EAH23 - EAH35 - EAH36</u>	<u>EAH9 - EAH14 - EAH31 - EAH37</u>	<u>EAH1 - EAH7 - EAH8 - EAH15 - EAH33 - EAH34</u>	<u>EAH41 - EAH42</u>	<u>EAH39</u>
	1	<u>EAH2 - EAH32</u>				
		1	2	3	4	5
		GRAVEDAD				

Fuente: Autoras, 2015.

6.3.3. Entorno Socio-Económico.

Como se evidencia en la tabla, para este entorno, el escenario EASE17 se encuentran en una región de riesgo elevada, señalada con color anaranjado dentro de la gráfica. Dicho escenario corresponde a la tarea de almacenamiento de agua cruda y tratada frente a un escenario de desborde de los tanques contenedores.

Figura 25. Priorización de escenarios entorno socio-económico.

PROBABILIDAD	5					
	4	EASE3 - EASE26 - EASE28	EASE29 - EASE40		EASE17	
	3	EASE6 - EASE22 - EASE27 - EASE30	EASE10 - EASE11 - EASE12 - EASE13	EASE4 - EASE24 - EASE38	EASE5 - EASE18 - EASE25	
	2	EASE16 - EASE19 - EASE20 - EASE21 - EASE23 - EASE31 - EASE32 - EASE35	EASE7 - EASE8 - EASE9 - EASE14 - EASE33 - EASE34 - EASE36 - EASE37 - EASE42	EASE15	EASE1 - EASE41 - EASE39	
	1	EASE2				
		1	2	3	4	5
		GRAVEDAD				

Fuente: Autoras, 2015.

A partir de la priorización de los escenarios para los diferentes entornos, se elaboró un consolidado del nivel de riesgo, esto con el fin de dar una priorización de escenarios. Como se muestra en la tabla 40, se evidencia que los escenarios clasificados dentro de un área de riesgo elevada fueron EAN17 y EASE17, los cuales según el código asignado corresponden al entorno natural y socio-económico respectivamente.

Figura 26. Consolidade de priorización del riesgo.

PROBABILIDAD	5					
	4	EAH3 - EAH26 - EAH28 - EAH29 - EASE3 - EASE26 - EASE28	EAN26 - EAN28 - EAN29 - EAH40 - EASE29 - EASE40	EAN3 - EAN40 - EAH17	EAN17 - EASE17	
	3	EAH6 - EAH13 - EAH22 - EAH30 - EASE6 - EASE22 - EASE27 - EASE30	EAN22 - EAN27 - EAN30 - EAH4 - EAH10 - EAH11 - EAH12 - EAH27 - EAH38 - EASE10 - EASE11 - EASE12 - EASE13	EAN6 - EAN10 - EAN11 - EAN12 - EAN13 - EAN24 - EAN38 - EAH24 - EASE4 - EASE24 - EASE38	EAN4 - EAH25	
	2	EAH16 - EAH19 - EAH20 - EAH21 - EAH23 - EAH35 - EAH36 - EASE16 - EASE19 - EASE20 - EASE21 - EASE23 - EASE31 - EASE32 - EASE35	EAN7 - EAN9 - EAN19 - EAN20 - EAN21 - EAN23 - EAN32 - EAN35 - EAN36 - EAH9 - EAH14 - EAH31 - EAH37 - EASE7 - EASE8 - EASE9 - EASE14 - EASE33 - EASE34 - EASE36 - EASE37 - EASE42	EAN8 - EAN14 - EAN15 - EAN16 - EAN31 - EAN33 - EAN37 - EAH1 - EAH7 - EAH8 - EAH15 - EAH33 - EAH34 - EASE15	EAN34 - EAN41 - EAN42 - EAH41 - EAH42 - EASE1 - EASE41	
	1	EAH2 - EAH32 - EASE2	EAN2			
		1	2	3	4	5
		GRAVEDAD				

Fuente: Autoras, 2015.

7. CONCLUSIONES

7.1. Programa de ahorro y uso eficiente del agua

A partir de la elaboración del diagnóstico de los usos del recurso hídrico para la sede en Bogotá de la Universidad Santo Tomás, se determinó que el mayor consumo de agua se ve representado por las actividades llevadas a cabo en el Campus San Alberto Magno, seguido del consumo en el Edificio Principal y el Edificio Dr. Angélico. Mientras que los edificios que representaron un menor consumo fueron el Edificio Aquinate, el edificio Santo Domingo y el edificio de la VUAD, en ese orden, siendo este último el de menor consumo hídrico. Dicho lo anterior, y a pesar de que los edificios presentan consumos de agua considerables, ninguno de ellos presentó una demanda neta mayor a la establecida por el RAS, pero si un consumo comparable al de otras instituciones educativas.

Asimismo, a partir de la estimación del volumen requerido por las diferentes actividades, se determinó que el Campus San Alberto Magno, con una demanda media mensual de $1606,33 \text{ m}^3$, representa un alto consumo hídrico asociado principalmente al uso de baños. Sin embargo, las actividades de mantenimiento de la piscina, riego de jardines y canchas y actividades, representan también un porcentaje representativo del consumo global del Campus.

De igual manera se pudo concluir que el Edificio Principal presenta un alto consumo hídrico asociado principalmente al uso de baños. Lo anterior debido a que los baños identificados como puntos críticos, además de presentar un alto flujo de usuarios, poseen instalaciones hídricas obsoletas, las cuales representan un alto consumo de agua. Por otra parte se encontró que, a raíz del cambio de algunas de las unidades sanitarias y lavamanos, por unas de tipo ahorrador, se generó una reducción de $246,25 \text{ m}^3$ en el consumo anual para el mes de Octubre del año 2015, año en el cual se realizaron dichas adaptaciones.

Con base en el diagnóstico de la demanda hídrica para el Edificio Dr. Angélico se calculó que, para la actividad de uso de baños, se consumen aproximadamente $219,83 \text{ m}^3$ menos que en el uso de baños dentro del Edificio Principal. Dicha diferencia refleja el hecho de que el 94,5% de las instalaciones sanitarias son de tipo ahorrador e implementan sistemas para la optimización del uso del agua como aireadores y sensores de movimiento. Por otra parte se observó que existe un menor consumo de agua, asociado a las actividades de aseo. Dicho comportamiento sugiere una correlación entre el consumo para esta actividad y la conciencia de ahorro del agua, inculcado al personal del Edificio Dr. Angélico.

En cuanto al uso del agua en el Edificio Aquinate, este presenta la menor demanda neta (l/estudiante/jornada) en comparación con los otros edificios. Lo anterior debido

a que las instalaciones son relativamente pequeñas, y con un menor flujo de personal. Adicionalmente las instalaciones cuentan con sistemas de ahorro y optimización en el uso del agua como sensores de movimiento y aireadores.

En el caso de los edificios de menor demanda hídrica, es decir el edificio Santo Domingo y VUAD se observó que, a pesar de representar el menor consumo promedio mensual, presentan las instalaciones hidráulicas más obsoletas y no emplean ningún tipo de tecnología de ahorro y uso eficiente del agua. Por lo que su bajo consumo se debe únicamente a la baja circulación de personas en dichos edificios. Dado lo anterior, se puede afirmar que al emplearse técnicas de reducción de caudales, se podría reducir significativamente más la demanda por parte de estos.

Por otro lado, en cuanto a los vertimientos generados por la sede de Bogotá de la Universidad Santo Tomás, se pudo concluir que para los edificios Dr. Angélico, Aquinate, Santo Domingo y VUAD, se disponen únicamente aguas residuales domésticas, productos de las actividades de usos de baños, aseo y cocinas, las cuales son evacuadas correctamente gracias a que las instalaciones se encuentran provistas de sistema de alcantarillado y no representan un impacto ambiental considerable. Sin embargo, se evidenció en el Edificio Principal y el Campus San Alberto Magno, que no se maneja en estos un protocolo de los reactivos utilizados en laboratorio, los cuales en su mayoría clasifican como sustancias peligrosas. Especialmente en el caso del campus, esto representa un factor de riesgo debido a que en este no se cuenta con una infraestructura adecuada para la disposición o tratamiento de residuos líquidos y la zona de estudio posee una importancia ecológica alta. En el caso de estos edificios, se incurre en un incumplimiento normativo, según la resolución 631 de 2015, debido a que no se posee una caracterización o registro de los vertimientos y no se cuenta con el respectivo permiso de vertimientos para el caso del Campus.

Finalmente, con respecto a la formulación del Programa de Ahorro y Uso eficiente del agua, se puede concluir que los factores más importantes, al momento de realizar el diagnóstico de consumos de agua, son el acceso a la información de la demanda (usuarios del sistema) y la medición de los caudales unitarios por actividad. Mientras que, con respecto a las soluciones planteadas, se evidenció una efectividad en cuanto al uso de dispositivos ahorradores de agua y de optimización de caudales, como un componente viable y de fácil implementación que actualmente representa ahorros visibles a la institución e impulsan al buen uso del agua por parte de los usuarios. Por su parte, el componente de capacitaciones y campañas ambientales, viene a jugar un papel fundamental en la solución que pretende dar el PAUEA, ya que al incorporar prácticas de ahorro y uso eficiente del agua en su vida diaria, los usuarios serán capaces de responder de forma proactiva, tanto dentro como fuera de las instalaciones, a la situación de escasez de agua que enfrenta el mundo.

7.2. Plan de gestión de riesgo ambiental

Por medio de la pasantía desarrollada fue posible formular el Plan para la Gestión del Riesgo Ambiental para el Campus San Alberto Magno, mediante el cual se determinó que existieron falencias al momento de la planeación desarrollada para la construcción de las instalaciones de dicha sede y que, debido a la ubicación y a las condiciones de humedad en la zona del campus, los riesgos más representativos se encuentran asociados a lo que respecta a la captación, almacenamiento y disposición del recurso hídrico.

Mediante la aplicación de la metodología UNE 150008, para la evaluación y priorización de riesgos ambientales, fue posible identificar los escenarios de riesgo asociados a las actividades desarrolladas en el Campus San Alberto Magno. Dichas actividades estuvieron principalmente asociadas al uso y mantenimiento de maquinaria y equipos; al transporte, almacenamiento o manipulación de sustancias peligrosas y residuos sólidos; a las tareas de almacenamiento y disposición de agua, y a factores externos que pudieran verse fomentados por las características especiales del terreno del Campus. Asimismo, los escenarios de riesgos planteados para dichas actividades correspondieron a situaciones, en condiciones fuera de lo normal, las cuales pudieran afectar de forma directa o indirecta el entorno natural, socioeconómico o humano.

A partir de la correspondiente evaluación y priorización de los riesgos a gestionar dentro del Plan de Gestión del Riesgo Ambiental, fue posible identificar como el escenario de mayor riesgo a aquel asociado a la inundación, arrastre de sedimentos y sustancias tóxicas durante el almacenamiento de agua subterránea. Dicho riesgo se vio potenciado especialmente por las características del nivel freático en la zona y por la falta de infraestructura para la contención del agua captada, especialmente en la zona de máquinas de la piscina. De igual forma se priorizaron los riesgos asociados a los vertimientos realizados por el Campus, ya que actualmente no se cuenta con una infraestructura para el tratamiento o disposición de los residuos líquidos generados en las actividades rutinarias, de mantenimiento o como producto de las prácticas de laboratorio realizadas en las instalaciones. Adicionalmente, se consideraron como otros riesgos potencialmente significativos, aquellos asociados a la contaminación de suelo y aguas por infiltración de sustancias peligrosas, y la generación de incendios forestales.

8. RECOMENDACIONES

8.1. Programa de ahorro y uso eficiente del agua

Como recomendación principal se tiene que se efectúe la ejecución y seguimiento del Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua, junto con los planes de acción planteados en el presente documento para el quinquenio 2016- 2020, así como el seguimiento y monitoreo de las variables que permitan la actualización del mismo de forma anual y su reforma al término de la vigencia del programa.

Por otra parte, con respecto al plan para la reconversión de unidades de distribución hídrica para la actividad de uso de baños, se recomienda realizar dicha conversión, siguiendo las recomendaciones expresadas en el *Anexo N. "Propuesta Económica cambio de baños Universidad Santo Tomás"*.

Debido al aumento significativo en la demanda de agua en el Campus San Alberto Magno, asociado a la remodelación de la piscina semiolímpica, se recomienda a la administración de dicha sede realizar un seguimiento a dicha situación y específicamente al comportamiento mensual de la demanda, ya que aparentemente se desconoce el motivo de tan alto consumo en el último año. Lo anterior con el fin de identificar posibles fugas o salidas de agua no deseadas en las diferentes actividades, lo cual también puede evitarse mediante el control de los consumos mensuales de agua.

Por otra parte, se recomienda al Departamento de Planta Física, que asegure la elaboración un mapa de redes hidrosanitarias, en colaboración con la Empresa de Acueducto de Bogotá. Esto permitiría una mejor planeación al momento de realizar mantenimientos o modificaciones a los diferentes suministros y fuentes de abastecimiento de agua.

Adicionalmente se recomienda al Departamento de Servicios Administrativos de la Universidad Santo Tomás continuar con el seguimiento a los servicios públicos, tal como se ha venido haciendo desde el año 2014. Así como también se recomienda a este acceder a los registros de ingresos y salidas generados por los torniquetes, con el fin de mejorar el control y generación de información valiosa, en cuanto a la población fija y flotante que ingresa y permanece diariamente en las instalaciones.

En cuanto a la propuesta para caracterizar los vertimientos generados en el Edificio Principal y el Campus San Alberto Magno al Departamento de Planta Física de la universidad, el paso a seguir es que se dé la aprobación a dicha caracterización, y se asigne el muestreo y caracterización a un laboratorio certificado por el IDEAM para la identificación de sustancias con características o cantidades que puedan

hacer de los vertimientos objeto de penalización por parte de la autoridad ambiental competente.

Por otra parte es importante formalizar la disposición de residuos líquidos provenientes de los laboratorios del Edificio Principal y del Campus San Alberto Magno, de tal forma que se establezca un protocolo de almacenamiento y disposición de estos como residuo peligroso, con el fin de que dichos residuos líquidos no requieran la expedición de un permiso de vertimientos y que, en lugar de eso, se reconozcan estos como vertimientos de tipo doméstico mediante un registro de vertimientos, el cual debe ser tramitado ante la Secretaría Distrital de Ambiente.

Por último, para tener en cuenta en futuros diagnósticos de la oferta hídrica, como base para la elaboración de los PAUEA, independiente del tipo de actividad que se realice por parte de la empresa, se recomienda hacer uso de micro medidores por actividades o implementar un sistema de monitoreo mediante micro medidores portátiles para medir caudales unitarios de consumo por unidad de suministro hídrico, así como también para detectar posibles fugas o salidas alternas de agua.

8.2. Plan de gestión de riesgo ambiental

Como recomendaciones principales, se sugiere al Campus San Alberto Magno de la universidad Santo Tomás actualizar, adecuar y ajustar el Plan para la Gestión del Riesgo Ambiental planteado en el presente trabajo. Esto a fin de que las medidas y recomendaciones planteadas en este, se apliquen a diversos proyectos cuyo alcance sea compatible.

Por otra parte, se recomienda generar un seguimiento a partir de datos y registros fotográficos en donde se consignen todas las situaciones potencialmente peligrosas que se puedan presentar con respecto al tanque clausurado de la planta de tratamiento de aguas residuales, identificado como la actividad de mayor riesgo, de manera que se facilite prescribir un tratamiento y poder responder adecuadamente ante una emergencia. De igual manera esta medida debe estar acompañada de la socialización de los riesgos identificados en cada uno de los entornos, al personal que labora en la institución se le debe instruir a partir de capacitaciones bimensuales con respecto al manejo y respuesta ante una emergencia.

Por último, se relaciona de igual manera en este apartado la necesidad de una caracterización de los vertimientos realizados por el Campus San Alberto Magno, esto con el fin de asegurar que las características o cantidades de las sustancias de interés ambiental, presentes en los vertimientos, no sean objeto de penalización por parte de la autoridad ambiental competente, por incumplimiento a la resolución 631 de 2015.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Congreso de Colombia, *Ley 373 de 1997*, 1997.
- [2] ECODES, «Recopilación, análisis y evaluación de experiencias,» Manual de Buenas Prácticas, Valencia - España, 2012.
- [3] M. Laporte, M. Maddaus y W. Maddaus, *Four Years Later: Successes and Challenges for the Water Conservation Program at Stanford University*, San Francisco: Stanford University, 2005.
- [4] C. D. Trujillo Cardona y J. F. Sarmiento Ocampo, *Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio Facultad de Ciencias Ambientales- Universidad Tecnológica de Pereira*, Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.
- [5] G. P. Bernal González, E. A. Bocanegra Tapiero y D. A. Rodríguez Rodríguez, *FORMULACIÓN DEL PROGRAMA DE AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA PARA EL CLUB DE GOLF DE LA UNIVERSIDAD MANUELA BELTRÁN*, Bogotá: Universidad Manuela Beltrán, 2015.
- [6] J. A. Romero, R. A. Moré Jaramillo y L. Á. Luna, «Ahorro y uso responsable del agua en el sistema institucional de gestión ambiental SAURA en la Universidad El Bosque,» *Journal Technology*, vol. 12, nº 1, pp. 20 - 44, 2012.
- [7] Asociación Española de Normalización y Certificación AENOR, *Norma UNE 150008: 2008 EX*, Madrid, 2008.
- [8] J. M. Hurtado, «Plan de Emergencias y Riesgos de la Universidad de Quindío,» Departamento de Gestión Ambiental, Quindío, 2013.
- [9] S. L. Rueda Martínez, *Plan de Emergencia y Contingencias Universidad La Salle*, Bogotá: Universidad La Salle, 2011.
- [10] C. Osorio, «Pontificia Universidad Javeriana Bogotá,» Plan de Emergencia y Contingencia, 12 Octubre 2014. [En línea]. Available: <http://www.javeriana.edu.co/dir-recursos-fisicos/plan-de-emergencias>. [Último acceso: 20 Junio 2015].

- [11] E. I. Diaz Santos, «Plan de emergencias y contingencia Escuela de Artes y Letras Institución Universitaria,» Vicerrectoría de Bienestar, Bogotá, 2012.
- [12] R. A. u. Eduardo Orlando Ojeda, «Informe Nacional Sobre la Gestion del Agua en Colombia,» Tiempo Nuevo, Bogotá, 2000.
- [13] E. A. I. Páez, «El consumo de agua en Bogotá,» Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, 2014.
- [14] E. A. Idárraga Paez, *El consumo de agua en Bogotá: Una revisión comparativa con otras ciudades principales de América Latina*, Universidad Militar Nueva Granada, 2013.
- [15] Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico, «Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (Título B),» Bogotá, Colombia, 2010.
- [16] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), *Guía técnica colombiana GTC 104*, Bogotá, 2009.
- [17] Centro Nacional de Producción Más Limpia, *Guía de Ahorro y Uso Eficiente del Agua*, Ministerio del Medio Ambiente, 2002.
- [18] L. M. Moreno Corrales, «Diseño de instalaciones de máxima eficiencia en piscinas climatizadas,» 2012. [En línea].
- [19] PT Ingeniería de proyectos S.A.S, «Procedimiento para identificar, evaluar y priorizar riesgos ambientales por medio de la metodología UNE 15008: 2008,» 2014.