

Formulación del programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Universidad Católica de
Manizales

Leidy Camila Betancourt Rojas
Código 0T820132056
Estudiante de Ingeniería Ambiental

William Alejandro Rodriguez Villalba
Código 0T820132045
Estudiante de Ingeniería Ambiental

Universidad Católica de Manizales
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Programa de Ingeniería Ambiental
Manizales, Caldas

2019

Formulación del programa de ahorro y uso eficiente del agua en la Universidad
Católica de Manizales

Leidy Camila Betancourt Rojas

Código 0T820132056

Estudiante de Ingeniería Ambiental

William Alejandro Rodriguez Villalba

Código 0T820132045

Estudiante de Ingeniería Ambiental

Propuesta de trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero ambiental en modalidad de semillero de investigación

Tutor

Alejandro Rincón Santamaria

Universidad Católica de Manizales
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Programa de Ingeniería Ambiental
Manizales, Caldas

2019

Agradecimientos

Agradecemos a Dios por darnos el don de la vida y permitir culminar parte de nuestro de nuestro proyecto de vida, a nuestras familias por ser parte fundamental para el desarrollo de nuestra carrera universitaria y darnos la motivación, fuerza y valentía para la obtención de nuestro título universitario.

A los docentes y directivos del programa de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Manizales por habernos compartido cada uno de sus conocimientos en el transcurso de nuestra carrera universitaria, ya que son el eje de partida para enfrentarnos al mundo laboral; de manera especial al docente Alejandro Rincón Santamaria tutor de este proyecto de grado, quien con su conocimiento nos ha guiado con la mayor paciencia y apoyo.

Resumen

El presente trabajo tiene la finalidad de generar un análisis cualitativo y cuantitativo de los componentes que se desarrollan dentro del programa de uso eficiente y ahorro del agua en la Universidad Católica de Manizales, siguiendo los lineamientos establecidos en la ley 373 de 1997 "Por el cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua". Así mismo hace énfasis en la necesidad de contar con estrategias como medio para alcanzar los objetivos del programa.

La Universidad Católica de Manizales es una institución de educación superior colombiana, de carácter católico ubicada en la ciudad de Manizales, Caldas. En la actualidad cuenta con 12 programas de pregrado, 12 posgrados y 29 programas de educación continuada en las facultades de Ciencias de la Salud, Educación, Ingeniería y Arquitectura y Humanidades, Ciencias Sociales y Administración, en modalidad presencial, a distancia y virtual.

Actualmente la universidad cuenta con diferentes áreas físicas tales como gimnasio, piscina, baños, laboratorios, cafetería, áreas deportivas, las cuales están distribuidas en 6 bloques que serán base fundamental para el desarrollo del proyecto.

La metodología que se utilizó para recopilar los datos necesarios para el desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro del agua fue establecer el diagnóstico, donde se recopiló información secundaria acerca de indicadores, estado de unidades sanitarias, y cartografía. Con base a lo anterior se plantea una revisión bibliográfica donde se propagan estrategias y metodologías viables para el posterior desarrollo del programa.

El programa de uso eficiente y ahorro del agua que se propondrá para la Universidad Católica de Manizales tiene el objetivo de generar alternativas que al ser implementadas hagan un cambio diferenciador a los consumos y desperdicios con los que puede contar la universidad hoy en día, para garantizar la disponibilidad del recurso hídrico no solo para la universidad sino para la ciudad de Manizales.

Palabras claves: Recurso hídrico, Ahorro, Indicadores, Uso eficiente

Abstract

The present work has the purpose of generating a qualitative and quantitative analysis of the components that are developed within the plan of efficient use and saving of water in the Catholic University of Manizales, following the guidelines established in the law 373 of 1997 "By which the program for the efficient use and saving of water is established ". It also emphasizes the need to have strategies as a means to achieve the objectives of the program.

The Catholic University of Manizales is a Colombian higher education institution of Catholic character located in the city of Manizales, Caldas. Currently, it has 12 undergraduate programs, 12 postgraduate programs and 29 continuing education programs in the faculties of Health Sciences, Education, Engineering and Architecture and Humanities, Social Sciences and Administration, in face-to-face, distance and virtual.

Currently the university has different physical areas such as gymnasium, swimming pool, bathrooms, laboratories, cafeteria, sports areas, which are distributed in 6 blocks that will be fundamental basis for the development of the project

The methodology that was used to collect the data necessary for the development of the efficient use and water saving plan was to establish the diagnosis, where secondary information about indicators, state of health units, and cartography was collected. Based on the above, a bibliographic review is proposed where viable strategies and methodologies are propagated for the subsequent development of the plan.

The plan of efficient use and saving of water that will be proposed for the Catholic University of Manizales has the objective of generating alternatives that when implemented make a differentiating change to the consumptions and waste with which the university can count today, to guarantee the availability of water resources not only for the university but for the city of Manizales.

Keywords: Water resource, Savings, Indicators, Efficient use

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. OBJETIVOS	4
3.1. OBJETIVO GENERAL.	4
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	4
4. METODOLOGÍA	5
5. MARCO NORMATIVO	6
6. DIAGNOSTICO	9
6.1. DEMANDA HÍDRICA	10
6.2. CONSUMOS DE AGUA EN LA UCM	13
6.2.1. <i>Consumo de agua semestral.</i>	14
6.2.2. <i>Valor total por metros cúbicos consumidos anualmente</i>	15
6.2.3. <i>Valor a pagar por consumo de agua</i>	16
6.3. ESTIMACIÓN PER-CÁPITA	17
6.4. EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES	21
7. INDICADORES UCM	32
7.1. DESARROLLO DE INDICADORES	32
7.1.1. <i>Puntos críticos</i>	34
7.1.2. <i>Determinación consumo per-cápita año 2018 y 2019 - I</i>	35
7.2. INDICADORES PLANTEADOS	38
7.2.1. <i>A nivel técnico y de operación.</i>	38
8. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	41
8.1. UNIVERSIDAD DE WESTERN MICHIGAN	41
8.2. UNIVERSIDAD DE ALCALA.....	43
8.3. UNIVERSIDAD DE KEELE.....	43
8.4. UNIVERSIDAD DE OXFORD.....	44
9. MATRIZ DOFA	45
10. FORMULACIÓN DE ESTRATEGIAS	47
10.1. BEBEDEROS UCM.....	47
10.1.1. <i>Encuestas a estudiantes, profesores y administrativos de la UCM</i>	49
10.1.2. <i>Ubicación de bebederos</i>	57
10.1.3. <i>Costos económicos</i>	59

10.2.	APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA EN LA UCM	65
10.2.1.	<i>Calculo de volumen de agua en el Bloque E.....</i>	70
10.2.2.	<i>Usos para el agua lluvia captada</i>	72
10.2.3.	<i>Componentes del diseño del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias</i>	72
10.2.4.	<i>Ahorro en los consumos de agua.....</i>	75
10.2.5.	<i>Materiales</i>	76
10.3.	IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE BAJO CONSUMO Y MICROMEDIDORES.....	77
10.3.1.	<i>Análisis costo/beneficio.....</i>	81
11.	CONCLUSIONES.....	85
12.	RECOMENDACIONES.....	87
13.	REFERENCIAS	88

Índice de figuras

FIG. 1 CONSUMO DE AGUA PARA USO ESCOLAR	10
FIG. 2 CUADRO MAESTRO DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA	11
FIG. 3 CONTADOR UCM CON FUGA	12
FIG. 4 CONSUMOS DE AGUA EN LA UCM 2016-2018	13
FIG. 5 CONSUMO DE AGUA EN M3	15
FIG. 6 CONSUMO DE AGUA ANUAL	15
FIG. 7 VALOR A PAGAR POR SEMESTRES.....	17
FIG. 8 BAÑOS PARQUEADEROS.....	28
FIG. 9 BAÑOS Y LAVAMANOS CENTRO SOCIAL.....	28
FIG. 10 BAÑOS Y LAVAPLATOS UCM SALUDABLE.....	29
FIG. 11 ESTILO SANITARIOS, LAVAMANOS Y ORÍNALES.....	29
FIG. 12 ESTILO DE POCETA Y ESTILO DE BAÑOS UMA	29
FIG. 13 LAVAMANOS 4TO PISO, LAB. MICROBIOLOGÍA CLÍNICA, LAB. BIOLOGÍA MOLECULAR	30
FIG. 14 LAB. BIOLOGÍA Y QUÍMICA, LAB. MICROBIOLOGÍA INDUSTRIAL, LAB. 508	30
FIG. 15 LAB. DE INVESTIGACIÓN, CALER, LAB. BIOQUÍMICA CLÍNICA	30
FIG. 16 LAB. DE INMUNOHEMATOLOGÍA.....	30
FIG. 17 ESTILO DE BAÑOS SEGUNDO Y TERCER PISO.....	31
FIG. 18 LAVANDERÍA, PRIMER PISO POSGRADOS.....	31
FIG. 19 ESTILO DE LAVAMANOS, DE BAÑO, BAÑOS DE DISCAPACITADOS.....	31
FIG. 20 ESTILO DE BAÑOS DE DAMA, BAÑO CABALLEROS, DE LAVAMANOS	32
FIG. 21 DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES SANITARIAS	32
FIG. 22 PORCENTAJE DE LLAVES CON DAÑOS	33
FIG. 23 UBICACIÓN DE FUGAS	33
FIG. 24 TIPO DE SANITARIOS	34
FIG. 25 LUGAR DE TOMA DE MUESTRA, BACTERIAS ENCONTRADAS EN PISO	48
FIG. 26 ENCUESTAS REALIZADAS	49
FIG. 27 TIPO DE POBLACIÓN ENCUESTADA.....	50
FIG. 28 ANÁLISIS PREGUNTA N°1.....	51
FIG. 29 ANÁLISIS PREGUNTA N° 2.....	52
FIG. 30ANÁLISIS PREGUNTA N° 3.....	53
FIG. 31 ANÁLISIS PREGUNTA N° 4.....	54
FIG. 32 ANÁLISIS PREGUNTA N° 53.....	55
FIG. 33 ANÁLISIS PREGUNTA N° 6.....	56
FIG. 34 UBICACIÓN DE BEBEDEROS 1 Y 2	57
FIG. 35 FIG. 55 UBICACIÓN DE BEBEDEROS 3.....	58
FIG. 36 UBICACIÓN DE BEBEDERO 4	58
FIG. 37 ESTACIÓN QUEBRADA OLIVARES	67
FIG. 38 HISTORIAL DE PRECIPITACIONES.....	69

FIG. 39 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA TÍPICOS	70
FIG. 40 COEFICIENTE K	75

Índice de tablas

TABLA 1 DOTACIÓN NETA MÁXIMA	9
TABLA 2 MEDIDORES DE CONSUMO	11
TABLA 3 PROMEDIO CONSUMO 2018 POR CONTADOR.....	12
TABLA 4 M3 CONSUMIDOS 2016-2018.....	14
TABLA 5 CONSUMO DE AGUA EN M3.....	14
TABLA 6 CONSUMO DE AGUA ANUAL	15
TABLA 7 VALOR A PAGAR POR SEMESTRE	16
TABLA 8 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2016 I	17
TABLA 9 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN M3 2016 I.....	18
TABLA 10 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN LITROS 2016 I	18
TABLA 11 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2016 II	18
TABLA 12 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN M3 2016 II.....	19
TABLA 13 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN LITROS 2016 II	19
TABLA 14 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2017 I	19
TABLA 15 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN M3 2017 I.....	19
TABLA 16 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN LITROS 2017 I	20
TABLA 17 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2017 II	20
TABLA 18 ESTIMACIÓN PER CÁITA EN M3 2017 II.....	20
TABLA 19 ESTIMACIÓN PÉR CÁPITA DE 2017 II	20
TABLA 20 ESTADO ACTUAL DE LAS UNIDADES DE CONSUMO DE AGUA	22
TABLA 21 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2018 I	35
TABLA 22 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN M3 2018 I.....	35
TABLA 23 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN LITROS 2018 II	35
TABLA 24 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2018 II	36
TABLA 25 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN M3 2018- II.....	36
TABLA 26 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN LITROS 2018- II	36
TABLA 27 POBLACIÓN ESTUDIANTIL 2019 I	36
TABLA 28 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN M3 2019- I.....	37
TABLA 29 ESTIMACIÓN PER CÁPITA EN LITROS 2019- I	37
TABLA 30 CONSUMO PER CÁPITA UCM Y SEGÚN RAS	37
TABLA 31 FUGAS CONTROLADAS	38
TABLA 32 COBERTURA DE MICROMEDIDORES DE AGUA	39
TABLA 33 CAMBIO DE INFRAESTRUCTURA	39
TABLA 34 REGISTRO DE CONSUMO	40
TABLA 35 PERSONAS CAPACITADAS	40
TABLA 36 MATRIZ DOFA.....	45
TABLA 37 TIPO DE POBLACIÓN	49
TABLA 38 RESULTADOS PREGUNTA N° 1	50
TABLA 39 RESULTADOS PREGUNTA N°2	51

TABLA 40 RESULTADOS PREGUNTA N° 3	52
TABLA 41 RESULTADOS PREGUNTA N°4	53
TABLA 42 RESULTADOS PREGUNTA N° 5	54
TABLA 43 RESULTADOS PREGUNTA N° 6	55
TABLA 44 COORDENADAS GEOGRÁFICAS DE BEBEDEROS	59
TABLA 45 COTIZACIÓN DE BEBEDEROS.....	59
TABLA 46 ÁREA DISPONIBLE EN M2 POR BLOQUE.....	66
TABLA 47 INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA	67
TABLA 48 CAPACIDAD DE CAPTACIÓN DE AGUA EN LA UCM	68
TABLA 49 CALCULO DE VOLUMEN DE ABASTECIMIENTO.....	71
TABLA 50 AHORRO ECONÓMICO.....	75
TABLA 51MATERIALES.....	76
TABLA 52 IMPLEMENTOS TECNOLÓGICOS DE BAJO CONSUMO	78
TABLA 53 CAUDAL FUGAS	81

1. Introducción

El uso eficiente y ahorro del agua a nivel mundial se ha convertido en una necesidad crucial para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, considerándolo como un “recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el ambiente”, teniendo en cuenta que su “gestión debe basarse en un enfoque participativo, involucrando a usuarios, planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles” (Conferencia internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, Dublín 1992), el uso eficiente del agua implica entre otros, caracterizar la demanda del agua (cualificar y cuantificar) por parte de los diferentes usuarios y analizar los hábitos de consumo para emprender acciones dirigidas hacia cambios que optimicen su uso, así como a la promoción de prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación. (MinAmbiente, 2019)

En el año 1997 se expidió la Ley 373 por la cual se establece el “Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua”; entendiendo este programa como un conjunto de proyectos y acciones dirigidas que platean y deben implementar los usuarios del recurso hídrico, allí establecidos, para hacer un uso eficiente del agua (MinAmbiente, 2019)

Por otra parte, en el año 2010 el entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial expidió la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, la cual los principios, objetivos y estrategias para el manejo del recurso hídrico en el país, la cual establece como principio 6 “Ahorro y uso eficiente: el agua dulce se considera un recurso escaso y, por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente”. (MinAmbiente, 2019)

De acuerdo al Decreto 3570 de 2011, artículo 18 numeral 2, se establece como responsabilidad de la Dirección de Gestión Integral del Recurso Hídrico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible dirigir las acciones destinadas a

velar por la gestión integral del recurso hídrico, a fin de promover la conservación y el aprovechamiento sostenible del agua. (MinAmbiente, 2019)

aproximadamente 1.000 millones de personas en la actualidad sufren la carencia de agua en el mundo. Para el 2025 UNESCO estima que dicha cantidad va a crecer hasta 3.000 millones. La escasez de agua es particularmente crítica en el Norte de China, Norte de África y Este de Asia. UNESCO, 2006. Se concluye entonces que el uso eficiente y ahorro del agua es fundamental para el desarrollo natural de todas las actividades, ya que plantea estrategias que disminuyen el consumo exagerado de este recurso no renovable dentro de las instalaciones de la Universidad Católica de Manizales. (Unesco, 2017)

2. Justificación

En la actualidad el consumo excesivo del agua, y la creciente demanda de la población por este recurso para el adecuado desarrollo de las actividades industriales, agropecuarias, educativas y suplir necesidades básicas están generando grandes problemáticas y escases que día a día se hace más notoria, “la cantidad de agua dulce en el planeta tierra no supera el 2,5% y de este tan solo el 0,12% puede ser potabilizada, según informes científicos, ciertos continentes ya empiezan a sufrir el desgaste hídrico” (Unesco, 2015) del consumo exagerado de los seres humanos, por tal motivo es indispensable establecer medidas que disminuyan el consumo de agua.

La Universidad Católica de Manizales actualmente no cuenta con un programa de ahorro y uso eficiente del agua el cual maneje el recurso hídrico de manera sostenible y responsable que ayude a mejorar las condiciones ambientales de la universidad, debido a lo anterior se realizara un diagnostico general en cuanto al recurso hídrico, donde se inspeccionan las instalaciones donde se genere un consumo de agua, determinando su estado, dicho diagnostivo ayudara a determinar consumos exagerados, puntos criticos, posibles cambios en las unidades fisicas (sanitarias), para posteriormente generar alternativas economicas y ambientalmente viables que contribuyan a los consumos de agua sostenibles dentro de la universidad.

El diagnostico actualizado y detallado que se genera servirá para futuras investigaciones de tipo técnico que se puedan desarrollar en la universidad y las alternativas propuestas en este proyecto podrán ser implementación posteriormente, pues dichas alternativas estarán enfocadas en las necesidades actuales de la universidad, y a partir de ello generar una disminución de la huella hídrica, mitigar y disminuir los impactos asociados a consumos exagerados del agua y reducción de costos pagados por la universidad a la empresa prestadora de servicios públicos de Manizales (Aguas de Manizales) por consumo de agua.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general.

Formular el programa de uso eficiente y ahorro del agua en la Universidad Católica de Manizales.

3.2. Objetivos específicos.

- Realizar el diagnóstico sobre el uso de agua en la UCM.
- Desarrollar indicadores para la estimación del consumo del recurso hídrico en la UCM.
- Proponer estrategias de uso y ahorro eficiente del recurso hídrico.

4. Metodología

Para el desarrollo de esta fase se inició con la recolección de datos de consumo de agua existentes en la UCM los cuales fueron desarrollados por estudiantes y docentes, además se inició la búsqueda de nueva información necesaria para realizar un diagnóstico completo y específico sobre el uso de agua en la universidad, en base a los datos suministrados se tuvo en cuenta la normatividad vigente y demás material necesario referente al uso eficiente y ahorro del agua, por último, se realizó una evaluación general del estado de cada una de las instalaciones donde se generan consumos de agua en la UCM.

FASE II

En esta fase se realizó una revisión de fuentes confiables como “*Google académico*”, “*Ambientalex*”, “*Sciencedirect*”, entre otras; en las cuales se tendrán en cuenta estudios sobre el uso eficiente y ahorro del agua, creación de estrategias para la disminución de consumos de agua y creación de indicadores que se hayan realizado en universidades a nivel nacional, con el fin de adaptarlas a las necesidades de la UCM, a demás en base al diagnóstico estipularan los puntos críticos donde existan los mayores consumos de agua en las instalaciones de la UCM.

FASE III

Con base en la revisión antes mencionada se determinó cuales estrategias se ajustan a las necesidades de la universidad en cuanto a la reducción de los índices de consumo y viabilidad, donde se incluyen algunos cálculos y costos para el diseño y/o implementación de la estrategia siguiendo los lineamientos del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

5. Marco normativo

Ley 99 de 1993

“Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.” (Congreso de Colombia, 1993)

Según el artículo 1. establece entre sus principios Generales Ambientales que “El proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo”. (Congreso de Colombia, 1993)

Decreto – ley 2811 de 1974

“Código nacional de los recursos naturales renovales y de protección al medio ambiente. En el artículo 1. Establece que el estado y los particulares deberán participar en su preservación y manejo que son de utilidad pública y de interés social, como prioridad fundamental para la vida. (Congreso de Colombia, 1974)

Por otro lado, en el artículo 2. Fundado en el principio de que el ambiente es patrimonio

común de la humanidad y necesario para la supervivencia y el desarrollo económico y social de los pueblos, este Código tiene por objeto:

1.- Lograr la preservación y restauración del ambiente y la conservación, mejoramiento y utilización racional de los recursos naturales renovables, según criterios de equidad que aseguran el desarrollo armónico del hombre y de dichos recursos, la disponibilidad permanente de éstos, y la máxima participación social para beneficio de la salud y el bienestar de los presentes y futuros habitantes del territorio Nacional;

3.- Regular la conducta humana, individual o colectiva y la actividad de la Administración Pública, respecto del ambiente y de los recursos naturales renovables y las relaciones que surgen del aprovechamiento y conservación de tales recursos y del ambiente.” (Congreso de Colombia, 1974)

Ley 373 de 1997

Por la cual se establece el programa de uso eficiente y ahorro del agua. En él se establece en su Artículo 1 que “...Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua 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” (Congreso de Colombia, 1997)

Por otro lado, también se puede establecer en la ley el contenido, la elaboración y presentación adecuada además de algunos lineamientos que deben estar contenidos en el programa de uso eficiente y ahorro del agua como lo son la fijación de metas para la reducción de pérdidas, la reutilización del agua en actividades primarias, entre otras especificaciones. (Congreso de Colombia, 1997)

Decreto 3102 de 2007

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. (Ministerio de Desarrollo económico, 2007)

Según el artículo 2. Obligaciones de los usuarios. Hacer buen uso del servicio de agua potable y reemplazar aquellos equipos y sistemas que causen fugas de agua las instalaciones internas. (Ministerio de Desarrollo económico, 2007)

Decreto 0330 de 2017

Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 del 2000, 0424 del 2001, entre otras resoluciones. (Minvivienda, 2017)

Decreto 1575 de 2007

Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua.

Artículo 1. El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada. (Min de protección Social, 2007)

Aplica a todas las personas prestadoras que suministren o distribuyan agua para consumo humano, ya sea cruda o tratada, en todo el territorio nacional, independientemente del uso que de ella se haga para otras actividades económicas, a las direcciones territoriales de salud, autoridades ambientales y sanitarias y a los usuarios. (Min de protección Social, 2007)

Decreto 1090 de 2018

Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y se dictan otras disposiciones. (Minambiente, 2018)

ARTÍCULO 2.2.3.2.1.1.1. Objeto y ámbito de aplicación. El presente decreto tiene por objeto reglamentar la Ley 373 de 1997 en lo relacionado con el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y aplica a las Autoridades Ambientales, a los usuarios que soliciten una concesión de aguas y a las entidades territoriales responsables de implementar proyectos o lineamientos dirigidos al uso eficiente y ahorro del agua. (Minambiente, 2018)

6. Diagnostico

De acuerdo a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en específico el numeral 6 “Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos: El agua libre de impurezas y accesible para todos es parte esencial del mundo en que queremos vivir. Hay suficiente agua dulce en el planeta para lograr este sueño. Sin embargo, actualmente el reparto del agua no es el adecuado y para el año 2050 se espera que al menos un 25% de la población mundial viva en un país afectado por escasez crónica y reiterada de agua dulce. La sequía afecta a algunos de los países más pobres del mundo, recrudece el hambre y la desnutrición”. (Naciones Unidas, 2019)

Esa escasez de recursos hídricos, junto con la mala calidad del agua y el saneamiento inadecuado repercuten en la seguridad alimentaria, los medios de subsistencia y la oportunidad de educación para las familias pobres en todo el mundo. Afortunadamente, se han hecho algunos avances en la última década y más del 90% de la población mundial tiene acceso a fuentes de agua potable mejoradas.” (Naciones Unidas, 2019)

Ahora bien, acogiéndonos a las necesidades de los ODS, la Universidad Católica de Manizales dentro del sistema de gestión ambiental busca realizar el programa de uso eficiente y ahorro del agua.

Según la resolución 0330 de 2017 “RAS 2017” Artículo 43: tabla 1 dotación neta máxima por habitante según la altura sobre nivel del mar en la zona atendida

Tabla 1 Dotación neta máxima

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*Dia)
>2000 m.s.n.m	120
1000 - 2000 m.s.n.m	130
<1000 m.s.n.m	140

Fuente: RAS 2017

Haciendo énfasis en la anterior tabla y teniendo en cuenta la altura de la ciudad de Manizales 2150 (m.s.n.m), podemos entonces iniciar diciendo que un habitante de la ciudad puede consumir un máximo de 120 L/día de agua.

Ahora bien, para nuestro caso de estudio el RAS en el título B estipula lo siguiente “En aquellos casos en que la zona del municipio objeto del diseño incluya la localización de edificaciones destinadas al uso de actividades docentes y académicas, se deben tener en cuenta las dotaciones establecidas en la tabla B.2.8.” (Minvivienda, 2017)

Fig. 1 Consumo de agua para uso escolar

Tabla B.2.8 Consumo para uso escolar

Tipo de instalación	Consumo de agua
Educación elemental	20 L/alumno/jornada
Educación media y superior	25 L/alumno/jornada

Fuente: RAS 2017

La Universidad Católica de Manizales no cuenta con una zona de abastecimiento directo a un cuerpo de agua superficial o subterránea para cubrir sus necesidades diarias, por lo tanto, el abastecimiento de agua de la universidad está dirigido por el servicio de agua potable que brinda la empresa Aguas de Manizales S.A E.S.P.

6.1. Demanda hídrica

la Universidad Católica de Manizales para el presente año en cada uno de sus edificios alberga una población 3046 personas entre estudiantes, personal administrativo, docentes y colaboradores los cuales durante la jornada estudiantil y laboral pueden estar trasladándose en cada una de la aulas y laboratorios de la universidad.

A continuación, se observa la figura del cuadro maestro de infraestructura física: inmuebles disponibles, uso y área por uso del plan maestro de ordenamiento físico UCM 2018.

Fig. 2 Cuadro maestro de infraestructura física

No.	USO DE ESPACIOS	TOTAL 2018-1		TOTAL 2017		TOTAL 2016		TOTAL 2015		TOTAL 2014		TOTAL 2013		DIFERENCIA 2013-2018	
		Espacios	M2	Espacios	M2	Espacios	M2	Espacios	M2	Espacios	M2	Espacios	M2	Espacios	M2
1	01_Aulas de clase	43	2508	43	2508	43	2508	44	2601	44	2601	44	2601	-1	-93
2	02_Laboratorios	35	1315	32	1267	32	1267	32	1267	32	1267	31	1248	4	66
3	03_Salas de tutores	27	768	27	768	27	768	26	688	26	688	26	714	1	55
4	04_Aulas múltiples o Auditorios	4	673	4	673	4	673	4	673	4	673	4	673	0	0
5	05_Bibliotecas	7	420	8	438	8	438	8	438	8	438	8	438	-1	-18
6	06_Aulas virtuales o de cómputo	7	361	7	361	7	361	7	361	7	361	7	361	0	0
7	07_Centro de recursos tecnológicos	11	144	11	144	11	144	11	144	11	144	11	144	0	0
8	08_Oficinas	154	1892	153	1881	153	1881	153	1881	153	1881	153	1874	1	18
9	09_Espacios deportivos	9	1931	9	1931	9	1931	9	1931	9	1931	9	1931	0	0
10	10_Cafeterías o comercio interno	3	298	4	309	4	309	4	309	4	309	4	309	-1	-11
11	11_Zonas de recreación	3	274	3	274	3	274	3	274	3	274	3	274	0	45
12	12_Servicios sanitarios	85	650	85	650	84	649	84	649	84	649	84	649	1	2
13	13_Otros	39	750	42	892	43	905	43	905	43	905	43	905	-4	-155
14	14_Bienestar	13	255	13	255	13	255	13	255	13	255	13	255	0	0
15	15_Servicios generales	79	722	79	722	79	722	79	722	79	722	79	722	0	0
16	16_Circulaciones cubiertas	47	4803	47	4803	47	4803	47	4803	47	4803	46	4473	1	330
17	17_Estacionamientos cubiertos	149	1761	149	1761	149	1761	149	1761	149	1761	149	1761	0	0
18	18_Comercial urbano	3	1700	3	1700	2	1689	2	1689	2	1689	2	1689	1	11
19	19_Residencial	1	721	1	721	1	721	1	721	1	721	1	721	0	0
20	20_Areas de estudio	5	94	3	28	3	28	2	15	1	7	1	7	4	87
TOTAL ESPACIOS		724	22.089	723	22.089	722	22.089	721	22.089	720	22.081	718	21.751	6	338

Fuente: Plan maestro de ordenamiento físico UCM 2018.

De acuerdo a la imagen anterior se considera un total de 724 espacios disponibles donde se realizan las actividades administrativas, de docencia, aseo y demás actividades que se puedan desarrollar en la universidad.

Para la identificación de cada uno de los medidores de consumo de agua en la universidad se realizó una visita en cada uno de los puntos donde estos se encontraban y posterior a esto se georreferenciaron de la siguiente manera.

Tabla 2 Medidores de consumo

MEDIDORES DE CONSUMO DE AGUA	UBICACIÓN	GEORREFERENCIACIÓN	EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO DE AGUA
03-18255	Bloque B	No Existe	Empresa Aguas de Manizales S.A E.S.P.
NN	Auditorio Santo Domingo	5°03'38,79"N – 75°29'1,42"W	
AM-09035129	Posgrados	5°3'39.84"N – 75°29'30,35"W	
2013-024522	Teléfono Público	5°3'35,89"N – 75°29'15.39"W	

40074	Entrada Jardín Exterior Bloque A	5°3'36,81"N – 75°29'15,66"W
8050827	UCM	5°3'35,44" N – 75°29'15,45W

Fuente: Autores

De la anterior tabla se deja en claridad que La Universidad Católica de Manizales no tiene ningún tipo de aprovechamiento, recirculación o rehusó de las aguas residuales de la planta física en general, por lo tanto, el 100% del agua utilizada en la universidad es pagada a la empresa de servicios públicos.

Cabe resaltar que el contador 8050827 UCM presentaba una fuga significativa después del medido el día 29 de marzo ocasionando un consumo más elevado de lo normal, como se observa en la siguiente figura.

Fig. 3 Contador UCM con fuga



Fuente: Autores

Para la distribución del flujo de agua en cada uno de los edificios se plantea la siguiente tabla

Tabla 3 Promedio consumo 2018 por contador

MEDIDOR DE AGUA	EDIFICIO	(M3) CONSUMIDOS
NN	Auditorio Santo Domingo	0
AM-09035129	Posgrados	13,66

2013-024522	Bloque A	15,92
40074	Bloque C	17,83
8050827	Bloque F, E,B,D	579,33

Fuente: Autores

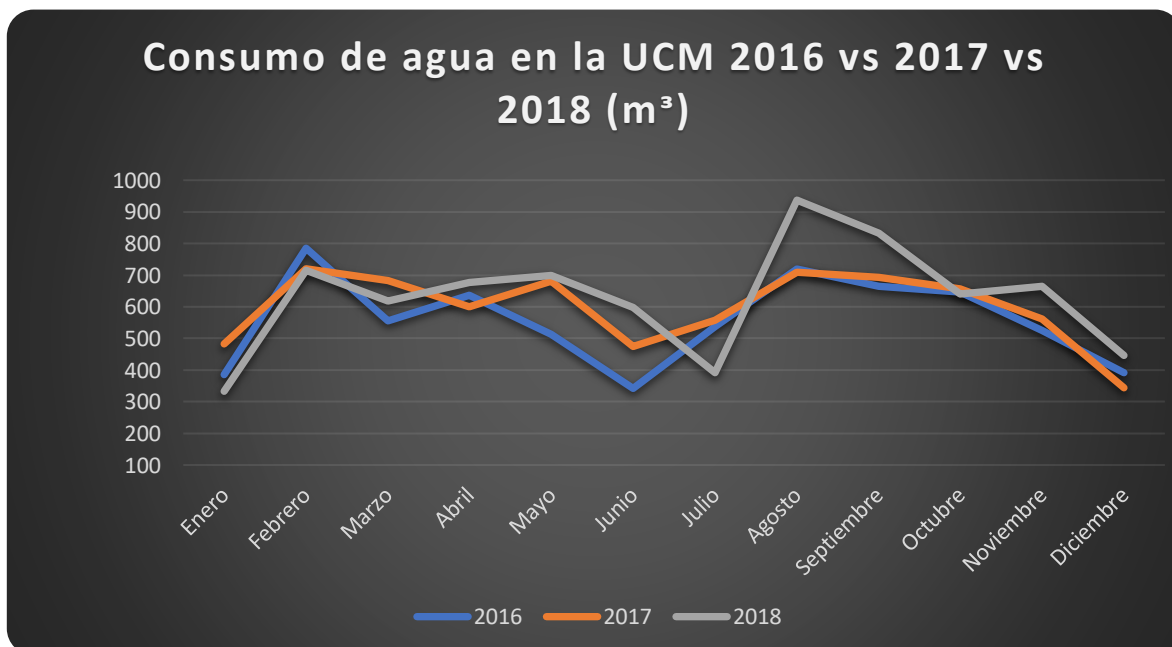
Por otro lado, se cuenta con 6 tanques de almacenamiento las cuales están ubicados de la siguiente manera:

- Sótano Bloque A, el cual almacena 2000 L y se distribuyen en los bloques D, F Y B.
- Terraza Bloque B, allí se ubican 4 tanques de 500 L, el cual abastece el Bloque B.
- Bloque C, allí se encuentran dos tanques de 500 L los cuales distribuyen agua para el Bloque C.

6.2. Consumos de agua en la UCM

A partir de estimaciones realizadas por docentes y estudiantes se tiene como referencia los consumos de agua en de la UCM para los años 2016, 2017, 2018 en m³ los cuales se estipulan en la siguiente figura.

Fig. 4 consumos de agua en la UCM 2016-2018



Fuente: informe ejecutivo SGA UCM

Tabla 4 m3 consumidos 2016-2018

2016	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
	385	785	555	637	514	342
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2017	537	719	664	647	526	392
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
	482	720	683	599	681	474
2018	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	558	709	692	657	561	344
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
2018	333	715	619	676	699	597
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
	391	937	832	640	665	447

Fuente: estudiantes UCM

Para el periodo académico 2019 I no se tienen registrados los datos de consumos de agua, por lo que se es necesario levantar esta información.

6.2.1. Consumo de agua semestral.

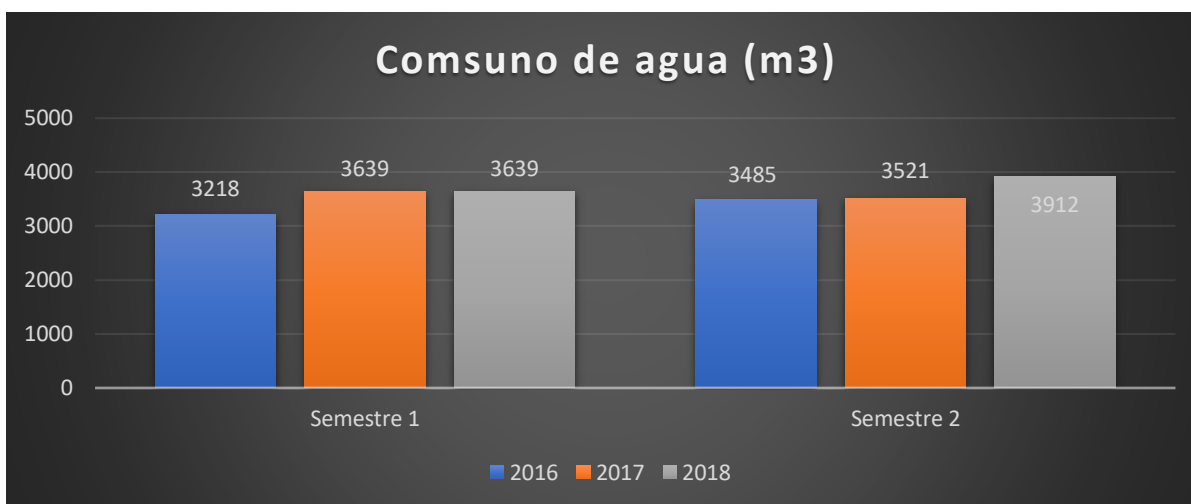
A continuación, se muestran los datos semestrales de consumo de agua.

Tabla 5 Consumo de agua en m3

AÑO	CONSUMO DE AGUA (M3)	
	Semestre 1	Semestre 2
2016	3218	3485
2017	3639	3521
2018	3639	3912

Fuente: estudiantes UCM

Fig. 5 Consumo de agua en m3



Fuente: Estudiantes UCM

6.2.2. Valor total por metros cúbicos consumidos anualmente

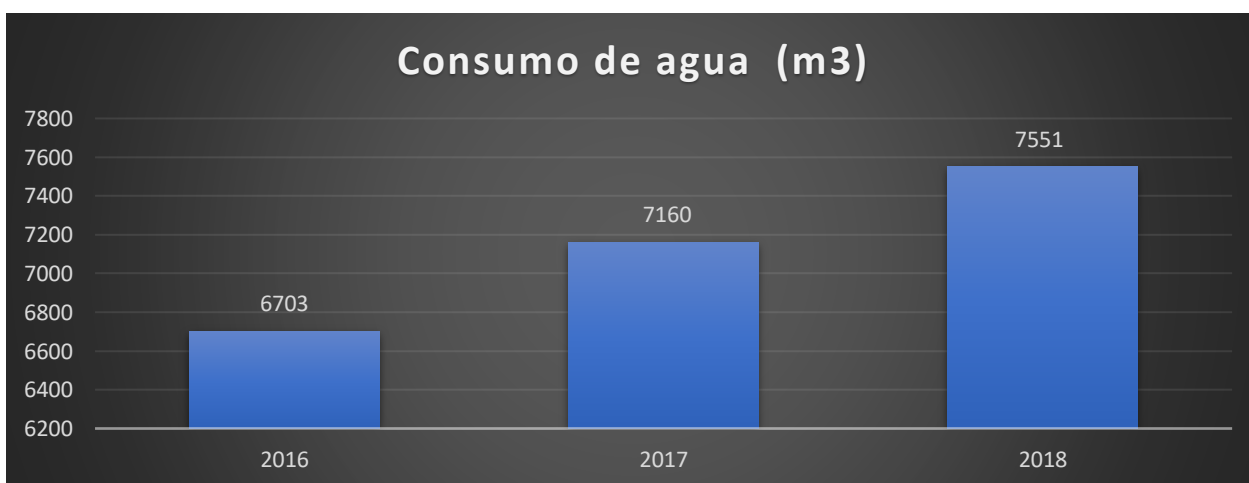
A continuación, se muestran los valores consumidos de agua anualmente.

Tabla 6 Consumo de agua anual

AÑO	CONSUMO DE AGUA (M ³)
2016	6703
2017	7160
2018	7551

Fuente: estuantes UCM

Fig. 6 Consumo de agua anual



Fuente: estudiantes UCM

De acuerdo a la gráfica de consumo de agua anual y los registros recopilados por parte de estudiantes de la universidad para los periodos 2016 a 2018 el porcentaje de cambio en estos 2 años es del 11,23% de acuerdo a este porcentaje consumo de agua anual y los registros recopilados por parte de estudiantes de la universidad para los periodos 2016 a 2018 el porcentaje de cambio en estos 2 años es del 11,23% de acuerdo a este porcentaje se puede inferir que los consumos han sido ocasionados por las diferentes construcciones que se han realizado en la universidad, de igual forma el aumento del equipo de trabajo de la universidad (personal administrativos, docentes y oficios varios) y estudiantes.

de igual forma el aumento del equipo de trabajo de la universidad (personal administrativos, docentes y oficios varios) y estudiantes.

6.2.3. Valor a pagar por consumo de agua

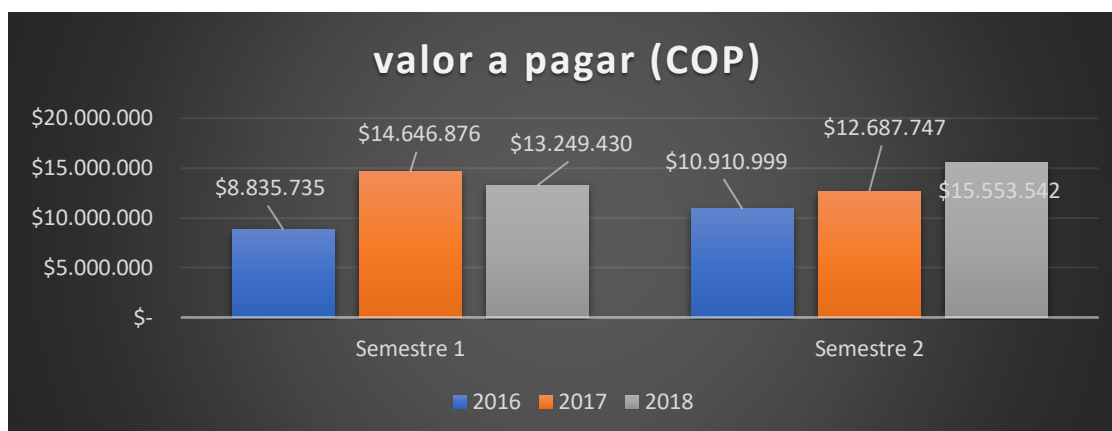
A continuación, se exponen los valores a pagar por consumo de agua 2016-2018

Tabla 7 Valor a pagar por semestre

	VALOR A PAGAR (COP)	
	Semestre 1	Semestre 2
2016	\$ 8.835.735	\$ 10.910.999
2017	\$ 14.646.876	\$ 12.687.747
2018	\$ 13.249.430	\$ 15.553.542

Fuente: Estudiantes UCM

Fig. 7 Valor a pagar por semestres



Fuente: Estudiantes UCM

6.3. Estimación per-cápita

La estimación per cápita para la UCM se realizó con datos y graficas ya estipuladas por estudiantes, elaboradas para los años 2016-2017 los cuales se exponen a continuación. Para el año 2018-2019 es necesario levantar la información necesaria para la estimación per cápita en el intervalo de año antes mencionado.

A continuación, se expone la estimación per cápita para el periodo estudiantil (febrero-junio)- (julio noviembre)

2016-I

Tabla 8 Población estudiantil 2016 I

2016-1		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		4021
MENOS	Técnicos	850
	Tecnologías	55
	SUMA	43
	Curso libre	13
	Doctorado	5
	Movilidades	27
TOTAL, PRESENTES		3028
COLABORADORES		463
TOTAL, POBLACIÓN UCM		3491

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 9 Estimación per cápita en m3 2016 I

MES	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2016 I M3	0,22	0,16	0,18	0,15	0,097	0,18

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 10 Estimación per cápita en litros 2016 I

MES	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2016 I L	224,86	158,98	182,47	147,24	97,97	162,30

Fuente: Estudiantes UCM

2016-II

Tabla 11 Población estudiantil 2016 II

2016-2		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		3879
MENOS	Técnicos	881
	Tecnologías	53
	SUMA	18
	Curso libre	11
	Doctorado	11
	Movilidades	3
TOTAL, PRESENTES		2902
COLABORADORES		463
TOTAL, POBLACIÓN UCM		3365

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 12 Estimación per cápita en m3 2016 II

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2016 II M3	0,22	0,20	0,20	0,16	0,19

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 13 Estimación per cápita en litros 2016 II

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2016 II L	216,83	200,24	195,11	158,62	192,70

Fuente: Estudiantes UCM

2017 I

Tabla 14 Población estudiantil 2017 I

2017-1		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		3950
MENOS	Técnicos	983
	Tecnologías	38
	SUMA	31
	Curso libre	28
	Doctorado	12
	Movilidades	5
TOTAL, PRESENTES		2853
COLABORADORES		463
TOTAL, POBLACIÓN UCM		3316

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 15 Estimación per cápita en m3 2017 I

MES	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2017 I M3	0,22	0,21	0,18	0,21	0,14	0,19

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 16 Estimación per cápita en litros 2017 I

MES	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2017 I L	217,13	205,97	180,64	205,37	142,03	190,22

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 17 Población estudiantil 2017 II

2017-2		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		3314
MENOS	Técnicos	624
	Tecnologías	284
	SUMA	25
	Curso libre	32
	Doctorado	15
	Movilidades	7
TOTAL PRESENTES		2961
COLABORADORES		463
TOTAL POBLACIÓN UCM		3424

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 18 Estimación per cáita en m3 2017 II

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2017 II M3	0,21	0,20	0,19	0,16	0,19

Fuente: Estudiantes UCM

Tabla 19 Estimación pér cápita de 2017 II

MES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2017 II L	207,17	202,10	191,88	163,84	191,22

Fuente: Estudiantes UCM

6.4. Evaluación del estado actual de las instalaciones

La universidad católica de Manizales cuenta con 23801,47 m² donde se llevan a cabo las diversas actividades educativas, investigativas y de esparcimiento, por la gran cantidad de estudiantes y las diferentes áreas encontradas en el interior se cuenta con unidades sanitarias, cuartos de aseos y cuartos de cocina al servicio de empleados, personal administrativos y estudiantes para el desarrollo de sus necesidades básicas.

En la semana cuarto del mes de marzo y la primera semana de abril se realizó la identificación y evaluación de la unidad sanitaria, cuartos de ase y cuartos de cocina, donde se identificó el estado y las fugas de agua encontrados, a continuación, se especifica cada una de las unidades por bloques y unidad. Tabla 20.

Tabla 20 Estado actual de las Unidades de consumo de agua

BLOQUE	PISO	UNIDAD	UNIDADES SANITARIAS				UNIDADES DE ASEO			COORDENADAS (MAGMA SIGMA)	
			Sanitarios	Lavamanos	Orinales	Duchas	Liave pared	Poceta	Lavaplatos		
A (HNA. MATILDE ROBLEDO URIBE)	sótano - 1	Parqueadero	1 (6Lpf) ¹	1 (F) ²	2					5°3'36,3" N 75°29'14,82" W	
			1 (6Lpf)	1						5°3'37,64" N 75°29'16,28" W	
	Primero	Social	1 (6Lpf)	1						5°3'36,39" N 75°29'14,84" W	
								1		5°3'36,39" N 75°29'14,85" W	
		1 (6Lpf)	1						5°3'36,30" N 75°29'15,31" W		
		UCM Saludable	1 (6Lpf)	1					3	5°3'36,39" N 75°29'14,82" W	
	B (MERE SAINT PIERRE)	Sotano - 1	Lab. Aerobios		1		1		1	2	5°3'35,13,65" N 75°29'13,65" W
			Lab. Calidad de agua		1					5	5°3'34,98" N 75°29'13,48" W
Lab. Operaciones				1		1			2	5°3'34,57" N	

									75°29'13,73" W
	Caracterización microbiana		3						5°3'35,02" N
									75°29'13,62" W
Primero	Cancha baloncesto	3 (6Lpf)	2	2			1		5°3'33,36" N
									75°29'13,60" W
	Lab. Enfermería	1 (6Lpf)	1						5°3'35,01" N
									75°29'13,74" W
Segundo		2 (6Lpf)	2	2			1		5°3'34,36" N
									75°29'13,71" W
Tercer		3 (6Lpf)	2	2			1		5°3'34,13" N
									75°29'14,12" W
	IMBA	1 (6Lpf)	1				1		5°3'34,17" N
									75°29'14,49" W
Cuarto		2 (6Lpf)	2				1		5°3'34,7" N
									75°29'14,60" W
		Lab. Microbiología clínica		1		1		1	5°3'34,53" N
									75°29'14,50" W
		Lab. Biología molecular		1		1		8(F6)	5°3'34,52" N
									75°29'14,51" W
	Lab. Biología y química		1		1		7(F5)	5°3'34,28" N	
								75°29'14,55" W	
	Lab. 508		1		1		1		5°3'34,51" N
									75°29'14,43" W
	Recibo material sucio						3(F)		5°3'34,25" N
									75°29'14,36" W

		Lab. Microbiología industrial		1					7(F4)	5°3'34,06" N	75°29'14,51" W	
		Lab. De investigación el clínica humana					1		2(FI) ³	5°3'34,21" N	75°29'14,38" W	
	Quinto			2 (6Lpf)	2						5°3'35,01" N	75°29'14,43" W
				2 (6Lpf)	2(F)				1		5°3'33,91" N	75°29'13,80" W
										1	5°3'34,51" N	75°29'14,44" W
		Lab. Bioquímica clínica			1		1			1	5°3'34,31" N	75°29'14,56" W
		Lab. Inmunohematología			1		1			1	5°3'33,55" N	75°29'14,38" W
		salón	1 (6Lpf)	1							5°3'34,35" N	75°29'14,56" W
											5°3'37,15" N	75°29'14,4" W
	Primero	Vicerrectoría de bienestar universitario		1 (6Lpf)	1						5°3'37,11" N	75°29'14,02" W
				1 (6Lpf)	1						5°3'37,2" N	75°29'14,12" W
				1 (6Lpf)	1						5°3'37,51" N	75°29'14" W
	Segundo		3 (6Lpf)	3 (FC) ⁴						5°3'37,91" N	75°29'15,36" W	
	Tercero	Centro de recursos tecnológicos	1 (6Lpf)	1								

			2 (6Lpf)	3						5°3'37,12" N	
										75°29'14,60" W	
D (HNA. JOSEFINA NUÑEZ GOMEZ)	Sótano	Lavandera	1	1						5°3'37,80"N	
										75°29'13,05"W	
							1	1		5°3'36,63"N	
										75°29'13,7"W	
	Primero	Posgrado							1		5°3'37,67"N
											75°29'13,09"W
			1	1(F)							5°3'37,74"N
											75°29'13,08"W
				1	1					5°3'38,14"N	
										75°29'12,88"W	
	Ingles		1	2	1				1	5°3'37,99"N	
										75°29'13,05"W	
Segundo	Biblioteca								1	5°3'37,8"N	
										75°29'13,6"W	
			3 (6Lpf)	2		1		1	1	5°3'3,50"N	
										75°29'12,92"W	
E (SANTO TOMAS DE AQUINO)	Sotano	Almacén y suministro	2 (6Lpf)	2						5°3'3,38,76"N	
										75°29'14,91"W	
		Salones	2 (6Lpf)	2						5°3'3,38,78"N	
										75°29'14,91"W	
		Gimnasio						1			5°3'3,38,81"N
											75°29'14,38"W
					2 (FI)					5°3'3,38,70"N	
										75°29'14,57"W	

		2 (6Lpf)	2	1				5°3'3,38,23"N	
					2			75°29'14,48"W	
								5°3'3,38,25"N	
								75°29'14,57"W	
		2 (6Lpf)	3					5°3'3,38,26"N	
								75°29'14,17"W	
	Vestidores Campus deportivo	2 (6Lpf)	4		4		1	5°3'3,39,66"N	
								75°29'15,36"W	
							1	5°3'3,38,30"N	
								75°29'16,25"W	
Primero	Pasillo	8 (6Lpf)	8	3			1	5°3'3,37,71"N	
	Discapacitados	1 (6Lpf)	1					75°29'15,20"W	
	Cafetería							2(FI)	5°3'3,38,26"N
									75°29'14,69"W
								1	5°3'3,38,25"N
								75°29'14,70"W	
			1				1	5°3'3,38,23"N	
								75°29'15,03"W	
	Gimnasio Entrada	2 (6Lpf)	4		3			5°3'3,38,76"N	
								75°29'14,91"W	
Gimnasio turco				2			5°3'3,38,98"N		
							75°29'14,64"W		
Gimnasio piscina				1			5°3'3,38,43"N		
							75°29'14,04"W		
Segundo	Pasillo	8 (6Lpf)	8(FD1M) ⁵	3			1	5°3'3,38,81"N	
	Discapacitados	1 (6Lpf)	1					75°29'14,92"W	

	Tercero	Pasillo	8 (6Lpf)	8(<i>FTM</i>) ⁶	3			1		5°3'3,38,63"N	
		Discapacitados	1 (6Lpf)	1(<i>F</i>)						75°29'15,02"W	
	Cuarto	Pasillo	8 (6Lpf)	8(<i>FTH</i>) ⁷	3			1		5°3'3,39,01"N	
		Discapacitados	1 (6Lpf)	1 (<i>DT</i>) ⁸						75°29'15,02"W	
F (BEATA MARIE POUSSEPIN)	Primero	Administrativo	3 (6Lpf)	3	1			1	1	5°3'3,36,25"N	
										75°29'14,02"W	
	Segundo		3 (6Lpf)	3	1			1	1	5°3',36,34"N	
										75°29'14,58"W	
	Tercero		3 (6Lpf)	3	1			1	1	5°3'3,36,06"N	
										75°29'14,26"W	
ZONA DE ESTUDIO	lado iglesia comedor							1	5°3'39,15"N		
									75°29'13,73"W		
POSGRADOS	Sótano	1(6Lpf)	1					1	1	5°3'40,30"N	
										75°29'21,19"W	
										1	5°3'40,60"N
											75°29'21,27"W
	Primero	1(6Lpf)	1								5°3'39,81"N
											75°29'21,59"W
									1	5°3'40,32"N	
										75°29'21,38"W	
Segundo	1(6Lpf)	1		2						5°3'40,20"N	
										75°29'21,48"W	
TOTAL			98	116	25	26	1	20	61		

(6Lpf)¹= Seis litros por descarga

(*FC*)⁴= Fuga Centro

(*FTH*)⁷= Fuga Todos Hombres

(*F*)² = Fuga

(*FD1M*)⁵ = Fuga Derecho Primero Mujeres (*FTM*)⁶ = Fuga Todos Mujeres

(*DT*)⁸= Daño Tubería

(*FI*)³ = Fuga Izquierda

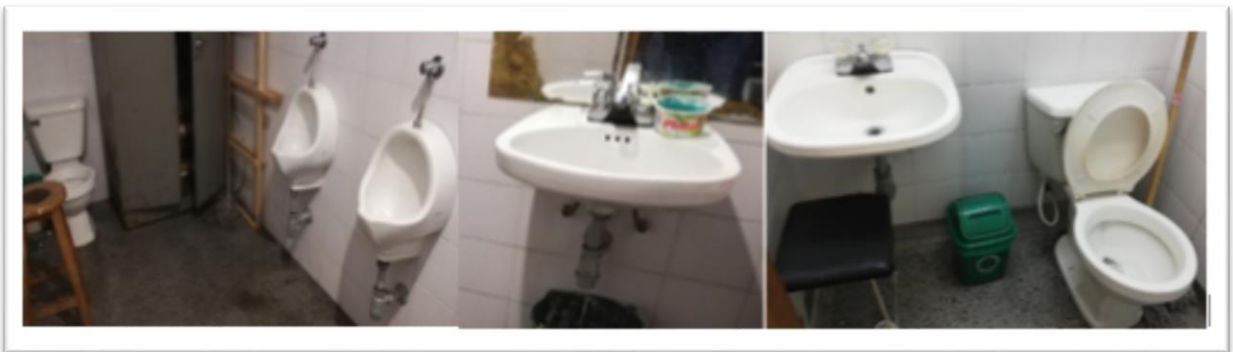
Fuente: Autores

En la tabla anterior se puede observar la distribución de las unidades sanitarias dentro de la universidad, con 98 cisternas sanitarias de las cuales solo 4 de ellas tiene un tanque más amplio con un caudal con tanques antiguos de 10 Lpf, los cuales se encuentran en su mayoría en el bloque D, el restante(94) son de 6 Lpf, 116 lavamanos de los cuales 21 presentan fugas en su mayoría ubicados en el bloque E, y 19 se encuentran ubicados en el bloque B, 25 orinales de los cuales se presentan en condiciones adecuadas, 26 duchas de las cuales 1 presenta fuga, ubicado en el bloque F y 61 lavaplatos de los cuales 1 presenta fuga ubicados en el bloque E.

Por último, se presentó solo una fuga en la tubería donde se instala el lavamanos para discapacitados en el bloque E primer piso. A continuación, se observan las unidades sanitarias presentes en la universidad

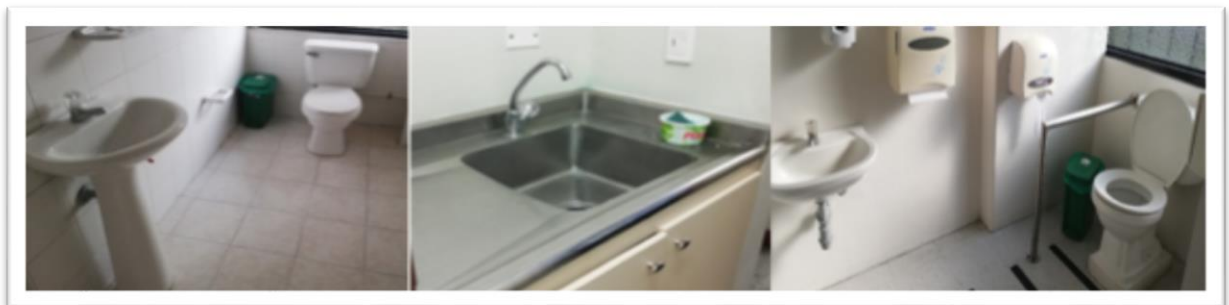
Bloque A

Fig. 8 Baños parqueaderos



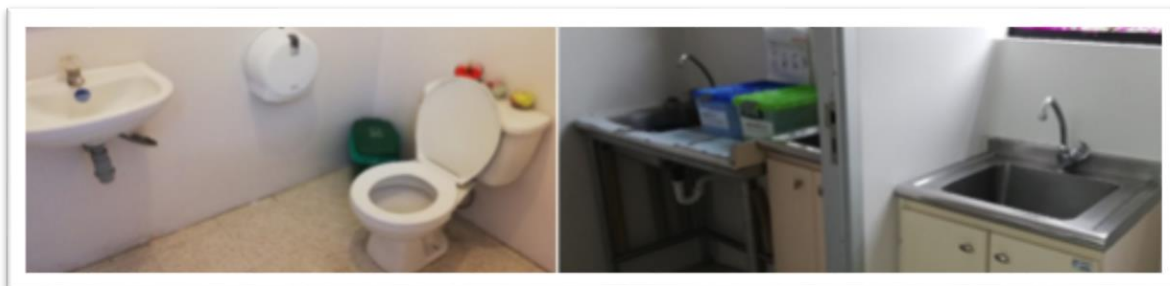
Fuente: Autores

Fig. 9 Baños y lavamanos centro social



Fuente: Autores

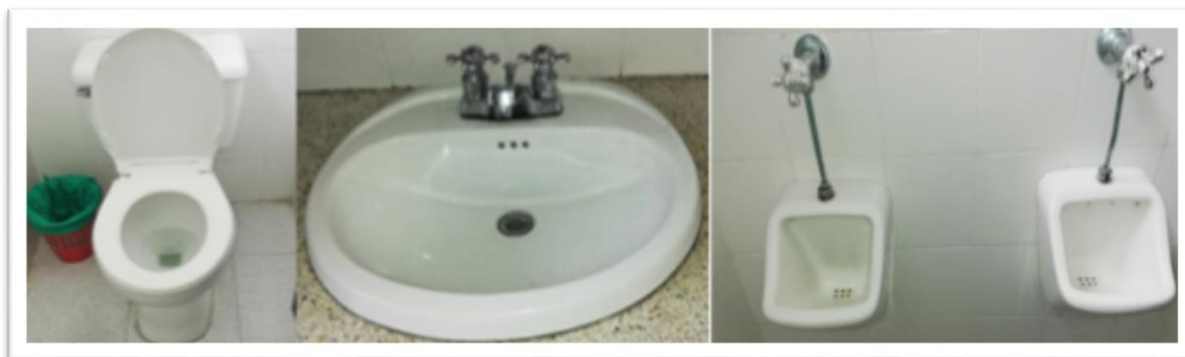
Fig. 10 Baños y lavaplatos UCM saludable



Fuente: Autores

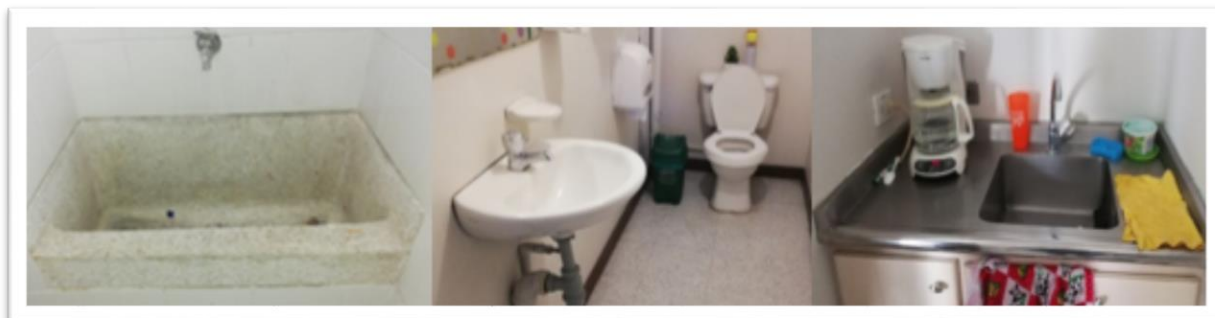
Bloque B

Fig. 11 Estilo sanitarios, lavamanos y orínales



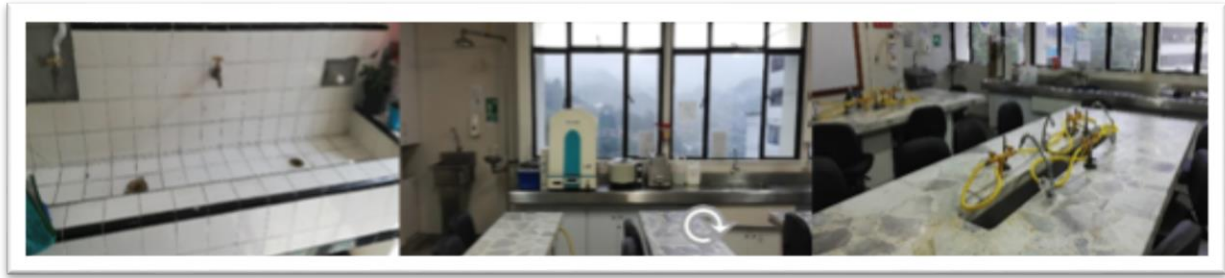
Fuente: Autores

Fig. 12 Estilo de poceta y estilo de baños UMA



Fuente: Autores

Fig. 13 Lavamanos 4to piso, Lab. microbiología clínica, Lab. Biología Molecular



Fuente: Autores

Fig. 14 Lab. Biología y química, Lab. Microbiología industrial, Lab. 508



Fuente: Autores

Fig. 15 Lab. de investigación, Caler, Lab. bioquímica clínica



Fuente: Autores

Fig. 16 Lab. de inmunohematología



Fuente: Autores

Bloque C

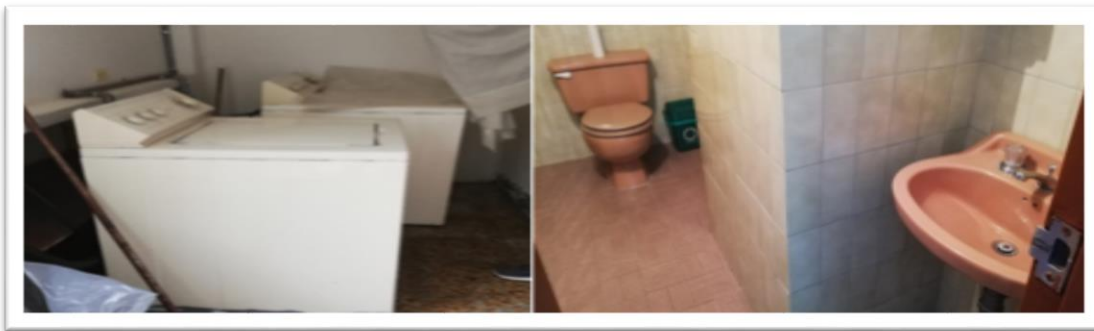
Fig. 17 Estilo de baños segundo y tercer piso



Fuente: Autores

Bloque D

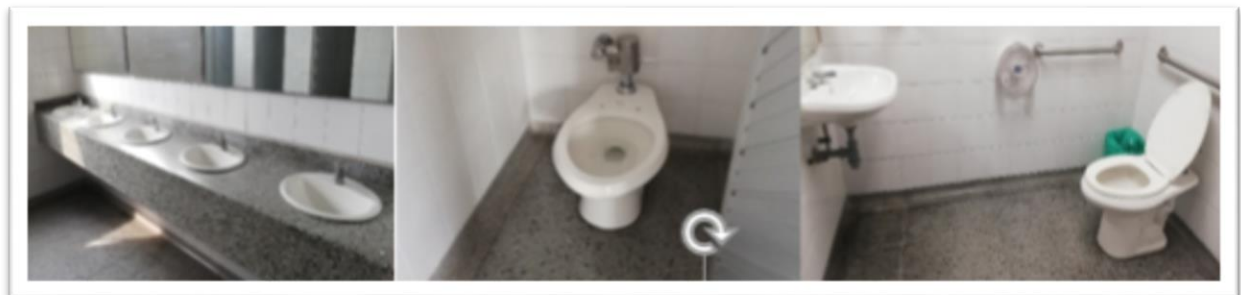
Fig. 18 Lavandería, Primer piso posgrados



Fuente: Autores

Bloque E

Fig. 19 Estilo de lavamanos, de baño, Baños de discapacitados



Fuente: Autores

Bloque F

Fig. 20 Estilo de baños de dama, baño caballeros, de lavamanos



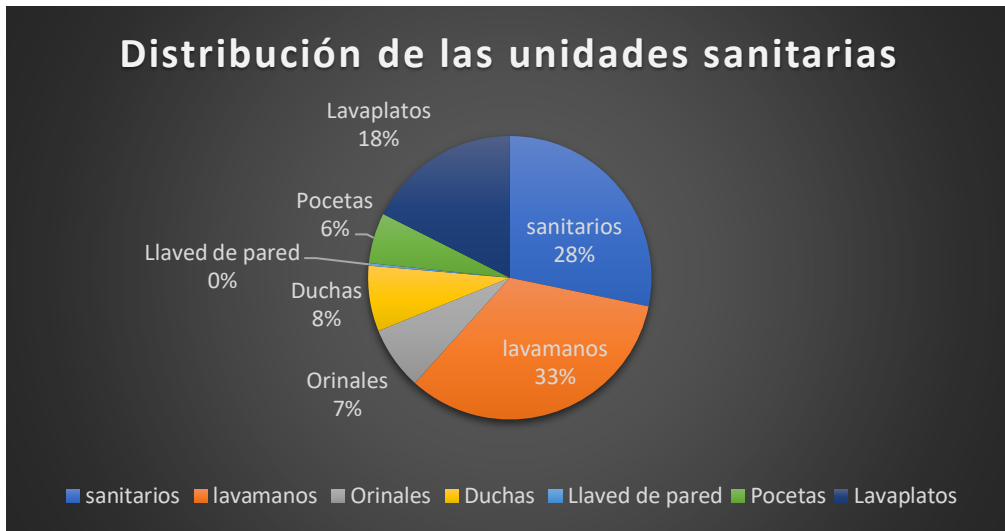
Fuente: Autores

7. Indicadores UCM

7.1. Desarrollo de indicadores

Las unidades sanitarias se encuentran distribuidos de la siguiente forma:

Fig. 21 Distribución de unidades sanitarias



Como se evidencia en la gráfica anterior las instalaciones sanitarias más encontradas en la universidad son los sanitarios con un 28% y lavamanos con un 33%, de este último el 18% presenta fugas en su sistema mientras el 82% se encuentra en óptimas condiciones como se observa en la siguiente figura

Fig. 22 Porcentaje de llaves con daños



Fuente: Autores

Ecu. 1 Porcentaje de fugas

$$\%F = \frac{N^{\circ}F}{100} * N^{\circ}Lv$$

Fuente: Autores

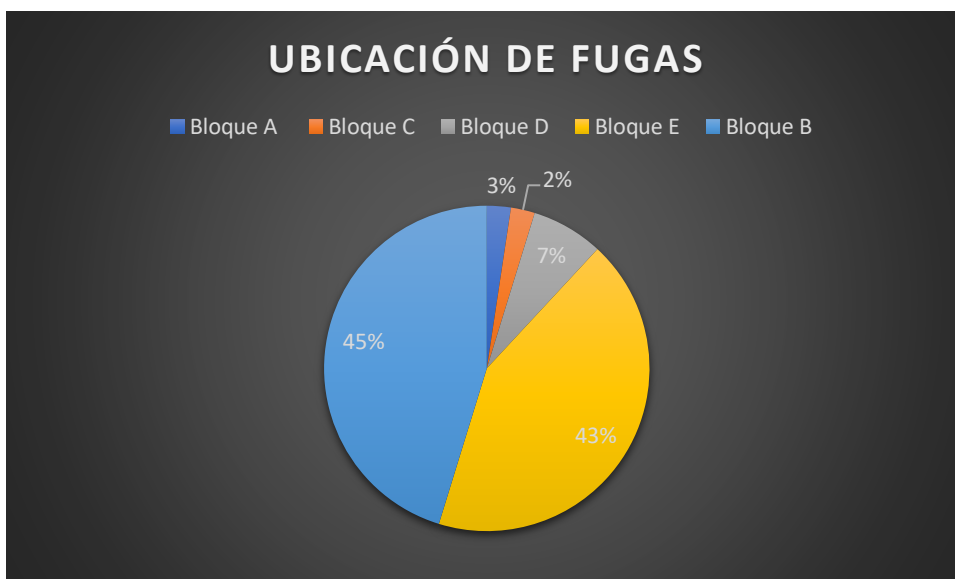
%F= Porcentaje de fugas

N° F= Número de fugas

N° Lv= Número de lavamanos

Del número de lavamanos que se encuentra con algún tipo de fuga se puede observar a continuación de forma clara, en que bloque se presentan más daños

Fig. 23 Ubicación de fugas

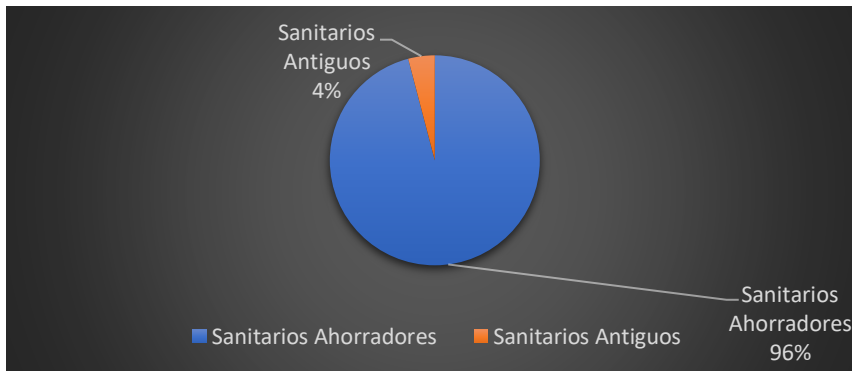


Fuente: Autores

Donde 45% de las fugas presentadas en lavaplatos de laboratorios del bloque B y el 43% en lavamanos están ubicadas en el bloque E, esto se debe a que en este bloque se presenta el mayor tránsito de personas, que realizan sus actividades diarias.

A continuación, se observa el porcentaje de sanitarios ahorradores y antiguos encontrados en la universidad

Fig. 24 Tipo de sanitarios



Fuente: Autores

El 96% de los sanitarios de la universidad son ahorradores y se encuentran instalados en los bloques A, B, C, E, y F, sin embargo, existe un porcentaje bajo que aún cuenta con tanques con volúmenes más altos, estos se encuentran ubicados en su totalidad en el bloque D.

7.1.1. Puntos críticos

A partir de los cálculos realizados y con base en información secundaria recolectada por personal de la universidad se concluyó que el bloque donde se presenta más clases en toda la jornada es el bloque A, sin embargo, debido a que este bloque no cuenta con baños públicos, los estudiantes y docentes en su mayoría se desplazan hacia los baños del bloque E, pues son los más cercanos y de fácil acceso, por lo anterior se puede concluir que un punto crítico dentro de la universidad se encuentra ubicado en las unidades sanitarias del primer piso comprendido por las unidades sanitarias del gimnasio y de la entrada principal para este piso y tercer piso del bloque E.

Otro punto crítico encontrado dentro de las instalaciones de la universidad es el ubicado en el cuarto piso del bloque B, debido a que allí se encuentra los

laboratorios utilizados por las carreras de la salud e ingeniería ambiental, además del lavado de instrumentos y materiales utilizados para labores de aprendizaje e investigación.

Cabe resaltar que se requiere levantar información primaria para la determinación de manera verídica de los puntos críticos, debido a que lo descrito anteriormente se generó a partir de información secundaria y verbal ya que no se contaba con micro medidores donde se pudiera evaluar el consumo por bloques o por plantas y así ser más precisos con la determinación de puntos críticos.

7.1.2. Determinación consumo per-cápita año 2018 y 2019 - I

Tabla 21 Población estudiantil 2018 I

2018-1		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		3478
MENOS	Técnicos	717
	Tecnologías	284
	SUMA	37
	Curso libre	25
	Doctorado	16
	Movilidades	5
TOTAL PRESENTES		2394
COLABORADORES		463
TOTAL POBLACIÓN UCM		2857

Fuente: Autores

Tabla 22 Estimación per cápita en m3 2018 I

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2018 I M3	0,11	0,25	0,21	0,23	0,24	0,20	0,21

Fuente: Autores

Tabla 23 Estimación per cápita en litros 2018 II

MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PROMEDIO
-----	-------	---------	-------	-------	------	-------	----------

CONSUMO PER CÁPITA 2018 I LITROS	116,5	250,2	216,6	236,6	244,6	208,9	208,9
---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Fuente: Autores

Tabla 24 Población estudiantil 2018 II

2018-1		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		3324
MENOS	Técnicos	624
	Tecnologías	259
	SUMA	44
	Curso libre	57
	Doctorado	19
	Movilidades	10
TOTAL PRESENTES		2311
COLABORADORES		463
TOTAL POBLACIÓN UCM		2774

Fuente: Autores

Tabla 25 Estimación per cápita en m3 2018- II

MES	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2018 II M3	0,14	0,33	0,30	0,23	0,24	0,16	0,23

Fuente: Autores

Tabla 26 Estimación per cápita en litros 2018- II

MES	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2018 II LITROS	140,9	337,7	300,1	230,7	239,7	161,1	235

Fuente: Autores

Tabla 27 Población estudiantil 2019 I

2019-1		
POBLACIÓN ESTUDIANTIL		3570

MENOS	Técnicos	709
	Tecnologías	174
	SUMA	26
	Curso libre	42
	Doctorado	16
	Movilidades	20
TOTAL PRESENTES		2583
COLABORADORES		463
TOTAL POBLACIÓN UCM		3046

Fuente: Autores

Tabla 28 Estimación per cápita en m3 2019- I

MES	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2019 I M3	0,16	0,28	0,22

Fuente: Autores

Tabla 29 Estimación per cápita en litros 2019- I

MES	ENERO	FEBRERO	PROMEDIO
CONSUMO PER CÁPITA 2019 I LITROS	162,8	288,2	225,5

Fuente: Autores

A partir de los datos obtenidos del consumo per cápita se procede a comparar con el consumo por estudiante/ jornada según el Ras 2017 para el año 2018.

Tabla 30 Consumo per cápita UCM y según RAS

CONSUMO PER CÁPITA 2018	CONSUMO PER CÁPITA SEGÚN RAS
220 $\frac{l}{\text{estudiante} * \text{mes}}$	600 $\frac{l}{\text{estudiante} * \text{mes}}$

Fuente: Autores

Como se evidencia en la tabla anterior el consumo de agua por persona – mes en la universidad es menor en un 63% con respecto a lo estipulado en el Ras 2017 sobre consumo de agua de tipo escolar para una entidad de educación superior,

con un valor diario de 25 L/estudiante y para el año 2018 según consumos la universidad obtuvo un consumo diario de 11,09 L/estudiante, cabe resaltar que se dedujo que todos los estudiantes y colaboradores solo trabajan o estudian de lunes a viernes, es decir 24 días mensuales.

7.2. Indicadores Planteados

De acuerdo a la necesidad de implementar indicadores que faciliten el acceso y ayuden a mejorar la información de los consumos de agua en la universidad católica de Manizales se plantean los siguientes.

7.2.1. A nivel técnico y de operación.

7.2.1.1. Control de fugas.

cabe señalar que la universidad debe crear un formato de reporte de fugas los cuales ocasionen consumos extras de agua

Tabla 31 Fugas controladas

INDICADOR	PORCENTAJE DE FUGAS CONTROLADAS
FORMULA	$F = (FC/FE) * 100$ FC: fugas corregidas FE: Fugas encontradas
OBJETIVO	Supervisión oportuna e identificación de las fugas en cualquier edificio de la universidad
FRECUENCIA DE REPORTE	Mensual

Adaptado de: programa de ahorro y uso eficiente del agua (PAUEA) para la universidad Santo Tomás sede Bogotá

7.2.1.2. Instalación de micromedidores

La identificación de los consumos de agua en cada uno de los edificios fue de difícil acceso debido a la falta de micromedidores, por lo tanto, es necesaria la instalación gradual de estos.

Se recomienda la instalación de micromedidores en las siguientes unidades fiscales:

1. Cada uno de los edificios principales A, B, C, D, E, F
2. Cafetería
3. Gimnasio
4. Campus deportivo
5. Laboratorios
6. Zonas verdes (riego de plantas)
7. Fachadas (lavado de fachadas)

Tabla 32 Cobertura de micromedidores de agua

INDICADOR	COBERTURA DE MICROMEDIDORES
FORMULA	$CA = (CM/TA) * 100$ CM: cobertura de micromedidores TA: total áreas
OBJETIVO	Cubrir el total de las áreas donde no se tienen datos de consumo y distribución de micromedidores.
FRECUENCIA DE REPORTE	Semestral

Adaptado de: programa de ahorro y uso eficiente del agua (PAUEA) para la universidad Santo Tomás sede Bogotá

7.2.1.3. Mejoramiento de las unidades sanitarias obsoletas

De acuerdo al diagnóstico de las unidades que más consumen agua en la universidad o que se encuentran obsoletas, se plantea la reconversión de estas unidades con el fin de disminuir el consumo de agua.

Tabla 33 Cambio de infraestructura

INDICADOR	INFRAESTRUCTURA OBSOLETA
FORMULA	$IO = (CUO/CUM) * 100$ CUO: cantidad de unidades obsoletas CUM: cantidad de unidades mejoradas
OBJETIVO	Ejecución de acciones preventivas y correctivas necesarias relacionadas con el uso y consumo de agua
FRECUENCIA DE REPORTE	Trimestral

Adaptado de: programa de ahorro y uso eficiente del agua (PAUEA) para la universidad Santo Tomás sede Bogotá

7.2.1.4. Registros de tendencias de consumo hídrico

Recolectar información de los consumos de agua con el fin de garantizar medidas preventivas y correctivas en cuanto a infraestructura y educación ambiental.

Tabla 34 Registro de consumo

INDICADOR	DISMINUCIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
FORMULA	$DV = V_{Am.ac} - V_{Am.an}$ VAm.ac: volumen de agua mes actual VAm.an: volumen de agua mes anterior
OBJETIVO	Verificar y comparar los volúmenes de agua consumida en periodos de tiempo diferentes con el fin de analizar posibles excesos en los consumos de agua
FRECUENCIA DE REPORTE	Mensual

Adaptado de: programa de ahorro y uso eficiente del agua (PAUEA) para la universidad Santo Tomás sede Bogotá

7.2.1.5. Capacitaciones

Con el fin de dar a conocer la importancia del cuidado y conservación del recurso hídrico se plantean capacitaciones al personal de la universidad, además con el fin de llevar registro de estas capacitaciones se propone la creación de un formato necesario para el control de estas.

Tabla 35 Personas capacitadas

INDICADOR	PERSONAS CAPACITADAS
FORMULA	$C = (PC/TP) * 100$ PC: personas capacitadas TP: total de personas
OBJETIVO	Dar a conocer la importancia de la reducción en los malos hábitos de consumo de agua en la universidad.
FRECUENCIA DE REPORTE	bimensual

Adaptado de: programa de ahorro y uso eficiente del agua (PAUEA) para la universidad Santo Tomás sede Bogotá

8. Revisión bibliográfica

8.1. Universidad de Western Michigan

En la universidad de western se encuentran muy comprometidos con un uso eficiente del recurso hídrico por lo anterior desde hace varios años se han desarrollado estrategias con el objetivo de disminuir el consumo de agua en actividades cotidianas dentro de la universidad, entre ellas tenemos:

Control de riego mediante sistema de automatización de edificios.

A partir de un logaritmo y teniendo en cuenta la evapotranspiración de las plantas el sistema determina la cantidad mínima de agua requerida para generar un crecimiento adecuado de las plantas, teniendo en cuenta las precipitaciones del lugar lo que producido una disminución significativa en el consumo de agua para esta actividad, por otro lado se realiza un estudio previo para la siembra de plantas, las cuales deben tener buena retención de agua, requieran menos cuidado y la periodicidad del riego sea menor. (Western Michigan University, 2019)

Duchas y grifos de bajo flujo

Con la instalación de cabezales de ducha con bajo consumo y aireadores para grifos la universidad puede reducir hasta un 50 % en el consumo de agua y energía cifra de gran importancia, pues las inversiones de dichos elementos pueden recuperarse fácilmente. (Western Michigan University, 2019)

Derivación de vertidos ilícitos a sanitarios.

La Universidad Western Michigan ha iniciado un programa para identificar y localizar conexiones cruzadas entre los desagües pluviales y las líneas de agua sanitaria que pueden haber ocurrido en edificios construidos en los años 1950 y 1960. (Western Michigan University, 2019)

Grifos sin contacto

Los grifos sin contacto funcionan con una CA baja de 24 voltios. Un sensor en el cuello del grifo emite un haz de luz pulsada con un rango ajustable de 1 a 8

pulgadas. Una vez que se rompe el rayo, el agua se dispensa a un caudal bajo de 0.5 galones por minuto. (Western Michigan University, 2019)

Urinarios de lavado automático

La Universidad de Western Michigan está investigando actualmente tres tipos diferentes de urinarios de lavado automático:

- Urinarios con sensores infrarrojos.
- Mango retrofit Sloan de doble descarga para fluxómetros de inodoros expuestos y de bajo consumo
- Sloan Environmental Council of the States sensor de doble descarga.

Urinarios sin agua

Los urinarios sin descarga se parecen a los accesorios convencionales y se reemplazan fácilmente. Se instalan en las líneas de desechos normales, pero eliminan las líneas de suministro de agua de descarga. (Western Michigan University, 2019)

Programa de reducción de agua para torres de enfriamiento.

Las torres de enfriamiento son dispositivos de extracción de calor que se utilizan para transferir el calor residual del proceso a la atmósfera. Nuestras torres de enfriamiento utilizan la evaporación del agua para eliminar el calor del proceso y enfriar el fluido de trabajo, enfriando así la temperatura del aire dispersado en todo el edificio. (Western Michigan University, 2019)

Conversión de condensadores enfriados por agua a aire refrigerado.

Western Michigan University ha reemplazado o convertido sistemáticamente todos los condensadores enfriados por agua en uso en todos los servicios de comidas en todo el campus con condensadores enfriados por aire como medida para ahorrar agua. (Western Michigan University, 2019)

8.2. UNIVERSIDAD DE ALCALA

La Universidad de Alcalá es una universidad pública ubicada en Alcalá de Henares, y con campus en Alcalá de Henares y Guadalajara, allí encontramos las siguientes estrategias para el uso adecuado del agua

El agua en la UAH se destina a edificios y a riego. En los edificios se emplea en los aseos (tanto en lavabos como en cisterna), para la limpieza, en las cafeterías y en laboratorios de investigación. El consumo de agua en los edificios se ha visto reducida en más de un 33% gracias en gran medida a la instalación de perlizadores en todos los grifos, a la incorporación de detectores de presencia en los grifos, a cisternas de doble descarga y a aparatos de recirculación de agua para refrigerar. Respecto del riego en la UAH, este se concentra fundamentalmente en el campus científico tecnológico, al que pertenece el Jardín Botánico Juan Carlos I. La UAH está desarrollando una Planificación Hidrológica Global, para una gestión optimizada del recurso hídrico del conjunto del campus, con la disposición de una red de depósitos de recogida, y acumulación, junto con su red de distribución hasta los sistemas de riego de cada zona. Se consideran los diferentes sistemas de origen del agua, como la recuperación de las aguas pluviales de cubiertas y la utilización de las aguas procedentes de los drenajes de los edificios que disponen de sótanos, que son aguas que habitualmente se pierden en la red de saneamiento. (Universidad de Alcalá, 2019)

8.3. UNIVERSIDAD DE KEELE

Es una universidad pública de investigación ubicada a unos 5 kilómetros de Newcastle-under-Lyme, Staffordshire, Inglaterra.

La Universidad de Keele está comprometida en la gestión del uso del agua de manera eficiente, al mismo tiempo garantizar la implementación de planes sólidos para minimizar el riesgo de contaminación por actividades relacionadas con el agua. (Keele University, 2019)

A principios de la década de 2000, la Universidad de Keele introdujo un programa de medidas de eficiencia de agua que permitió ahorrar 92,000 m³ de agua o el 26% del consumo total del campus. Las medidas de eficiencia del agua incluyeron un plan activo de detección y gestión de fugas, combinado con un monitoreo cuidadoso del uso del agua para reducir la demanda. Sin embargo, en los últimos años, el número de áreas de construcción en el campus ha crecido junto con una mayor demanda de agua. (Keele University, 2019)

Actualmente se está desarrollando una estrategia de eficiencia de agua para reducir aún más el consumo de agua. Planeamos introducir nuevos medidores de agua con equipos de registro de media hora en todo el campus. Esto permitirá una monitorización precisa del agua y un mapeo del consumo de agua que ayudará a identificar mayores ahorros de agua. También estamos investigando una serie de proyectos de agua que incluyen la reducción del flujo y la mejora del control de los urinarios, la restricción del flujo en los grifos y la reducción de la presión del agua en los inodoros. (Keele University, 2019)

Se cuenta con la recolección de agua de lluvia en los Laboratorios Lennard Jones que proporcionan el agua para la descarga de los inodoros, en lugar de utilizar el agua de la red. (Keele University, 2019)

8.4. UNIVERSIDAD DE OXFORD

La intensidad del agua en las operaciones de la Universidad está disminuyendo año tras año, y el uso general del agua ha disminuido un 20% en los últimos seis años. se cree que esto se debe principalmente a una reducción general en la intensidad del agua de la investigación científica en la Universidad. (University of Oxford , 2019)

Dentro de la universidad se evidencio que la eficiencia del agua de los accesorios sanitarios de la Universidad está aumentando a medida que se reemplazan o renuevan los accesorios, con el 13% de los grifos para qué evidencia se

proporcionó teniendo aireadores ajustados para reducir el caudal. (University of Oxford , 2019)

Infraestructura de captación de aguas pluviales.

Los sistemas de recolección de agua de lluvia recolectan una proporción del agua de la lluvia en un edificio. Esta agua generalmente se filtra y se alimenta a un tanque desde donde está se utiliza en accesorios sanitarios, generalmente inodoros y urinarios. (University of Oxford , 2019)

Se entiende que la Universidad tiene cuatro edificios que tienen sistemas de recolección de agua de lluvia que funcionan. Sin embargo, los datos están disponibles actualmente para sólo dos de los sistemas: el Edificio de Investigación del Campus Old Road y el Edificio de Nueva Bioquímica. Ha sido se estima que estos proporcionan 405m³ de agua por año, equivalente al 0.1% del agua de la Universidad. Uso otro sistema de recolección de agua de lluvia en el edificio Manor Rd está actualmente aislado debido a bloqueos Se ha estimado que este sistema es capaz de proporcionar otros 750 m³ de agua al año. (University of Oxford , 2019)

9. Matriz DOFA

Tabla 36 Matriz DOFA

ELEMENTOS	IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS
DEBILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • <i>No existen micro medidores</i> • <i>Unidades sanitarias de alto consumo de agua</i> • <i>Presencia de fugas en algunas de las unidades sanitarias</i> • <i>Falta de indicadores de consumo</i> • <i>Falta de registros y listas de chequeo</i> • <i>Falta de calibración de algunos sistemas ahorradores.</i> • <i>El no compromiso de las responsabilidades adquiridas por parte de los estudiantes y docentes.</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Falta de apoyo económico para el desarrollo de estrategias que disminuyas los consumos de agua</i>
OPORTUNIDADES	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Capacitaciones en educación y sensibilización ambiental.</i> • <i>Marco legal óptimo para la realización de planes de uso eficiente del agua.</i> • <i>Personal docente capacitado para el desarrollo de estrategias.</i> • <i>Creación de alternativas propias de la universidad con el fin de disminuir los consumos de agua.</i>
FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Participación de estudiantes y docentes para el desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro de agua</i> • <i>Infraestructura adecuada para la realización de proyectos que incentiven la disminución del agua.</i> • <i>Propuestas para el aprovechamiento de agua lluvia</i> • <i>Control de lavado de fachadas y riego de jardines.</i>
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • <i>No lograr la disminución esperada con las estrategias propuestas</i> • <i>Falta de conciencia ambiental en cuanto al uso eficiente del agua y conservación del recurso hídrico</i>

Fuente: Autores

De la matriz DOFA se puede inferir que se deben generar datos exactos que den claridad de donde se consume la mayor cantidad de agua con el fin de mitigar los posibles consumos exagerados que se puedan estar presentar, además se deben realizar chequeos periódicos a cada una de las unidades sanitarios o de consumo de agua y finalmente que las estrategias y/o alternativas propuestas en los diferentes trabajos se lleven a cabalidad siempre y cuando sean económica y ambientalmente sostenibles.

10. Formulación de estrategias.

A partir del diagnóstico realizado, los puntos críticos determinados, la identificación y evaluación de las instalaciones de la universidad, se proponen 3 estrategias viables y adecuadas, según las necesidades de la universidad con el fin de que al momento de ser implementadas generen una disminución de los índices de consumo de agua del sistema de acueducto, se aprovechen otras fuentes del agua alternativas y se reduzca el costo pagado por el servicio de acueducto a la empresa de servicios públicos de Manizales, las cuales son:

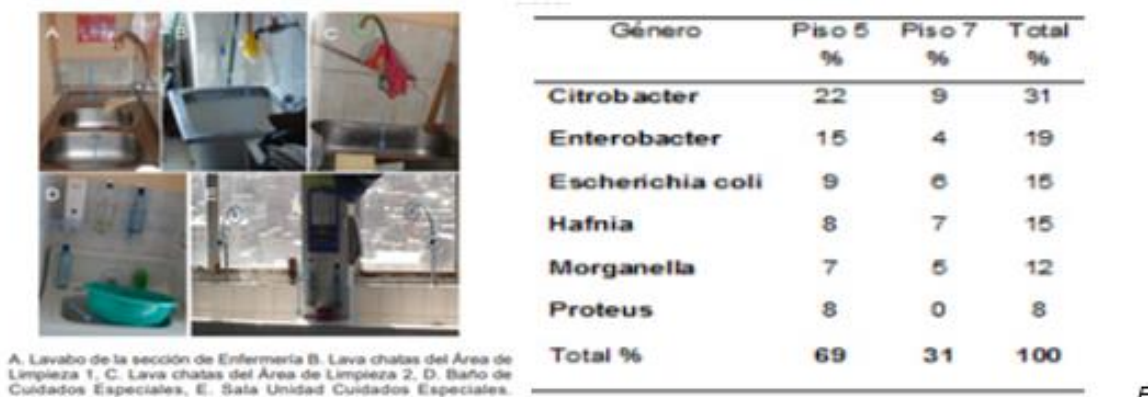
10.1. Bebederos UCM

De acuerdo a estudios realizados en la universidades del Rosario en Colombia y la de Harvard en Estados Unidos la implementación de bebederos es una estrategia de gran importancia para la disminución del consumo de agua embotellada, reduciendo así los residuos sólidos generados en las universidades, además un estudio realizado por la universidad ciencia y sociedad de Bolivia, el cual se basó en la Determinación de parásitos intestinales en manijas de grifos de baños públicos en los principales mercados de la ciudad de santa cruz de la sierra del total de muestra obtenidas 100 % (53) en los diferentes mercados de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra se obtuvieron 49% (26) muestras positivas con presencia de parásitos intestinales y 51 % (27) negativo, el 24.5 % (13) fue protozoos y 24.5 % (13) helmintos. (Flores Hernandez & Quispe, 2014)

Por otro lado, un artículo realizado por Sociedad científica de estudiantes de medicina de la UMSA, expone la prevalencia de enterobacterias en grifos y lavados en el servicio de medicina interna del Hospital Obrero N° 1, en el cual se realizó un estudio de corte transversal con 36 muestras obtenidas de puntos estratégicos de los lavados de los baños de paciente y servicio de limpieza en el sector del hospital.

En dicho estudio se determinó la presencia de enterobacter spp, E-coli, proteus spp, morganella spp, citrobacter spp, y hafnia alvei en grifos y lavados del servicio de medicina interna, como se observa en la imagen. (Rojas Saunero , Salazar Romero , & Salazar Sanabria , 2009)

Fig. 25 Lugar de toma de muestra, bacterias encontradas en piso



Fuente: Prevalencia de Enterobacterias en Grifos y Lavabos en el Servicio de Medicina Interna del Hospital Obrero N°1

Por último, de acuerdo a un reportaje realizado por Discovery Channel e información que fue corroborada por el organismo internacional Higiene Council, la contaminación de las bacterias: Escherichia coli, el Norovirus, la Salmonella o las Campylobacterse en puertas del baño, al espejo, techo, grifos e incluso al cepillo de dientes se produce porque las bacterias intestinales que están dentro del inodoro pueden saltar hasta un metro y medio a su alrededor cuando se tira de la cadena, ya que en ese momento se produce un remolino. (Discovery Channel , 2016)

Con base a los estudios anteriores se concluye que puede existir un foco de contaminación debido a la utilización de grifos en baños como medio para la recarga de agua la cual es consumida por estudiantes, profesores y personal administrativo, esto debido la falta de dispensadores de agua en el bloque E y dispensadores en puntos estratégicos de la universidad.

Por lo anterior se propone la instalación de bebederos, teniendo en cuenta los puntos críticos determinados a partir de información secundaria, con los cuales se pretende disminuir la utilización de las unidades sanitarias para el consumo de agua y por ende prevenir enfermedades estomacales como diarrea producidas por

bacterias alojadas en los grifos y los alrededores de los baños de todo el personal de la universidad que diariamente llevan a cabo sus actividades educativas y de recreación.

10.1.1. Encuestas a estudiantes, profesores y administrativos de la UCM

Se realizó una encuesta a 100 personas conformados por estudiantes, profesores, personal administrativo y trabajadores de la universidad católica de Manizales, con el objetivo de determinar la perspectiva frente al consumo de agua en las unidades sanitarias de la universidad y que tan de acuerdo se encuentran con la instalación de bebederos, para lo cual se diseñaron 6 preguntas cerradas, de selección múltiple, dichas preguntas las podemos observar en la figura 26

Fig. 26 Encuestas realizadas

ENCUESTA
Programa de uso eficiente y ahorro del agua (PUEAA) Como proyecto de grado

1. Está de acuerdo usted en recargar su botella de agua para consumo en los baños de la universidad.

- Si
- No
- Le es indiferente

Si su respuesta es NO, responda la siguiente pregunta:

2. ¿Por qué no está de acuerdo? Seleccione la respuesta que más considere para usted.

- Es un foco de enfermedades.
- Es incomodo llenar las botellas allí.
- No cree que sea el lugar adecuado.
- No se encuentra aseado.

3. Se ha abstenido usted en algún momento de tomar agua de los baños de la universidad

- Si
- No

Si su respuesta a la pregunta anterior fue SI responda la siguiente pregunta:

4. ¿Por qué razón?

- Las unidades sanitarias tienen un mal olor.
- Es incomodo llenar la botella en estos lavamanos.
- No considera que el agua sea segura.
- No considera que sea el ambiente apropiado para llenar su botella.
- Todas las anteriores.

5. ¿Cuántas veces al día llena usted o bebe agua de los baños de la universidad?

- De 1 a 5 veces
- De 6 a 12 veces
- Más de 12 veces

6. Cree usted que es indispensable para la universidad instalar bebederos.

- Si
- No

Fuente: Autores

10.1.1.1. Análisis de resultados

Se realizaron 100 encuestas distribuidos de la siguiente manera

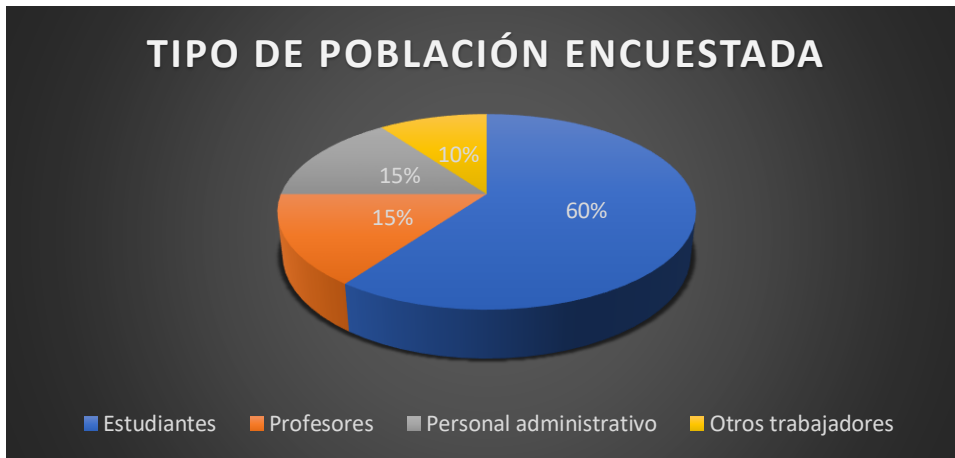
Tabla 37 Tipo de población

TIPO DE POBLACIÓN	FRECUENCIA	%
ESTUDIANTES	60	60
PROFESORES	15	15

PERSONAL ADMINISTRATIVO	15	15
OTROS TRABAJADORES	10	10

Fuente

Fig. 27 Tipo de población encuestada



Fuente: Autores

Se realizaron más encuestas a los estudiantes de diversos programas, con un 60 %, debido a que son ellos los que mantienen un mayor contacto con el consumo de agua en las unidades sanitarias, a su vez es la población más alta presente en la universidad, para el demás personal de la universidad se realizaron el mismo número de encuestas con un 15% Y 10% para otros trabajadores.

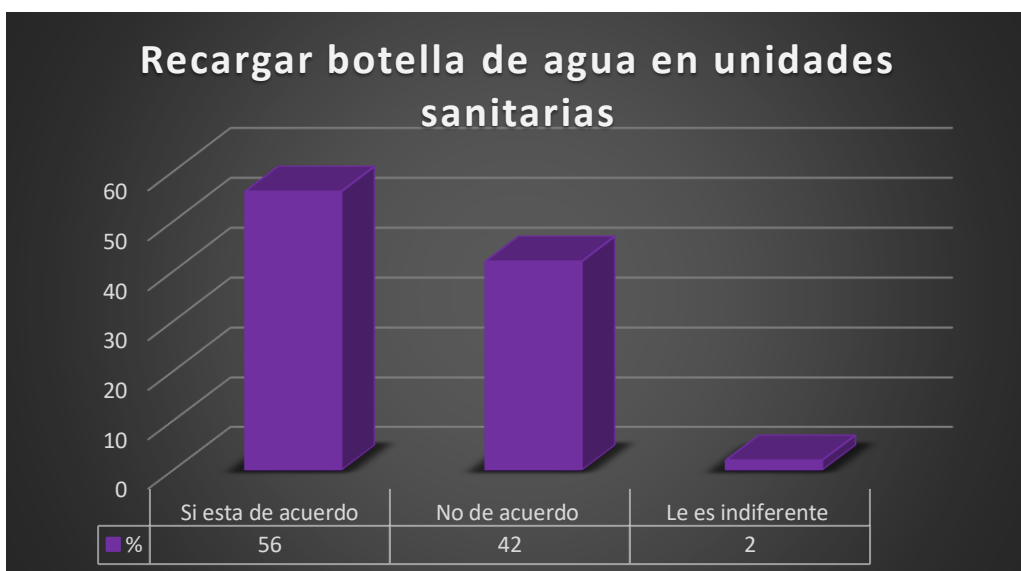
Pregunta N° 1. Está de acuerdo usted en recargar su botella de agua para consumo en los baños de la universidad.

Tabla 38 Resultados pregunta N° 1

	FRECUENCIA	%
SI ESTA DE ACUERDO	56	56
NO DE ACUERDO	42	42
LE ES INDIFFERENTE	2	2
TOTAL	100	100

Fuente: Autores

Fig. 28 Análisis pregunta N°1



Fuente: Autores

Se observa que del total de los encuestados el 56% está de acuerdo en consumir o recargar su botella de agua en unidades sanitarias, por lo que se da a entender que no tienen ningún tipo de prejuicio con el uso los baños para este tipo de actividades, ni de incomodidad, trasmisión de enfermedades, entre otros, sin embargo, el 42% de la población no se encuentra de acuerdo con esta práctica y por ultimo solo el 2% le es indiferente.

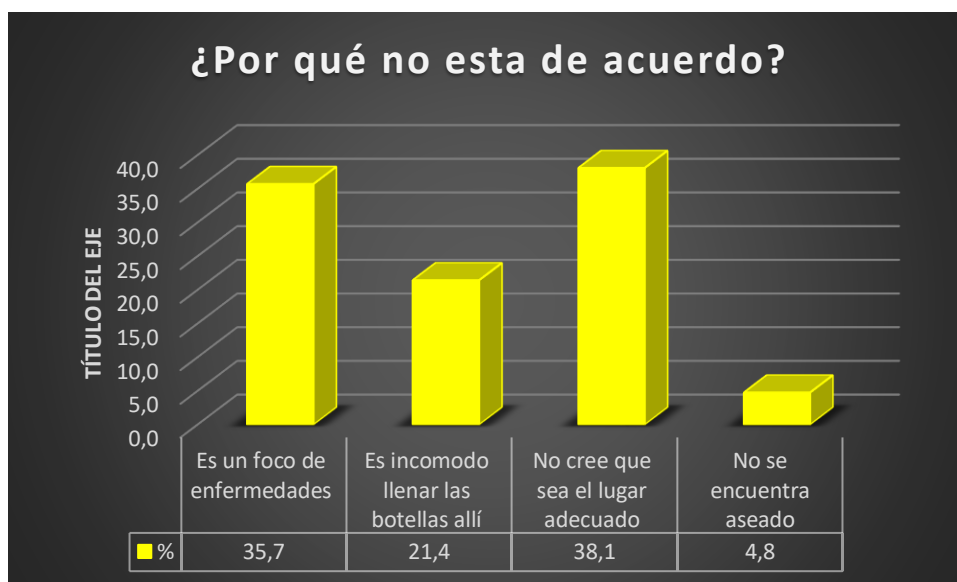
Pregunta N° 2. Si su respuesta es NO, responda la siguiente pregunta: ¿Por qué no está de acuerdo? Seleccione la respuesta que más considere para usted.

Tabla 39 Resultados pregunta N°2

	FRECUENCIA	%
ES UN FOCO DE ENFERMEDADES	15	35,7
ES INCOMODO LLENAR LAS BOTELLAS ALLÍ	9	21,4
NO CREE QUE SEA EL LUGAR ADECUADO	16	38,1
NO SE ENCUENTRA ASEADO	2	4,8
TOTAL	42	100

Fuente: Autores

Fig. 29 análisis pregunta N° 2



Fuente: Autores

De las 100 personas encuestadas solo 42 respondieron No estar de acuerdo en recargar su botella en las unidades sanitarias de la universidad, por lo anterior, las razones del 30% de las personas de la pregunta anterior son las siguientes el 35,7% considera que el baño no es un lugar adecuado para el consumo o llenado de su botella de agua potable, el 21,4% lo considera como un foco de enfermedades, debido a las actividades básicas que se realizan allí, el 38,1% considera que es incómodo llenar allí las botellas, lo que da a entender, que la grifería allí implementada no facilita la recarga de botellas, haciendo de esta actividad algo incómodo y solo el 4,8% con 2 personas seleccionaron que las unidades de la universidad no se encuentran aseadas.

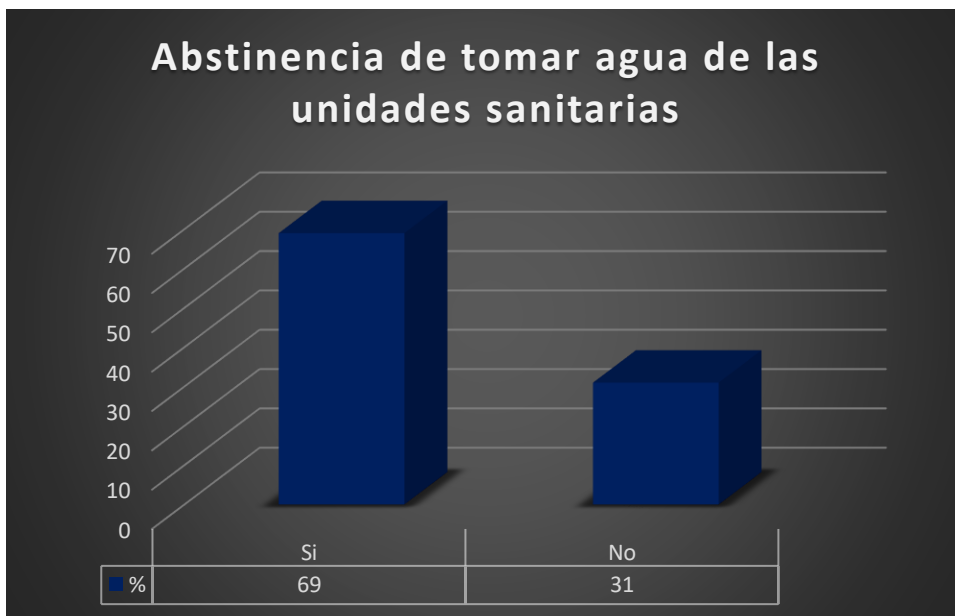
Pregunta N° 3. Se ha abstenido usted en algún momento de tomar agua de los baños de la universidad.

Tabla 40 Resultados pregunta N° 3

	FRECUENCIA	%
SI	69	69
NO	31	31
TOTAL	100	100

Fuente: Autores

Fig. 30 Análisis pregunta N° 3



Fuente: Autores

Se puede concluir que del total de los encuestados el 69% es decir 69 personas en algún momento se ha abstenido de beber agua de las unidades sanitarias o baños de la universidad, esto puede indicar que no confían de realizar esta práctica en dichos lugares, algunas de las razones seleccionadas por los encuestados se observan en la siguiente pregunta.

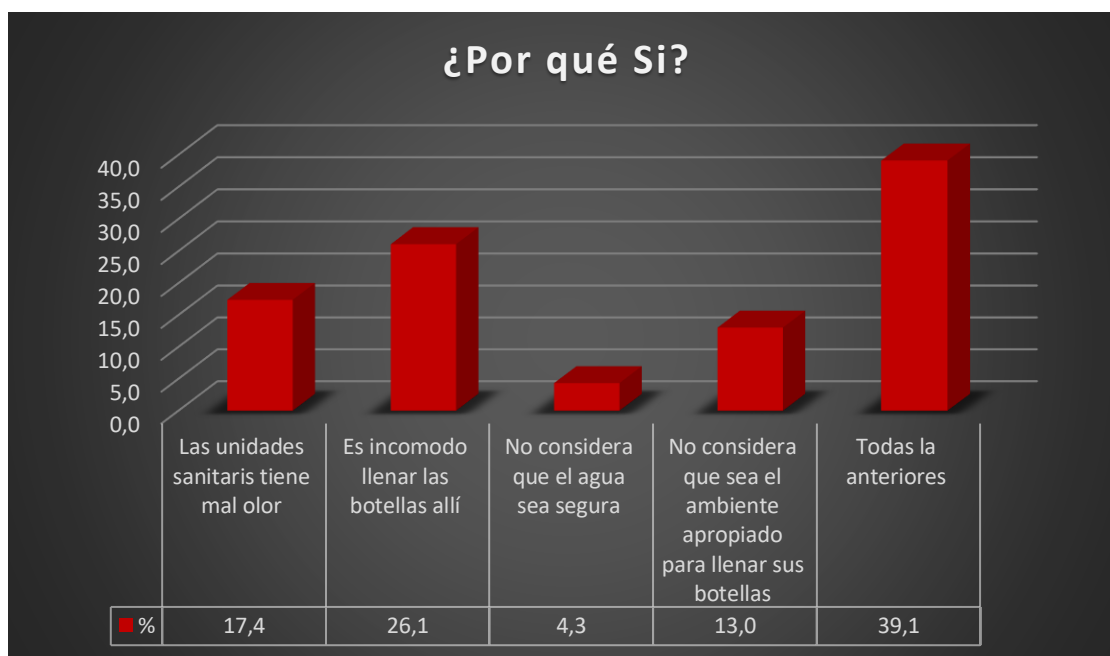
Pregunta N° 4. Si su respuesta a la pregunta anterior fue SI responda la siguiente pregunta: ¿Por qué razón?

Tabla 41 Resultados pregunta N°4

	FRECUENCIA	%
LAS UNIDADES SANITARIS TIENE MAL OLOR	12	17,4
ES INCOMODO LLENAR LAS BOTELLAS ALLÍ	18	26,1
NO CONSIDERA QUE EL AGUA SEA SEGURA	3	4,3
NO CONSIDERA QUE SEA EL AMBIENTE APROPIADO PARA LLENAR SUS BOTELLAS	9	13,0
TODAS LA ANTERIORES	27	39,1
TOTAL	69	100,0

Fuente: Autores

Fig. 31 Análisis pregunta N° 4



Fuente: Autores

Se puede determinar que de las 69 personas que respondieron la quinta pregunta el 4,3% de la población se abstuvo en algún momento de beber agua de las unidades sanitarias de la universidad por no considerar el agua segura, el 17,4% considera que las unidades sanitarias tienen mal olor y el 13% no considera que sea ambiente apropiado para llenar sus botellas, por otro lado, el 26,1% consideran que es incómodo llenar sus botellas allí y con un porcentaje mayor de 39.1% consideras que todas las opciones planteadas son adecuadas o en algún momento ocurrieron y por lo tanto se han abstenido a tomar agua de los baños.

Pregunta N° 5. ¿Cuántas veces al día llena usted o bebe agua de los baños de la universidad?

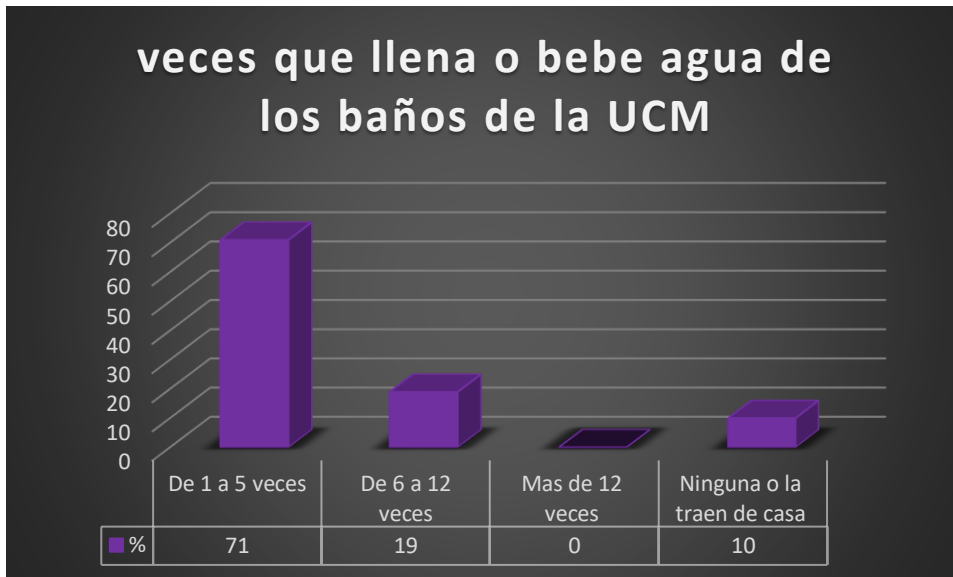
Tabla 42 Resultados pregunta N° 5

	FRECUENCIA	%
DE 1 A 5 VECES	71	71
DE 6 A 12 VECES	19	19
MAS DE 12 VECES	0	0

NINGUNA O LA TRAEN DE CASA	10	10
TOTAL	100	100

Fuente: Autores

Fig. 32 Análisis pregunta N° 53



Se puede observar con esta pregunta que el 71% de los encuestados consumen o recargan sus botellas de agua de 1 a 5 veces, siendo este el porcentaje más alto, por otro lado, el 19% lo recarga de 6 a 16 veces y solo el 10% de los encuestados no beben agua de la universidad, pues o la traen de sus casas, comprar o utilizan otra alternativa.

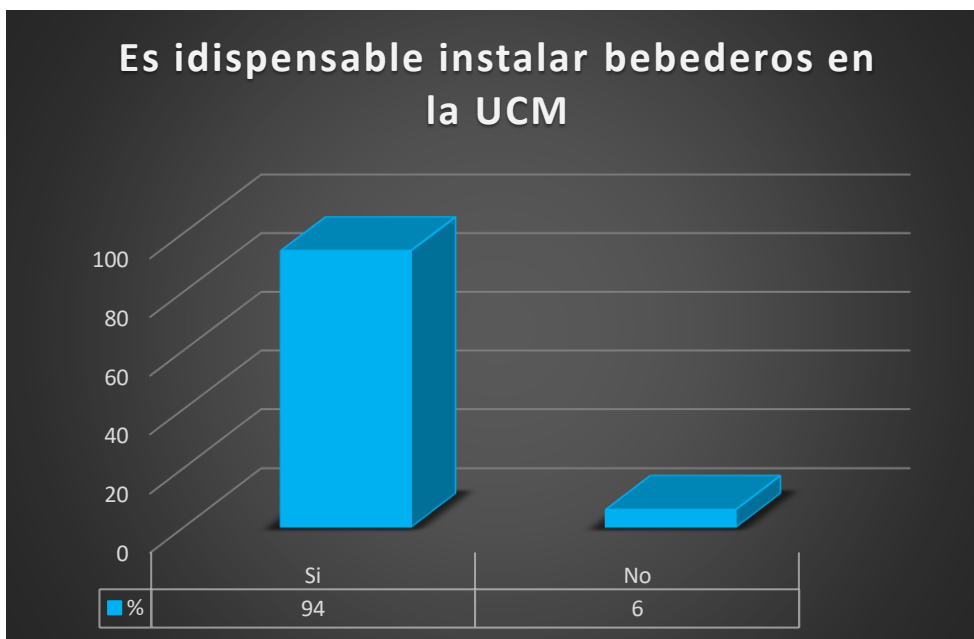
Pregunta N°6. Cree usted que es indispensable para la universidad instalar bebederos.

Tabla 43 Resultados pregunta N° 6

	FRECUENCIA	%
SI	94	94
NO	6	6
TOTAL	100	100

Fuente: Autores

Fig. 33 Análisis pregunta N° 6



Fuente: Autores

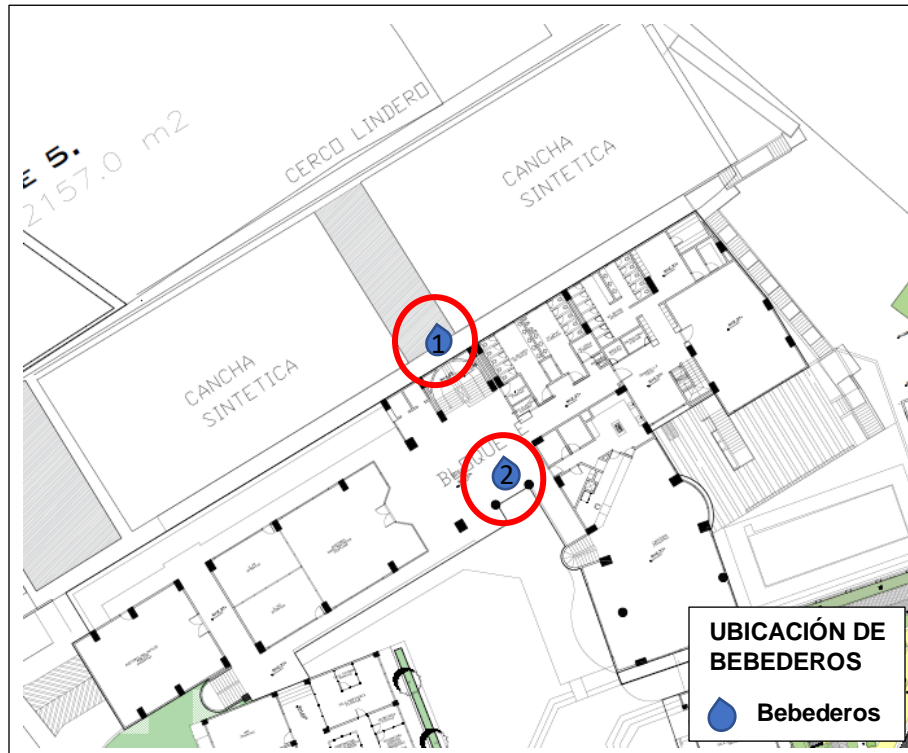
De acuerdo a las personas encuestadas el 94% cree que es indispensable la instalación de bebederos en puntos estratégicos de la universidad, lo que nos da a entender la necesidad que los estudiantes, personal administrativo, profesores y demás han observado en la universidad, y el desconocimiento que se observa frente a temas como enfermedades, contaminación cruzada y demás factores que se observan dentro de una unidad sanitaria, sin embargo solo el 6% no creen que sea indispensable la instalación de bebederos.

Por último podemos concluir que la adecuada instalación, en puntos estratégicos y manejo de bebederos de la universidad pueden disminuir la abstinencia de la población UCM en el consumo de agua potable directamente del acueducto y a su vez disminuir la compra de agua embotellada u otros productos que suplen esa necesidad, pues serán instrumentos más cómodos únicamente utilizados con el objetivo de recargar botellas y beber agua potable

10.1.2. Ubicación de bebederos

Teniendo en cuenta puntos críticos y puntos donde el consumo de agua es más elevado por las actividades allí realizadas se determinaron la instalación de 4 bebederos, ubicados como se observa en la siguiente figura:

Fig. 34 Ubicación de bebederos 1 y 2



Fuente: Adaptación del Plan maestro de ordenamiento físico de la universidad católica de Manizales.

Fig. 35 Fig. 55 Ubicación de bebederos 3



Fuente: Adaptación del Plan maestro de ordenamiento físico de la universidad católica de Manizales.



Tabla 44 Coordenadas geográficas de bebederos

BEBEDERO	COORDENADAS
1	5°3'38,82" N 75°29'15.34"W
2	5°03'38,32" N 75°29'15,22"W
3	5°03'37,93" N 75°29'13.92"W
4	5°03'35,96" N 75°29'14,60"W


Fuente: Autores

Cabe resaltar que se propone inicialmente que los bebederos se encuentren ubicados en el primer piso de la universidad, donde después de ser instalados se debe realizar un seguimiento, evaluando así parámetros como, manejo adecuado, reducción en la utilización de lavados en baño para la recarga de agua, viabilidad, entre otros, para determinar si se requiere la instalación de más bebederos en la UCM.

10.1.3. Costos económicos

A partir de las necesidades de la universidad, se realiza la cotización de bebederos convencionales y para el llenado de botellas, los precios, imágenes y características se observan a continuación.

Tabla 45 Cotización de bebederos

EMPRESA	BEBEDERO	CARACTERISITICAS	COSTO
		<p>Provisión de agua: Agua del acueducto</p> <p>Dimensiones: Alto 105 cm x Ancho 38 cm x Prof. 38 cm</p> <p>Peso: 39 Kg</p> <p>Llave de agua: Dos grifos, Un grifo cromado en una sola pieza con botón push para más comodidad. Suministra</p>	\$1'850.000 INC IVA



BEBEDERO DE PEDESTAL (USO INTERNO Y EXTERNO)

agua pura a chorro. Grifo cuello de cisne para llenado de botellas fácil e higiénico.

Sistema de filtración: Un filtro de sedimentos y de carbón activado.

Sedimentos: 5 micras

Carbón activado: Elimina cloro residual, mejora olor, color y sabor del agua. 20 micra.

Filtro de pulimento: Carbón activado

Material: Base en acero inoxidable satinado anticorrosiva, resistente en una sola pieza para trabajo pesado. Alta resistencia a la humedad, transpiración, calor y rayos solares.

Drenaje: De sifón, Bloquea la entrada de malos olores provenientes del desagüe.

Utilidad: Para uso en lugares de alto consumo de agua como colegios, gimnasios, industrias, batallones, hospitales.



Bebadero de agua muro (USO INTERNO/EXTERNO)

Provisión de agua: Agua del acueducto

Dimensiones: Alto 50 cm x Ancho 43 cm x Prof. 48 cm

Peso: 30 Kg

Llave de agua: Sistema Push. Sistema llenado de botellas.

Sistema de filtración: Un filtro de sedimento y uno de carbón activado.

Sedimentos: 5 micras

\$3'100.000
INC IVA



		<p>Carbón activado: Elimina cloro residual, mejora olor, color y sabor del Agua. 20 micras</p> <p>Filtro de pulimento: Carbón activado Material: Base en acero inoxidable satinado anticorrosiva, resistente en una sola pieza para trabajo pesado. Alta resistencia a la humedad, transpiración, calor y rayos solares.</p> <p>Drenaje: De sifón, Bloquea la entrada de malos olores proveniente del desagüe. Utilidad: Para uso en lugares de alto consumo de agua como colegios, gimnasios, industrias, batallones, hospitales.</p>	
	 <p>Bebedero de agua con pedestal conjugado</p>	<p>Provisión de agua: Agua del acueducto</p> <p>Dimensiones: Alto 103 cm x Ancho 70 cm x Prof. 35 cm</p> <p>Peso: 50 Kg</p> <p>Estaciones: 2</p> <p>Llaves de agua: Un grifo cromado en una sola pieza con botón push para más comodidad. Suministra agua pura a chorro. Sistema para llenado de botellas.</p> <p>Sistema de filtración: Un filtro de sedimentos y uno de carbón activado.</p> <p>Sedimentos: 5 micras</p> <p>Carbón activado: Elimina cloro residual, mejora olor, color y sabor del agua. 20 micras.</p>	<p>\$3'600.000 INC IVA</p>

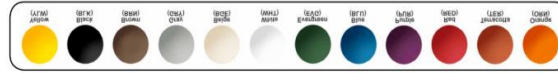
	<p>(USO INTERIOR Y EXTERIOR)</p>	<p>Material: Base en acero inoxidable satinado anticorrosiva, resistente en una sola pieza para trabajo pesado. Alta resistencia a la humedad, transpiración, calor y rayos solares.</p> <p>Drenaje: De sifón, Bloquea la entrada de malos olores provenientes del desagüe.</p> <p>Utilidad: Para uso en lugares de alto consumo de agua como Colegios, Gimnasios, Industrias, Batallones, Hospitales, etc.</p>	
	 <p>AC-EMASMB</p> <p>ESTACIÓN DE LLENADO DE BOTELLAS</p> <p>(USO INTERNO)</p> <p>http://www.acuaval.com/acuaval/productos/index/21</p>	<p>El sistema HYDROBOOST™ proporciona un rápido llenado de agua para calmar la sed y reducir residuos de botellas plásticas en el medio ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No más residuos (papel, cartón, plástico, etc). • No más desorden en los puntos de uso. • Reduce el gasto de los consumidores de botellas plásticas para agua vs. agua del grifo. • Protege el medio ambiente de la contaminación de botellas de plásticas. • Reducción en el consumo de energía para producir botellas de plástico desechables (Reduce la huella de CO2). 	<p>\$2'500.000 +IVA</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • Incluye filtro de carbón activado. • Modelo para uso interior. • Funciona con baterías. • NO Refrigerado. • Marca ELKAY <p>Material: Acero Inox. - Polímero de alta densidad</p> <p>Acabado: Satinado – Gris</p>	
	 <p>ESTACIÓN DE LLENADO DE BOTELLAS - ANTIVANDALICO (USO EXTERIOR)</p> <p>http://www.acuaval.com/acuaval/productos/index/21</p>	<p>El sistema HYDROBOOST™ proporciona un rápido llenado de agua para calmar la sed y reducir residuos de botellas plásticas en el medio ambiente.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No más residuos (papel, cartón, plástico, etc). • No más desorden en los puntos de uso. • Reduce el gasto de los consumidores de botellas plásticas para agua vs. agua del grifo. • Protege el medio ambiente de la contaminación de botellas de plásticas. • Reducción en el consumo de energía para producir botellas de plástico desechables (Reduce la huella de CO2). • Incluye filtro de carbón activado. • Modelo para uso exterior. • NO Refrigerado. 	<p>\$9'000.000 +IVA</p>

- Marca HALSEY TAYLOR.

Material: Acero Inox.

Acabado: Rojo - Ver carta de colores



El sistema HYDROBOOST™ proporciona un rápido llenado de agua para calmar la sed y reducir residuos de botellas plásticas en el medio ambiente.

- No más residuos (papel, cartón, plástico, etc).
- No más desorden en los puntos de uso.
- Reduce el gasto de los consumidores de botellas plásticas para agua vs. agua del grifo.
- Protege el medio ambiente de la contaminación de botellas de plásticas.
- Reducción en el consumo de energía para producir botellas de plástico desechables (Reduce la huella de CO2).
- Incluye filtro de carbón activado.
- Modelo para uso exterior.
- NO Refrigerado.

\$11'000.000
+IVA



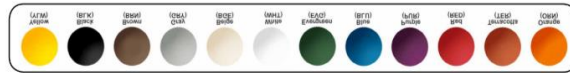
ESTACION DE LLENADO DE BOTELLAS – ANTIVANDALICO (USO EXTERIOR)

<http://www.acuaval.com/acuaval/productos/index/21>

- Marca HALSEY TAYLOR.

Material: Acero Inox.

Acabado: Verde - Ver carta de colores



Fuente: Autores

10.2. Aprovechamiento de agua lluvia en la UCM

A nivel global se han planteado sistemas de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa de ahorro de agua potable en sectores como pecuarios, agrícolas e industriales, no obstante, esta opción debe satisfacer las necesidades básicas de la población; esto se realiza como respuesta a las actuales crisis de escasez que se han presentado en los últimos tiempos a nivel mundial, lo cual está relacionado con la contaminación de las aguas superficiales por generación de residuos líquidos y el proceso de degradación que sufren las cuencas. En cuanto a esto el IDEAM afirma, que, si estos procesos no se modifican para el año 2015, en condiciones hidrológicas secas el 60% de la población colombiana podría estar en alto riesgo de desabastecimiento de agua, y que para el año 2025 el valor alcanzaría el 66% (Ballén Suárez, Galarza García, & Ortiz Mosquera, 2006).

La Universidad Católica de Manizales dentro del programa de gestión ambiental ha propuesto una alternativa de solución para disminuir los consumos de agua, esta alternativa denominada “potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias en la UCM” propuesta por el Ing. Julián Huartos, cuyo objetivo fue determinar la capacidad de la UCM para captar agua de lluvia con el propósito de identificar el ahorro de dinero por consumo de agua.

En el trabajo anteriormente descrito se muestran los componentes de un sistema de recolección de aguas lluvias de la siguiente manera.

- Captación (Tejados y plazoletas).
- Recolección y transporte (tuberías).
- Interceptor de primeras aguas: 1 litro de agua por cada metro cuadrado de área de recolección
- Sistema de filtración
- Sistema de desinfección
- Almacenamiento
- Red de distribución
- Bombeo

El Ingeniero verifico el área en m² de los techos disponible para la captación de aguas lluvias en la siguiente tabla:

Tabla 46 Área disponible en M2 por bloque

BLOQUE	ÁREA (M ²)
A	829,22
B	647,95
C	305,33
D	772,39
E	1436,17
F	744,75
PLAZOLETAS	2000
CANCHA MICRO	325,18
TOTAL	7060,99

Fuente: potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias de la UCM

La información pluviométrica para la medición del volumen de precipitaciones según e ingeniero Huartos fue recopilada por la estación que se encuentra cerca a la quebrada olivares punto más cercano a las inmediaciones de la universidad generando así los siguientes resultados

Tabla 47 Información pluviométrica

BLOQUE	ÁREA (M ²)	PREC PROMEDIO DÍA (L/M ²)	CANTIDAD DE AGUA CAPTADA (L)	CANTIDAD DE AGUA CAPTADA (M ³)
A	829,22	6,45	5347,25	5,35
B	647,95	6,45	4178,32	4,18
C	305,33	6,45	1968,93	1,97
D	772,39	6,45	4980,78	4,98
E	1436,17	6,45	9261,18	9,26
F	744,75	6,45	4802,54	4,80
PLAZOLETAS	2000	6,45	12897,05	12,90
CANCHA BASKETBALL	325,18	6,45	2096,93	2,10
TOTAL	7060,99	Total	45532,98	45,53

Fuente: potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias de la UCM

Fig. 37 Estación Quebrada Olivares

ESTACIÓN QUEBRADA OLIVARES - AGUAS DE MANIZALES		
<p>Tipo de estación: Hidrometeorológica Latitud: 5° 3' 47.28" N Longitud: 75° 29' 7.6" W Propietario: CORPOCALDAS Ubicación: Aguas de Manizales S.A.E.S.P - Sede Administrativa Altitud: 2064 m.s.n.m Activa desde: Mayo de 2015 Corriente: Quebrada Olivares Código: 170010301030</p>		
VARIABLES MONITOREADAS		
Precipitación	0 mm	
Temperatura del aire	18.3 °C	
Nivel	21.1 cm	
INDICADORES PRECIPITACIÓN		
Precipitación últimos 3 Días (A3)		
Precipitación últimos 25 Días (A25)		
Precipitación mes actual		
Última transmisión:	2018-06-25 / 10:32:35	

Fuente: potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias de la UCM

Según los datos obtenidos de la Estación Quebrada Olivares muestran que en el sector donde está ubicada la sede principal de la UCM llueve en promedio 6,45 mm al día o 6,45 L/m²*día. El área disponible para la recolección de agua lluvia en la UCM es de 7060,99 m². La capacidad de captar agua en la institución es de 45,53 m³/día. (Huartos.2018)

Tabla 48 Capacidad de captación de agua en la UCM

BLOQUE	ÁREA (M ²)	PREC PROMEDIO DÍA (L/M ²)	CANTIDAD DE AGUA CAPTADA (L)	CANTIDAD DE AGUA CAPTADA (M ³)
A	829,22	6,45	5347,25	5,35
B	647,95	6,45	4178,32	4,18
C	305,33	6,45	1968,93	1,97
D	772,39	6,45	4980,78	4,98
E	1436,17	6,45	9261,18	9,26
F	744,75	6,45	4802,54	4,80
PLAZOLETAS	2000	6,45	12897,05	12,90
CANCHA BASKETBALL	325,18	6,45	2096,93	2,10
TOTAL	7060,99	Total	45532,98	45,53

Fuente: potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias de la UCM

El Ing. Julian Huartos concluyo en el trabajo que los bloques necesarios para cubrir el 100% del consumo de agua en la universidad son el bloque E y las plazoletas teniendo un área específica de 3436,17 m² donde el volumen captado es de 22,16 m³, ya que el volumen de agua demandada diariamente por la universidad es 19,4 m³ de agua según los promedios registrados por la UCM. (Huartos, 2018).

Sin embargo, esta alternativa plantea un sistema de tratamiento el cual potabilice el 100% del agua y sea apta para consumo humano, lo que conlleva un gasto elevado, debido a los altos costos de implementación del sistema de tratamiento, por consiguiente, con el fin de reducir costos se plantea a continuación una propuesta alternativa siguiendo los lineamientos del trabajo anteriormente descrito.

A partir de los datos recopilados por el pluviómetro ubicado en la quebrada Olivares en el periodo comprendido desde el 1 de enero de 2018 hasta enero de 2019, se

determinó que las precipitaciones totales son 2479,8 mm con un promedio diario para ese mismo periodo de 6,26 mm o 6,26 L/m² donde se contrasta que hay un aumento en las precipitaciones de acuerdo al trabajo referenciado anteriormente.

Fig. 38 Historial de precipitaciones



REPORTE ESTACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Q. OLIVARES - AGUAS DE MANIZALES

Red: Red hidrometeorológica cuencas Manizales
 Fecha inicial: 2018-08-07
 Fecha final: 2019-02-06

Variables	Temperatura del Aire (°C)			Precipitación (mm)	Caudal (m3/s)			Nivel (cm)		
	Máx	Med	Mín	Suma	Máx	Med	Mín	Máx	Med	Mín
2018-08-07	23.1	17.1	12.6	0.0	0.000	0.000	0.000	28.6	22.5	16.9
2018-08-08	23.3	17.3	11.3	0.0	0.000	0.000	0.000	27.7	20.4	0.3
2018-08-09	21.8	16.6	12.8	0.4	0.000	0.000	0.000	24.4	17.3	5.3
2018-08-10	23.0	16.2	11.2	0.0	0.000	0.000	0.000	28.6	17.4	1.1
2018-08-11	23.2	16.3	10.4	0.0	0.000	0.000	0.000	29.4	21.9	12.7
2018-08-12	21.8	16.4	12.0	0.0	0.000	0.000	0.000	31.9	26.6	19.4
2018-08-13	20.3	16.2	13.0	1.6	0.000	0.000	0.000	31.9	27.2	21.9
2018-08-14	17.8	14.6	12.7	23.8	0.000	0.000	0.000	61.0	31.4	22.7
2018-08-15	19.0	14.9	12.0	0.0	0.000	0.000	0.000	31.9	26.4	19.4
2018-08-16	22.4	16.1	11.1	0.2	0.000	0.000	0.000	30.2	23.0	9.4
2018-08-17	22.5	16.8	13.1	0.0	0.000	0.000	0.000	30.2	20.7	6.9
2018-08-18	21.3	16.2	12.2	0.2	0.000	0.000	0.000	29.4	23.1	16.9
2018-08-19	20.1	16.1	13.3	2.0	0.000	0.000	0.000	30.2	23.5	18.6
2018-08-20	21.8	16.2	11.5	0.0	0.000	0.000	0.000	27.7	23.3	18.6
2018-08-21	22.1	16.3	11.8	2.8	0.000	0.000	0.000	38.5	23.4	14.4
2018-08-22	22.3	16.8	12.8	0.0	0.000	0.000	0.000	28.6	20.3	7.8
2018-08-23	21.5	16.3	11.4	0.0	0.000	0.000	0.000	30.2	23.4	16.9
2018-08-24	23.6	17.4	13.8	2.8	0.000	0.000	0.000	34.4	21.2	0.3
2018-08-25	22.2	17.3	13.7	0.0	0.000	0.000	0.000	27.7	18.2	2.8
2018-08-26	21.3	17.0	14.1	0.0	0.000	0.000	0.000	26.1	19.6	11.1

Fuente: simac geoportal <http://cdiac.manizales.unal.edu.co/sistema-alerta-temprana/MapaManizales/>

A partir de las precipitaciones diarias determinadas y con base en el trabajo “potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias en la UCM” el área destinada para la colección de aguas lluvias es el edificio bloque E, debido las siguientes condiciones:

- ✓ Posee un área de 1436,17 m²
- ✓ En este bloque se encuentra un punto crítico importante de consumo de agua determinado en este proyecto.
- ✓ Cercanía al tanque de almacenamiento propuesto.

10.2.1. Cálculo de volumen de agua en el Bloque E

Ecuación 2: Cálculo de volumen de agua

$$V_{BE} = \text{área (m}^2\text{)} * P_{\text{mensual}} \cdot \left(\frac{L}{\text{m}^2}\right)$$

$$V_{BE} = 1436,17 \text{ m}^2 * 190,75 \frac{L}{\text{m}^2} = 273949,42L$$

$$273949,42 L = 273,94 \text{ m}^3 \text{ por mes}$$

De acuerdo a los registros obtenidos por parte de estudiantes de la universidad a cerca del consumo mensual de agua para los periodos de enero de 2018 a enero 2019, el promedio de consumo es de 619 m³/mes, y teniendo en cuenta el cálculo anterior 273,94 m³/mes se determina así que con la colección de aguas lluvias del bloque E, se suplirá el 44, 25% de la demanda de agua por mes.

Sin embargo, los cálculos realizados no contemplan perdidas, por lo cual es necesario determinar el coeficiente de escorrentía, y así determinar el volumen de agua captado teniendo en cuenta factores de pérdida como evaporización, intersección vegetal, infiltraciones y demás obstrucciones que se puedan presentar.

Fig. 39 Coeficiente de escorrentía típicos

Zonas comerciales	0,9
Desarrollos residenciales con casas contiguas y predominio de zonas duras	0,75
Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0,75
Desarrollo residencial unifamiliar con casas contiguas y predominio de jardines	0,55
Desarrollo residencial con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados	0,45
Áreas residenciales con predominio de zonas verdes y cementerios tipo jardines	0,3
Laderas desprovistas de vegetación	0,6
Laderas protegidas con vegetación	0,3
Techados	0,85
calamina metálica	0,9

Fuente: López, 2003. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados

Para desarrollar el cálculo se tomó un coeficiente de escorrentía de 0,85 determinado para techados y se reemplazó en la siguiente ecuación

Ecuación 3. Oferta del agua en el mes "i" (m^3)

$$A_i = \frac{P_{pi} * C_e * A_c}{1000}$$

Fuente: UNATSABAR, 2001

Donde:

P_{pi} = precipitación promedio mensual (mm/mes)

C_e = Coeficiente de escorrentía

A_c = Área de captación (m^2)

A_i = Volumen de abastecimiento promedio (m^3)

$$A_{enero} = \frac{160 \text{ mm} * 0,85 * 1436,17 \text{ m}^2}{1000} = 195,31 \text{ m}^3$$

Tabla 49 Calculo de Volumen de abastecimiento

MES	PRECIPITACIÓN (MM)	ABASTECIMIENTO (M3)	CONSUMO (M3/MES)	DIFERENCIA (M3/MES)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	ÁREA M2
ENERO	160	195,31912	333	-137,68088	0,85	1436,17
FEBRERO	225	274,6675125	715	-440,332488		
MARZO	127,4	155,5228493	619	-463,477151		
ABRIL	236,2	288,3398509	676	-387,660149		
MAYO	201,6	246,1020912	699	-452,897909		
JUNIO	82,6	100,8334957	597	-496,166504		
JULIO	92,6	113,0409407	391	-277,959059		
AGOSTO	100,4	122,5627478	937	-814,437252		
SEPTIEMBRE	265,8	324,4738881	832	-507,526112		
OCTUBRE	307,4	375,2568593	640	-264,743141		
NOVIEMBRE	426	520,037157	665	-144,962843		
DICIEMBRE	128	156,255296	447	-290,744704		
ENERO	126,8	154,7904026	496	-341,209597		
PROMEDIO		232,86				

Fuente: Autores

Con base en la tabla anterior, es importante señalar que los volúmenes de agua captados no suplen la demanda total de agua en la universidad, sin embargo, el agua captada podría cubrir la demanda de agua para las actividades que se mencionaran en el otro ítem.

De acuerdo al dato inicial calculado sin contemplar pérdidas el porcentaje de aprovechamiento de aguas lluvias es de 44.25%, ya que se colectarían 273,54 m³/mes, ahora bien, comparado el porcentaje de aprovechamiento de agua lluvia teniendo en cuenta el coeficiente de escorrentía es 37,61%, pues se colectarían 232,86 m³/mes, donde se observa una disminución del 6,64%.

A partir de los cálculos de abastecimiento realizados se determina que el volumen del tanque debe ser de 232,86 m³ debido a que es el promedio mensual de abastecimiento, teniendo en cuenta su coeficiente de escorrentía, además se debe diseñar con un exceso del 10% con el fin de evitar posibles desbordamientos.

10.2.2. Usos para el agua lluvia captada

- ✓ Lavado de fachadas.
- ✓ Riego de jardines externos e internos.
- ✓ Construcción (mezclas de concreto).
- ✓ Descargue de sanitarios y orinales.

Se establecieron los anteriores usos ya que al ser utilizadas sin ningún tratamiento no presentan ningún peligro para la salud humana.

10.2.3. Componentes del diseño del sistema de aprovechamiento de aguas lluvias

10.2.3.1. Captación:

La captación del agua lluvia en la UCM está constituida por el techo de la edificación del bloque E el cual tiene una pendiente y superficie adecuada fácil de utilizar la colección de aguas lluvias.

Se recomienda pintar las superficies o cubrirlas con un impermeabilizante con el fin de mejorar el escurrimiento y evitar así posible crecimiento bacteriano y el moho.

El sistema de colección de aguas lluvias para el bloque E es de tipo interno, con un diámetro de tubería de 3 pulgadas.

10.2.3.2. Conducción de agua lluvia

Este sistema es el que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento, los materiales para la construcción de este sistema deben ser livianos, preferiblemente en PVC para así facilitar su unión y acondicionamiento al terreno.

Para la disminución de materiales indeseables como hojas, excrementos de aves, ceniza volcánica, ente otros, se podrá instalar mallas que los retengan evitando así la obstrucción y disminuyendo la calidad del agua.

10.2.3.3. Recolector primario

Con el fin de mejorar la calidad del agua recolectada se propone la instalación de un tanque el cual recolecte las primeras aguas lluvias del lavado del techo, evitando así de igual forma material de arrastre que pueda contaminar el agua del tanque de almacenamiento, tal como se definen a continuación; “El cual consiste en un tanque el cual recibirá un volumen de agua requerido para lavar el techo y que se estima en $1L/m^2$ de área captada, cuando el sistema esté lleno el agua seguirá su curso hasta el tanque de almacenamiento”. (UNATSABAR, 2001)

Para la colección de agua lluvia en la UCM se necesitará un volumen de tanque de 1000 litros y otro de 500 litros con el fin de abarcar el área del bloque E la cual consta de 1436,17 m².

10.2.3.4. Almacenamiento y distribución

El sistema de almacenamiento debe tener las siguientes características:

- ✓ “Contar con un sistema (grifo y drenajes) que facilite la limpieza periódica con el fin de evitar la acumulación de impurezas y contaminación del agua, garantizando así condiciones de higiene.

- ✓ Debe ser impermeable para evitar la pérdida de agua por goteo o transpiración
- ✓ No se debe permitir el paso de la luz ya que la luz permite la aparición de algas (agua con tonalidad verde), y debe evitar la entrada de polvo e insectos, puesto que los insectos pueden encontrar un lugar apto para su reproducción.
- ✓ El material de construcción debe seleccionarse de acuerdo con el volumen del tanque el cual está relacionado con la oferta/demanda y la población seleccionada. Estos pueden ser de: mampostería para volúmenes menores 100 a 500 litros, Ferrocemento y concreto para cualesquiera volúmenes.” (Corrales & Acevedo, 2010)

Por otro lado, el sistema de distribución estará basado en una bomba la cual impulse el caudal de 2,156 litros/seg

10.2.3.5. Largo, Ancho y Profundidad del tanque

A continuación, se observa el cálculo para la profundidad del tanque de almacenamiento

Ecuación 4. Determinación de profundidad

$$H = v + k$$

Tomado de: López, 2003.

H= profundidad (m)

V= capacidad del tanque (cientos de m³)

k= constante en función de la capacidad

Fig. 40 Coeficiente K

V (Cientos de m ³)	K
<3	2
4 - 6	1,8
7 - 9	1,5
10 - 13	1,3
14 - 16	1
> 17	0,7

Tomado de: Lopez, 2003.

La constante en función de la capacidad es de 2 para este caso de estudio.

$$232,86m^3 = 2,3286 * 10^2m^3$$

$$H = 2,3286 + 2 = 4,3286 m$$

$$B = L = \sqrt{\frac{V}{H}} = \sqrt{\frac{232,86}{4,3286}} = 7,33 m$$

10.2.4 Ahorro en los consumos de agua

A partir del consumo de agua obtenido en el mes de enero del 2019 se determina que el valor de 1 m3 es de \$ 3371,15 pesos M/cte, generando así una disminución en el costo del servicio de agua si se llegase a implementar el sistema de aprovechamiento de aguas lluvias en el bloque E de \$ 785.005,98 pesos M/cte.

Tabla 50 Ahorro económico



CONSUMO (M3/MES)	VALOR (M3/MES) A 2019	VALOR TOTAL MENSUAL (\$/MES)	VALOR ANUAL (\$/AÑO)
619	\$3371,15	\$2.086.741,85	\$25.040.902,2
232,86		\$785.005,98	\$9.420.071,87
AHORRO ECONÓMICO ANUAL			
TOTAL A PAGAR			\$15.620.830,3

Fuente: Autores

10.2.5. Materiales

Tabla 51 Materiales

MATERIALES	USO	COSTO
 <p>CEMENTO</p>	<p>Construcción de tanque de almacenamiento</p>	<p>\$22.000 INC IVA Armetales Manizales</p>
 <p>LADRILLO</p>	<p>Construcción del tanque de almacenamiento</p>	<p>\$1.100 Und</p>
 <p>ARENA</p>	<p>Construcción del tanque de almacenamiento</p>	<p>\$70.000 por M3</p>
 <p>TUBERÍA PVC</p>	<p>Construcción del sistema de colección hasta el taque de almacenamiento 3 pulgadas * 6 metros</p>	<p>\$55.100 INC IVA Armetales Manizales</p>

 <p>TANQUE</p>	<p>Recolector primario 1000 litros 500 litros</p>	<p>\$283.985 INC IVA \$155.300 INC IVA Armetales Manizales</p>
 <p>MALLA</p>	<p>Malla para retención de solidos</p>	<p>\$8.500 por metro</p>

Fuente: Armetales Manizales

10.3. Implementación de Tecnologías de bajo consumo y micromedidores.

De acuerdo a las observaciones que se realizaron en la planta física de la universidad, donde se verifico el estado de unidades como: lavamanos, sanitarios, duchas, pocetas, orinales, llaves de pared y lavaplatos, las cuales algunas de ellas presentan fugas o averías. De este modo se realiza el estudio de tecnologías que minimicen los consumos determinando así que elementos sanitarios son los más eficientes y económicamente viables.


Con base en la gestión del recurso hídrico realizada en la universidad de WESTERN MICHIGAN UNIVERSITY la cual indica que La instalación de cabezales de ducha de bajo flujo y aireadores de grifos es el ahorro de agua más eficaz que puede hacer. Baratos y sencillos de instalar, los cabezales de ducha de bajo flujo y los aireadores de grifos pueden reducir su consumo de agua hasta en un 50 por ciento, y reducir el costo de energía de calentar el agua también hasta en un 50 por ciento. Esta conservación de agua y energía no solo es buena para el medio

ambiente, sino que los ahorros en las facturas de servicios públicos pagarán el costo de los aireadores en unos pocos meses, (Western Michigan University, 2019)

A demás la universidad WESTERN MICHIGAN UNIVERSITY plantea que Los grifos sin contacto funcionan con una CA baja de 24 voltios. Un sensor en el cuello del grifo emite un haz de luz pulsada con un rango ajustable de 1 a 8 pulgadas. Una vez que se rompe el rayo, el agua se dispensa a un caudal bajo de 0.5 galones por minuto. Una configuración de tiempo de espera ajustable controla la cantidad de tiempo que fluye el agua. La configuración de tiempo de espera de fábrica en una llave sin contacto es de 30 segundos, pero las siguientes configuraciones de tiempo de espera están disponibles: 3, 6, 12, 30 y 45 segundos; Sensores de 1, 3 y 20 minutos para luces en muchos edificios del campus. (Western Michigan University, 2019)

A continuación, se exponen algunos de los implementos tecnológicos de bajo consumo de agua para la posible implementación en la universidad católica De Manizales.

Tabla 52 Implementos tecnológicos de bajo consumo

MATERIAL	CARACTERISITICAS	
<p>PERLIZADOR O AIREADOR</p>	<p>Son unos elementos dispersores que mezclan aire con agua apoyándose en la presión, reduciendo de este modo el consumo de agua y, por consiguiente, también la energía necesaria para obtener el agua caliente.</p> <p>Se puede instalar en duchas, lavas y grifos; con su instalación se puede garantizar un ahorro aproximado del 40% si se tiene</p>	 <p>Fuente: https://www.construmatica.com/construpedia/Perlizador</p>

	<p>una presión de 2,5 Kg y de más de 60% si se tiene una presión de 3 Kg</p>	
<p>EYECTOR PERLIZADOR</p>	<p>Diseñado especialmente para fregaderos, cocinas y zonas de limpieza, el Eyector Perlizador con cabezal giratorio llega cómodamente a todos los rincones del fregadero, presenta dos variantes de la salida de agua, lluvia y chorro. Es muy apreciado en restaurantes y cafeterías por su versatilidad y facilidad de uso.</p> <p>Ahorro de agua y energía mínimo del 40%</p>	 <p>Fuente: http://www.latiendalahorrodeagua.com/20-eyector-perlizador.html</p>
<p>REDUCTOR VOLUMÉTRICO DE CAUDAL</p>	<p>Este dispositivo permite reducir la presión y se ajusta a cualquier tipo de ducha que no posea una función economizadora se instala fácilmente entre la grifería existente y el punto de salida del agua. Ofrece un 40% de ahorro de agua y energía</p>	 <p>Fuente: http://www.latiendalahorrodeagua.com/56-reductor-volumetrico-long-life-rr-para-ducha.html</p>

<p style="text-align: center;">GRIFERÍA CON SENSOR</p>	<p>Grifería para lavamanos de mesón, manos libres con sensor, para agua fría con generador de energía incorporado, sensor oculto y pico metálico cromado, ajusta al rango de detección automáticamente. Consume 0.09 galones por ciclo en 10 segundos y no necesita punto eléctrico o batería para su funcionamiento. Hasta un 70% de ahorro en agua.</p>	 <p style="text-align: center;">Fuente: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/94401/griferia-para-lavamanos-electronica-cromo</p>
<p style="text-align: center;">MICROMEDIDOR</p>	<p>El micromedidor determina a los usuarios cual es el consumo real del agua en sus viviendas y le muestra a Empresas Públicas cuántos metros cúbicos se han gastado, por lo tanto, cuánto debe facturar el usuario, el micromedidor permite facturar consumos reales y no consumos por promedio que distorsionan la realidad del agua que consume el usuario</p>	 <p style="text-align: center;">Fuente: https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/321525/Medidor-Agua-Metalico-JV400-Clase-R315-DE-1-2-Long-190mm?searchTerm=micromedidor</p>

Fuente: Autores

10.3.1. Análisis costo/beneficio

Una de las alternativas es considerar el cambio de las unidades sanitarias obsoletas o averiadas a tecnologías que disminuyan el consumo y generen opciones para ahorrar agua lo cual se reflejara en la disminución del costo de la factura del recibo de agua. Para realizar el análisis costo beneficio al instalar una nueva tecnología se considera la tabla N° Cantidad de agua desperdiciada en la UCM.

Tabla 53 Caudal fugas

LLAVES	N° DE GOTAS	VOLUMEN (ml)	TIEMPO (SEG)
1	5	3	8
2	14	8,4	8
3	9	5,4	8
4	2	1,2	8
5	4	2,4	8
6	8	4,8	8
7	13	7,8	8
8	3	1,8	8
9	16	9,6	8
10	9	5,4	8
11	8	4,8	8
12	7	4,2	8
13	9	5,4	8
14	11	6,6	8
15	6	3,6	8
16	15	9	8
17	8	4,8	8
18	17	10,2	8
19	3	1,8	8
20	6	3,6	8
21	2	1,2	8
22	10	6	8
23	5	3	8
24	9	5,4	8
25	3	1,8	8

26	7	4,2	8
27	12	7,2	8
28	9	5,4	8
29	2	1,2	8
30	14	8,4	8
31	3	1,8	8
32	8	4,8	8
33	7	4,2	8
34	9	5,4	8
35	8	4,8	8
36	10	6	8
37	6	3,6	8
38	8	4,8	8
39	5	3	8
40	9	5,4	8
41	6	3,6	8
42	17	10,2	8
	13	205,2	8
	promedio gotas	Volumen total	promedio tiempo

Fuente: Autores

Volumen total en segundos:

$$Vt = \frac{205ml}{8seg} = \frac{25,65ml}{seg}$$

Determinación del volumen total por cada una de las 42 fugas:

$$Vt = \frac{25,65ml/seg}{42} = 0,610714286ml/seg$$

$$Q = 0,610714286 \frac{ml}{seg} * \frac{3600seg}{1hr} * \frac{24hr}{1dia} * \frac{30días}{1mes} * \frac{1m^3}{1000000ml}$$

$$= 1,582971 \frac{m^3}{mes}$$

De acuerdo al cálculo realizado, se obtiene que el desperdicio de agua por cada una de las fugas en la universidad es de $1,582971 \frac{m^3}{mes}$.

Ecuación 5. Cálculo de las pérdidas económicas

$$PE \left(\frac{\$}{mes} \right) = P \left(\frac{m^3}{mes} \right) * C \left(\frac{m^3}{mes} \right) * No. UCI$$

(Corrales & Acevedo, 2010)

Ecuación 6. Calculo del ahorro económico

$$A\$ \left(\frac{\$}{mes} \right) = A\% * PE \left(\frac{\$}{mes} \right)$$

(Corrales & Acevedo, 2010)

Ecuación 7. Calculo del ahorro en el consumo de agua potable

$$A \left(\frac{m^3}{mes} \right) = P \left(\frac{m^3}{mes} \right) * AE\%$$

(Corrales & Acevedo, 2010)

$PE =$ Perdidas económicas $\left(\frac{\$}{mes} \right)$

$P =$ perdidas $\left(\frac{m^3}{mes} \right)$

$C =$ Costo $\left(\frac{m^3}{mes} \right)$

$No. UCI =$ Número de unidades a instalar o cambiar

$A\$ =$ Ahorro $\left(\frac{\$}{mes} \right)$

$A\% =$ Ahorro (%)

$A =$ Ahorro $\left(\frac{m^3}{mes} \right)$

$\%AE =$ (%) Ahorro por equipo hidrosanitario estimado

$$PE \left(\frac{\$}{mes} \right) = \left(1,58297143 \frac{m^3}{mes} \right) * \left(3371,15 \frac{m^3}{mes} \right) * 42 = 224.130,234 \left(\frac{\$}{mes} \right)$$

La anterior ecuación muestra entonces que el gasto económico en la UCM por la pérdida de agua, con un valor aproximado en metros cúbicos de **1,58297143** $\frac{m^3}{mes}$ es de **\$ 224.130,23** pesos mensuales y que al año refleja un valor de **\$ 2' 689.652,8** pesos.

$$A\$ \left(\frac{\$}{mes} \right) = 0,45 * 224.130,23 \left(\frac{\$}{mes} \right) = 100.858,604 \left(\frac{\$}{mes} \right)$$

Ahora bien, la anterior ecuación muestra la estimación del ahorro en dinero, estimando un porcentaje de ahorro por unidad ya sea en grifería, sanitarios, duchas u orinales del 45% lo cual genera un valor de \$ 100.858,604 pesos en la reducción de pérdidas por fugas.

Si se cambiaran las unidades que presentan fugas se generaría un ahorro de \$ 224.130,234 pesos y sumado a esto se cambiaran por unidades ahorradoras las cuales generen un gasto menor a las convencionales que es aproximadamente de un 45% (\$ 100.858,604) sumando esto se tendría que el valor total ahorrado para un tiempo de un año de \$ 3' 899. 866,06 pesos.

$$A\left(\frac{m^3}{mes}\right) = 1,58297143\left(\frac{m^3}{mes}\right) * 0,45 = 0,7123\left(\frac{m^3}{mes}\right)$$

De la anterior ecuación se estima que, de las unidades ahorradoras consultadas la mayoría de estas presentan un ahorro del 45%, por consiguiente, de los 1,58297143 m³ desperdiciados, primerio se eliminaría tal desperdicio y además se tendría un ahorro de 0,7123m³/mes

La instalación de equipos ahorradores en este caso llaves o grifería generarían un ahorro de 2' 828.535,88 pesos en el año en la UCM, además del 45% aproximadamente del ahorro en los consumos en la utilización de llaves con sensor, supliendo así el gasto de 66,49 m³/mes debido a las 42 llaves con fugas.

11. Conclusiones

Para el desarrollo del diagnóstico fue necesaria la recolección de información de fuentes secundarias, donde se estableció la distribución de agua potable a los bloques de la universidad de acuerdo a los medidores existentes, siendo así el de mayor consumo el contador 8050827 de acuerdo a la codificación de los contadores además se verificó el funcionamiento de las unidades sanitarias, permitiendo así identificar las fugas existentes por bloques, sin embargo la falta de información básica de consumos de agua necesarios para el desarrollo de indicadores y datos los cuales permitan identificar la demanda de agua y la identificación de consumos de agua por sectores o bloques son indispensables para el desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro del agua.

De acuerdo a los indicadores realizados se estima que el porcentaje de llaves con daños es del 24%, del cual el 45% de este se encuentra en el bloque B y el 43% en el bloque E, de esto se puede inferir que estos bloques presentan el mayor tránsito de personas por lo cual allí se encuentra un punto crítico, estos fueron determinados a partir de información secundaria recolectada por personal de la universidad, además del flujo de estudiantes que reciben clases en las unidades del bloque E.

El consumo de agua por persona – mes en la universidad es menor en un 55,61% con respecto a lo estipulado en el Ras 2017 en cuanto al consumo de agua para una entidad de educación superior, el cual estipula un valor diario de 25 L/estudiante, de acuerdo a los consumos del año 2018 la universidad obtuvo un consumo diario de 11,09 L/estudiante, cabe resaltar que se dedujo que todos los estudiantes y colaboradores solo trabajan o estudian de lunes a viernes, es decir 24 días al mes.

Una de las mejores alternativas para reducir los índices de consumo de agua en la Universidad Católica de Manizales es la captación de agua lluvia, con el fin de suplir las necesidades de utilizar agua que no exijan altos índices de calidad como, por ejemplo, el riego de zonas verdes, limpieza de interiores y exteriores, además de la adaptación de tecnologías de bajo consumo.

De acuerdo a toda la información analizada se logra dejar datos y estrategias fundamentales las cuales ayudan a reforzar el sistema de gestión ambiental de la universidad, además de contribuir a programas y proyectos que se encuentren direccionados hacia la disminución y conservación del recurso hídrico

El programa de ahorro y uso eficiente del agua permite entonces ser una herramienta necesaria de carácter preventivo la cual desarrolla a su vez estrategias que permiten dar solución o ser desarrolladas en un mediano o largo plazo, las cuales están en función de prevenir consumos exagerados de agua y conservar el recurso hídrico, puesto que este es un elemento básico e indispensable para el desarrollo de todas las actividades económicas y sociales en la actualidad.

Es indispensable contar con el apoyo y compromiso de todas las personas que hacen parte de la UCM para que el desarrollo de las alternativas e información necesaria para el desarrollo del programa de uso eficiente y ahorro del agua se realice de manera adecuada y sobre todo se dé aplicabilidad a su objetivo principal, el de reducir los consumos de agua.

12. Recomendaciones

- Se recomienda que la Universidad Católica de Manizales instale micromedidores que faciliten la medición de agua en los espacios que poseen mayor tráfico de personas o por consiguiente actividades que generen consumos elevados con el fin de crear estrategias que disminuyan el consumo.
- Realizar capacitaciones de manera presencial o virtual donde se concientice a las diferentes personas de la universidad en el cuidado y conservación del agua.
- Llevar registros de cada una de las revisiones que se hagan a las unidades sanitarias de la universidad con el fin de llevar control de posibles fugas, reparaciones o cambios de las unidades.
- Regar los jardines temprano o por las tardes, de esta forma el agua percola hasta las raíces permaneciendo frescas y sin gastos extras de agua.
- Fijar metas las cuales permitan ver la evolución de cada uno de las alternativas propuestas en el documento.

13. Referencias

- Ballén Suárez, J. A., Galarza García, M. Á., & Ortiz Mosquera, R. O. (2006). HISTORIA DE LOS SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA LLUVIA . 1.
- Congreso de Colombia. (1974). *Ministerio de Medio Ambiente. Decreto-Ley 2811*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/normativa/Decreto_2811_de_1974.pdf
- Congreso de Colombia. (1993). *Secretaria de Senado. Ley 99 de 1993*. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html
- Congreso de Colombia. (1997). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Ley 373 de 1997*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1997/ley_0373_1997.pdf
- Corrales, A., & Acevedo, Y. P. (2010). *Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA) para la Universidad*. Bogota, Dc. Obtenido de file:///D:/Downloads/disenio_agua.pdf
- Discovery Cahnnel . (2016). *Fundación Ciro de Santadina. Las bacterias pueden “saltar el inodoro” y afectar la salud*. Obtenido de <http://fundacionciro.org.ar/2016/04/10/>
- Flores Hernandez, F., & Quispe, A. (2014). DETERMINACIÓN DE PARÁSITOS INTESTINALES EN MANIJAS DE GRIFOS DE BAÑOS PÚBLICOS EN LOS PRINCIPALES MERCADOS DE LA CIUDAD DE SANTA CRUZ DE LA SIERRA. *Bolivianas*, 20.
- Huartos, J. A. (2018). *Universidad Catolica de Manizales. Potencial de aprovechamiento de recolección de aguas lluvias en la UCM*. Obtenido de https://drive.google.com/drive/folders/159H4WHWk_lapP4krLjTqCIGBFK6LNPWs
- Keele University. (2019). *Keele University. Water, Emissions and Discharges*. Obtenido de <https://www.keele.ac.uk/estates/energyenvironment/wateremissionsanddischarge/>
- Min de protección Social. (2007). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Detreto 1575 de 2007*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>
- Minambiente. (2018). *Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Decreto 1090 de 2018*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/7b-decreto%201090%20de%202018.pdf>
- MinAmbiente. (2019). *Ministerio de Ambiente*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1935-usoeficiente-y-ahorro-del-agua>
- Ministerio de Desarrollo economico. (2007). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Decreto 3102 de2007*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/f7-dec_3102_1997.pdf

- Minvivienda. (2017). *Ministerio de vivienda, ciudad y territorio*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>
- Naciones Unidas. (2019). *Naciones Unidas*. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Ramirez Ocampo, A. M. (2018). *Plan maestro de ordenamiento físico de la universidad católica de Manizales*. Manizales, Caldas.
- Rojas Saunero , L. P., Salazar Romero , T. A., & Salazar Sanabria , A. N. (2009). Prevalencia de Enterobacterias en Grifos y Lavabos en el Servicio de Medicina Interna del Hospital Obrero Nº1. *SCientífica*, 7 (1), 34.
- UNATSABAR. (2001). *Organización panamericada de la salud. Especificaciones técnicas Captación de agua lluvia para consumo humano*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cosude/i.pdf>
- Unesco. (2015). *Unesco*. Obtenido de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf
- Unesco. (2017). *Agua fuente de vida*. Obtenido de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/Agua-fuente-de-vida.pdf>
- Universidad de Alcalá. (2019). *Universidad de Alcalá. Compromiso medioambiental, agua*. Obtenido de http://www1.uah.es/sostenibilidad/docs/practicas_agua.pdf
- Universidad Santo Tomas. (2015). *Programa de Ahorro y Uso Eficiente del Agua (PAUEA) para la Universidad*. Bogota, DC.
- University of Oxford . (2019). *University of Oxford. Water Management*. Obtenido de https://www.ox.ac.uk/sites/files/oxford/field/field_document/Waste_Management_Strategy_approved_by_PRAC.pdf
- Western Michigan University. (2019). *Western Michigan University. Water Management*. Obtenido de <https://wmich.edu/facilities/engineering/water-management#top>