	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
	<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>08-07-2021</b>	<b>B</b>
Dependencia	Aprobado	Pág.		
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>	<b>1(143)</b>		

## RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	Sergio Andres Ortiz Tarazona		
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agrarias y del Ambiente		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	Ingeniería Ambiental		
<b>DIRECTOR</b>	Luis Orlando Vergel Granados		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, sede algodonal.		
<b>TITULO EN INGLES</b>	Formulation of the Program for Efficient Use and Saving of Water at the Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Algodonal campus.		
<b>RESUMEN</b>			
<p>El presente trabajo estuvo centrado en la formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua para la Universidad Francisco de Paula Santander ocaña, sede Algodonal, esto para que la universidad pueda renovar el permiso de concesión de aguas de la quebrada el rampacho, y mejore los procesos internos para tener un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, en este caso el recurso hídrico.</p>			
<b>RESUMEN EN INGLES</b>			
<p>This work was focused on the formulation of a program for the efficient use and saving of water for the universidad francisco de paula santander ocaña, algodonal headquarters, so that the university can renew the water concession permit of the rampacho stream, and improve the internal processes for a better use of natural resources, in this case the water resource.</p>			
<b>PALABRAS CLAVES</b>	Agua, Uso Eficiente, Agua cruda, Agua potable		
<b>PALABRAS CLAVES EN INGLES</b>	Water, Efficient Use, Raw wáter, Potable water		
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
PÁGINAS: 144	TABLAS: 53	FIGURAS: 46	CD-ROM: 1

Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua en la Universidad

Francisco de Paula Santander Ocaña, sede Algodonal

Sergio Andrés Ortiz Tarazona

Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente, Universidad Francisco de Paula Santander

Ocaña

Ingeniería Ambiental

Esp. Luis Orlando Vergel Granados

13 de marzo del 2022

### **Agradecimientos**

Le doy primeramente las gracias a Dios por permitirme este logro, a mi padre y mi madre los cuales se esforzaron cada día por brindarme todas las ayudas necesarias para poder estudiar y sacar adelante mi carrera profesional, a mis compañeros de estudio en especial a Sergio Andres Casadiego Navarro, a la señora Edilma Navarro y Ana Mery Quintero, que siempre estuvieron cuando necesitaba una mano amiga, Dios les bendiga.

Agradezco a mi director de pasantía el ingeniero Luis Orlando Vergel Granados, quien me orientó y me aportó mucho conocimiento para mi vida profesional y personal, que sea Dios bendiciendo tu familia, a los integrantes del SIGA: Cristian Fabian Pérez, David Josué Mateus, Frank Páez, Marly Carrillo, Sebastián Pérez, Yimi Leonardo Santiago, Verónica Alonso Camacho y al personal de mantenimiento que estuvieron en el algún momento aportándome de su conocimiento, y a cada profesor que durante mi formación me brindaron las herramientas necesarias para adquirir nuevo conocimiento.

## **Dedicatoria**

A mis padres que son el pilar fundamental de mi vida y la mayor muestra de amor, por su apoyo incondicional y a mi hermana.

## Índice

1.	Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, sede Algodonal .....	15
1.1	Descripción de la empresa.....	15
1.1.1	Misión.....	18
1.1.2	Visión .....	18
1.1.3	Objetivos Institucionales .....	18
1.1.4	Descripción de la estructura organizacional .....	19
1.1.5	Descripción de la dependencia a la que fue asignado .....	20
1.2	Planteamiento del problema .....	22
1.3	Objetivos de la Pasantía .....	23
1.3.1	Objetivo General.....	23
1.3.2	Objetivos específicos.....	23
1.4	Descripción de las actividades.....	24
2.	Enfoques referenciales.....	25
2.1	Enfoque conceptual.....	25
2.2	Enfoque legal.....	27
3.	Informe de cumplimiento del trabajo .....	29
3.1	Diagnosticar el consumo de agua potable y curda que tiene actualmente la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal. ....	29

Hallazgos.....	43
3.2 Realizar la caracterización morfológica de la fuente abastecedora de agua cruda de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.....	45
3.2.1 Clasificación morfológica de la microcuenca El Rampacho .....	46
3.3 Proponer estrategias y acciones que permitan un uso eficiente y ahorro del agua dentro del campus de la UFPSO .....	72
3.3.1 Información General de Ocaña.....	72
3.3.1.1 Descripción de Ocaña Norte de Santander .....	72
3.3.1.2 Límites del Municipio .....	73
3.3.1.3 Fauna .....	73
3.3.1.4 Flora.....	74
3.3.2 Tipo de fuente.....	74
3.3.3 Localización de la Microcuenca el Rampacho.....	74
3.3.4 Información de la obra de captación y método de medición del caudal .....	79
3.4 Actividades complementarias.....	91
3.4.1 Generación de CO2 .....	91
3.4.2 Evaluación del avance en la implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de la Energía .....	92
3.5 Apoyo en la realización de informes para la participación de la UFPSO en el ranking UI Grenn Metric, creación del Geoportal y apoyo en las rondas de recolección de residuos sólidos e identificación de residuos.....	98

4. Diagnóstico final .....	106
5. Conclusiones .....	107
6. Recomendaciones .....	109
Referencias .....	110
Apéndices .....	113
Apéndice A. Tabla base de datos de los inodoros y orinales. ....	113
Apéndice B. Tabla base de datos de los lavamanos. ....	120
Apéndice C. Optimización del sistema de riego .....	127
Apéndice D. Especificaciones de los aspersores .....	141

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Descripción de las actividades por objetivos.....	24
<b>Tabla 2</b> Consumos de agua potable de la UFPSO.....	30
<b>Tabla 3</b> Sanitario de la UFPSO .....	33
<b>Tabla 4</b> Lavamanos de la UFPSO .....	34
<b>Tabla 5</b> Aforo del caudal captado de la quebrada el Rampacho .....	36
<b>Tabla 6</b> Aforo zona 35 .....	38
<b>Tabla 7</b> Aforo zona 48 .....	39
<b>Tabla 8</b> Aforo zona 30 .....	39
<b>Tabla 9</b> Aforo zonas 14, 15, 16, 17, 31, y 39.....	39
<b>Tabla 10</b> Aforo zona 12,13 y 27.....	40
<b>Tabla 11</b> Aforo zona42 .....	41
<b>Tabla 12</b> Aforo zona 42 y 41.....	41
<b>Tabla 13</b> Aforo zona 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 25.....	41
<b>Tabla 14</b> Aforo .....	42
<b>Tabla 15</b> Aforo torre .....	42
<b>Tabla 16</b> Aforo torre .....	42
<b>Tabla 17</b> Consumos de tiempo y agua para el riego de las áreas verdes .....	43
<b>Tabla 18</b> Clasificación de las Cuencas Hidrográficas por su superficie.....	46
<b>Tabla 19</b> Datos de la superficie .....	47
<b>Tabla 20</b> Datos de la Ubicación .....	48
<b>Tabla 21</b> Cálculo de la pendiente promedio.....	53



<b>Tabla 22</b> Caracterización del relieve según metodología de Alvor vs el área de la Microcuenca .....	55
<b>Tabla 23</b> Cobertura vegetal de la Microcuenca según la metodología Corine Land Cover .....	55
<b>Tabla 24</b> Área entre curvas de nivel .....	58
<b>Tabla 25</b> Datos para generar la curva hipsométrica .....	59
<b>Tabla 26</b> Datos de altitudes de la microcuenca el Rampacho .....	62
<b>Tabla 27</b> Datos de la red hídrica.....	62
<b>Tabla 28</b> Longitudes de la red hídrica .....	63
<b>Tabla 29</b> Longitud del orden de los cauces.....	65
<b>Tabla 30</b> Categoría de la densidad de drenaje.....	67
<b>Tabla 31</b> Tiempos de concentración .....	70
<b>Tabla 32</b> Resumen de los datos de la microcuenca el Rampacho .....	71
<b>Tabla 33</b> Localización de la Microcuenca el Rampacho .....	75
<b>Tabla 34</b> Aforo del a quebrada el Rampacho.....	83
<b>Tabla 35</b> Área de los perfiles.....	83
<b>Tabla 36</b> Tiempos del flotador .....	84
<b>Tabla 37</b> Aforo volumétrico en el tanque de almacenamiento.....	85
<b>Tabla 38</b> Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua .....	87
<b>Tabla 39</b> Sistema Fotovoltaico .....	94
<b>Tabla 40</b> Datos de la zona 1 de las áreas verdes .....	131
<b>Tabla 41</b> Datos de la zona 2 de las áreas verdes .....	132
<b>Tabla 42</b> Datos de la zona 3 de las áreas verdes .....	132

<b>Tabla 43</b> Datos de la zona 4 de las áreas verdes .....	133
<b>Tabla 44</b> Datos de la zona 5 de las áreas verdes .....	133
<b>Tabla 45</b> Datos de la zona 6 de las áreas verdes .....	134
<b>Tabla 46</b> Datos de la zona 7 de las áreas verdes .....	134
<b>Tabla 47</b> Datos generales de los aspersores .....	136
<b>Tabla 48</b> Datos del sistema de riego .....	137
<b>Tabla 49</b> Datos del sistema de riego .....	137
<b>Tabla 50</b> Datos del sistema de riego .....	138
<b>Tabla 51</b> Bombas de agua para los tanques .....	138
<b>Tabla 52</b> Consumo de tiempo y agua con el sistema de riego .....	139
<b>Tabla 53</b> Comparación de los sistemas de riego .....	140

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> Organigrama de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO)	20
<hr style="border-top: 1px dotted black;"/>	
<b>Figura 2</b> Consumos de agua en la UFPSO	31
<b>Figura 3</b> Lavamanos	34
<b>Figura 4</b> Ubicación de las zonas verdes	37
<b>Figura 5</b> Aspersor ubicado en la zona 35	38
<b>Figura 6</b> Aspersor portátil	40
<b>Figura 7</b> Ubicación de la microcuenca el Rampacho	48
<b>Figura 8</b> Niveles de la Microcuenca el Rampacho	49
<b>Figura 9</b> Índice de compacidad para la evaluación de la forma	50
<b>Figura 10</b> Clasificación del factor forma	51
<b>Figura 11</b> Índice asimétrico	52
<b>Figura 12</b> Mapa de relieve de la Microcuenca el Rampacho	54
<b>Figura 13</b> Cobertura vegetal de la Microcuenca el Rampacho	56
<b>Figura 14</b> Curvas de nivel de la Microcuenca el Rampacho	57
<b>Figura 15</b> Curva hipsométrica y Polígono de frecuencias	60
<b>Figura 16</b> Interpretación de la curva hipsométrica	61
<b>Figura 17</b> Longitud de la red hídrica	63
<b>Figura 18</b> Orden de la red hídrica	65
<b>Figura 19</b> Áreas Hidrográficas de Colombia	76
<b>Figura 20</b> Zona Hidrográfica Catatumbo	77
<b>Figura 21</b> Subzonas Hidrográficas del Catatumbo	78

<b>Figura 22</b> Ubicación de la Microcuenca en la Subzona Hidrográfica.....	79
<b>Figura 23</b> Obra de captación.....	80
<b>Figura 24</b> Ubicación de la Obra de Captación y puntos de Aforo .....	81
<b>Figura 25</b> Ubicación de los tanques de Almacenamiento.....	82
<b>Figura 26</b> Perfil transversal 1 .....	83
<b>Figura 27</b> Perfil transversal 2 .....	84
<b>Figura 28</b> Perfil transversal 3 .....	84
<b>Figura 29</b> Aforos de caudal en la fuente de abastecimiento y tanques de almacenamiento .....	86
<b>Figura 30</b> Proyección del Sistema Solar Fotovoltaico.....	96
<b>Figura 31</b> Proyección del Sistema Solar Fotovoltaico.....	96
<b>Figura 32</b> Cronograma de ejecución del proyecto.....	98
<b>Figura 33</b> Área de vegetación plantada de la UFPSO .....	99
<b>Figura 34</b> Área de la UFPSO para la absorción de agua .....	100
<b>Figura 35</b> Infraestructura para discapacitados .....	101
<b>Figura 36</b> Puesto de Enfermería de la UFPSO.....	102
<b>Figura 37</b> Proyectos de conservación de recursos de flora y fauna de la UFPSO .....	103
<b>Figura 38</b> Mapa de coberturas forestal de la UFPSO .....	104
<b>Figura 39</b> Cuarteo de los residuos solidos .....	105
<b>Figura 40</b> Recorrido para la actualización y toma de información del sistema arbóreo	105
<b>Figura 41</b> Tanque de almacenamiento.....	127
<b>Figura 42</b> Tanque de almacenamiento.....	128
<b>Figura 43</b> Aspersor .....	129

<b>Figura 44</b> Aspersor polideportivo.....	129
<b>Figura 45</b> Áreas verdes por zonas .....	130
<b>Figura 46</b> Ubicación de los aspersores .....	135

## Resumen

El presente documento tiene como finalidad formular el programa de uso eficiente y ahorro de agua para la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, sede Algodonal, esto para que la Universidad pueda renovar el permiso de concesión de aguas de la quebrada el Rampacho, y mejore los procesos internos para tener un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, en este caso el recurso hídrico.

El PUEAA está basado en lo expuesto en la resolución 1257 de 2018, por la cual se desarrollan los parágrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3. del decreto 1090 del 2018, mediante el cual se le adiciona al decreto 1076 de 2015 y en los términos de referencia de la autoridad ambiental regional (Corponor).

Para esto se inició realizando un diagnóstico de consumos tanto de agua curda como de potable, en el cual se identificaban las principales falencias de los sistemas hidráulicos y se creó una base de dato en la herramienta de ArcGIS de los puntos hídricos en la UFPSO, también se realizó la caracterización morfométrica de la microcuenca el Rampacho y finalmente se formularon las acciones o actividades comprendidas para el PUEAA.

## **Introducción**

El agua es un recurso natural que cada vez se hace más limitado su uso, el cual se ve afectado en su disponibilidad por el cambio climático dado que se intensifica los fenómenos de la niña y el niño, por tal motivo se hace necesario hacer un Uso Eficiente del Agua, el cual implica que se usen nuevas tecnologías y practicas mejoradas que permitan realizar las actividades y procesos en las diferentes entidades o empresas, haciendo un uso más eficiente del recurso, logrando así una reducción considerable del consumo.

En este sentido la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña en su afán por el mejoramiento interno y desempeño ambiental, en tratar de disminuir los impactos ambientales asociados al recurso hídrico, y teniendo en cuenta que no tiene un programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, se hace necesario formular un programa para determinar la ineficiencia y consumos reales que se tienen.

Con dicho programa se pretende entender el comportamiento en cuanto al consumo e identificar los patrones o eventos que por su naturaleza impiden tener un uso eficiente y ahorro del agua, que producen efectos sobre el ambiente y que requieren de una evaluación para poder establecer medidas ambientales de control y mitigación, logrando cumplir tanto con los objetivos de desarrollo sostenible como los objetivos internos de la UFPSO.

## **1. Formulación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua en la Universidad**

### **Francisco de Paula Santander Ocaña, sede Algodonal**

#### **1.1 Descripción de la empresa**

En noviembre de 1973 se suscribió un contrato para la realización de un estudio de factibilidad denominado "Un centro de educación superior para Ocaña" que fue terminado y sugirió la creación pronta de un programa de educación a nivel de tecnología en énfasis en ciencias sociales, matemáticas y física. En diciembre de ese mismo año, el rector de la Universidad Francisco de Paula Santander, José Luis Acero Jordán, le envió copia de dicho estudio al ICFES, Instituto que conceptuó que el proyecto para abrir el centro de estudios en Ocaña, era recomendable.

Según Acuerdo No. 003 del 18 de Julio de 1974, por parte del consejo superior de la Universidad Francisco de Paula Santander, se crea la Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, como máxima expresión cultural y patrimonio de la región; como una entidad de carácter oficial seccional, con AUTONOMÍA administrativa y patrimonio independiente, adscrito al Ministerio de Educación Nacional.

Su primer coordinador fue el doctor Aurelio Carvajalino Cabrales, quien buscó un lugar adecuado para funcionar la sede, iniciando en los claustros Franciscanos, al costado del templo de la Gran Convención. Con las directivas del colegio José Eusebio Caro, se acordó el uso compartido del laboratorio de física.



En 1975 comenzó la actividad académica en la seccional de la Universidad Francisco de Paula Santander, con un total de 105 estudiantes de Tecnología en matemáticas y física. Su primera promoción de licenciados en matemáticas y física se logró el 15 de diciembre de 1980.

La consecución de 27 hectáreas de la Hacienda El Rhin, en las riberas del Río Algodonal, en comodato a la Universidad por 50 años, que la antigua Escuela de Agricultura de Ocaña cedió a la Universidad, permitió la creación del programa de tecnología en producción agropecuaria, aprobado por el Consejo Superior mediante el Acuerdo No. 024 del 21 de agosto de 1980, y luego el ICFES otorgó la licencia de funcionamiento el 17 de febrero del año siguiente. Después se crean las Facultades.

La Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente fue creada según Acuerdo 084 del 11 de septiembre de 1995, conformada por los departamentos de Ciencias Agrícolas y del Ambiente y el departamento Ciencias Pecuarias junto a los programas académicos de Tecnología Agropecuaria (Acuerdo N° 024 del 21 de agosto de 1980), Zootecnia (Acuerdo N° N°057 y 058 del 27 de junio de 2007), e Ingeniería Ambiental (Acuerdo 089 del 9 de octubre 1995 con resolución 10542 de 8-ago-2013 del MEN).

La Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas fue creada según Acuerdo No. 008 del 05 de marzo de 2003; está conformada por el departamento de Ciencias Administrativas y Departamento de Ciencias Contables y Financieras. Están adscritos los programas académicos de Tecnología en Gestión Comercial y Financiera (Acuerdo No, 024 del 29 de Junio de 1988 con la resolución 9886 de 31-jul-2013 del MEN), Administración de Empresas (Acuerdo No, 024 del 29 de Junio de 1988) y la profesionalización (Acuerdo No. 118 del 16 de Noviembre de 1994 Resolución 1867 de 26-feb-2013); Contaduría Pública (Acuerdo No. 007 del 05 de Marzo de 2003 y según resolución 13873 del 8-oct-2013 del MEN). La acreditación del programa de

Administración de Empresas por parte del Ministerio de Educación Nacional, se dio mediante Resolución N° 002708 del 18 de marzo de 2019.

La Facultad de Ingenierías fue creada según Acuerdo 007 del 20 de febrero de 2006, conformada con los departamentos de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica y el departamento de Sistemas e Informática. Con los registros calificados de los programas completos de acuerdo a la Resolución 2909 de julio 21 de 2005 para el programa de Ingeniería Civil (Resolución 6779 de 20-jun-2012) e Ingeniería Mecánica (Resolución 6233 de 7-jun-2012), Ingeniería de Sistemas (Resolución 9950 de 31-jul-2013). La creación del Técnico Profesional en Telecomunicaciones con registro calificado (Resolución 5366 de agosto 25 de 2008) y el Técnico Profesional en Informática con registro calificado (Resolución 4613 de julio 18 de 2008). La acreditación de los programas de Ingeniería Civil e Ingeniería Mecánica por parte del Ministerio de Educación Nacional, fue otorgada mediante Resoluciones N°s 017735 del 15 de noviembre de 2018 y 017736 del 15 de noviembre de 2018, respectivamente.

La Facultad de Educación, Artes y Humanidades de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña fue creada según Acuerdo 063 del 07 de noviembre de 2006, está conformada con los departamentos de Matemáticas, Física y Computación y el Departamento de Humanidades. Según el Acuerdo No. 010, marzo 29 de 2004 se crea el plan de estudios del programa de Comunicación Social (Resolución 5363 de 10-may-2013,) y Derecho con registro calificado (Resolución 10185 de noviembre 22 de 2010). En el mes de noviembre de 2005, se suscribió el convenio de asociación No. 1744/05 con el Ministerio de Cultura, con el objeto de apoyar el proceso de estructuración académica de la Escuela de Bellas Artes. Tomado de (UFPSO, 2021).

### ***1.1.1 Misión***

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, institución pública de educación superior, es una comunidad de aprendizaje y autoevaluación en mejoramiento continuo, comprometida con la formación de profesionales idóneos en las áreas del conocimiento, a través de estrategias pedagógicas innovadoras y el uso de las tecnologías; contribuyendo al desarrollo nacional e internacional con pertinencia y responsabilidad social. (UFPSO, 2021).

### ***1.1.2 Visión***

En el año 2025, seremos una universidad acreditada de alta calidad, reconocida por la excelencia y eficiencia en el ejercicio de las funciones misionales con enfoque global, situando en valor las potencialidades de la comunidad universitaria y participando en los cambios del entorno mediante la transferencia del conocimiento y la innovación; aportando al desarrollo sostenible de la sociedad. (UFPSO, 2021).

### ***1.1.3 Objetivos Institucionales***

**1.1.3.1 Fortalecimiento de la cultura de la autoevaluación y aseguramiento de la calidad académica.** Comprende todo lo relacionado con el desarrollo docente para la excelencia académica; las actividades del Sistema Interno de Aseguramiento de la calidad base para la acreditación institucional y de programas académicos; la consolidación de las actividades de visibilidad, internacionalización y bilingüismo; y la virtualización e innovación de los programas académicos de cara al establecimiento de un campus virtual. (UFPSO, 2021).

**1.1.3.2 Gestión estudiantil pertinente y con calidad.** Comprende todo lo relacionado con el fortalecimiento de los servicios académicos; la gestión curricular que potencie las competencias de los estudiantes y permita la implementación de los resultados de aprendizaje; y promoción de

la oferta académica mediante estrategias locales con enfoque nacional e internacional. (UFPSO, 2021).

**1.1.3.3 Desarrollo sostenible institucional.** Modernización de la Universidad en términos de su estructura, arquitectura de procesos y sistemas de información; las acciones estratégicas por la sostenibilidad del campus universitario; y la gestión del ciclo del talento humano como pilar del futuro de la Institución. (UFPSO, 2021).

**1.1.3.4 Investigación y extensión con proyección global.** Consolidación de la producción científica, el fortalecimiento del proceso de extensión con pertinencia e impacto social y el desarrollo de procesos de innovación, emprendimiento y transferencia tecnológica que redunden en beneficios para la Institución y sus grupos de valor. (UFPSO, 2021).

**1.1.3.5 Bienestar universitario y responsabilidad social.** Fortalecimiento de los servicios y la consolidación de los procesos de bienestar que beneficien el clima y ambiente organizacional. Así mismo, articula los esfuerzos de la Universidad por ejercer su responsabilidad social con especial énfasis en la educación inclusiva. (UFPSO, 2021).

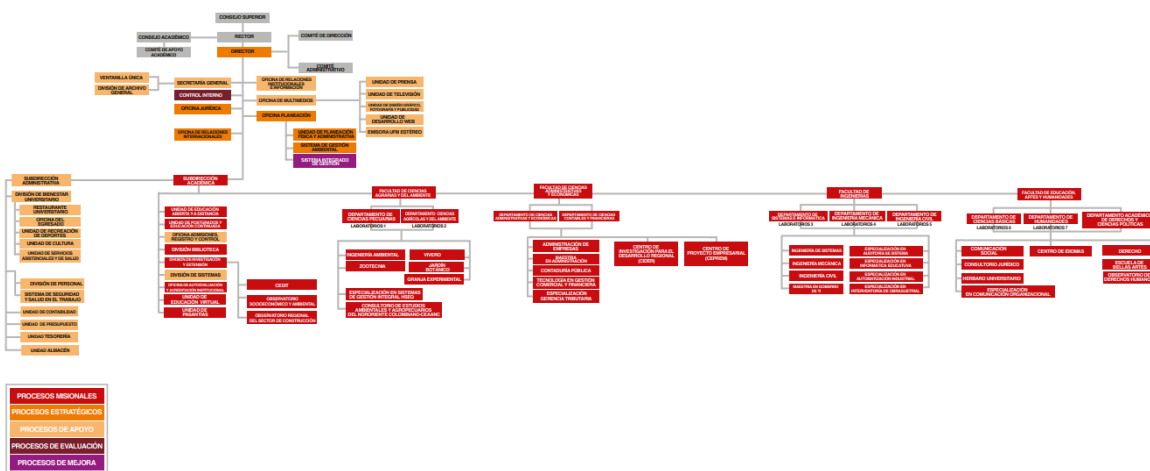
#### ***1.1.4 Descripción de la estructura organizacional***

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, cuenta con su estructura organizacional como se muestra en la figura 1, donde se descentraliza el poder por medio de diversas dependencias, las cuales tienen funciones específicas por desarrollar. El consejo superior universitario, con base en las atribuciones legales y estatutarias que le confieren la ley 30 de 1992 y el Acuerdo No. 029 del 12 de abril de 1994, teniendo en cuenta los artículos 1 y 2,

establece el estatuto general de la Universidad Francisco de Paula Santander-Seccional Ocaña. (UFPSO, 2021).

**Figura 1**

**Organigrama de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña (UFPSO)**



Fuente. (UFPSO, 2021)

### 1.1.5 Descripción de la dependencia a la que fue asignado

La oficina de planeación es una dependencia técnica-administrativa de carácter asesor adscrita a la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, cuyo objetivo fundamental es planear, formular, coordinar y evaluar planes, programas y proyectos que orienten el desarrollo de objetivos misionales de forma estratégica, táctica y operacional en concordancia con la visión institucional de manera efectiva, oportuna y de impacto social, con pertinencia para lograr la construcción al fomento de la internacionalización de la educación superior.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, tiene un creciente interés de lograr y demostrar un desempeño ambiental sostenible, controlando el impacto de sus actividades, productos y servicios, a través de su Sistema de Gestión Ambiental SIGA, el cual realiza la importancia del contexto de la Institución, los cuales están delimitados por el Río Algodonal y que presentan una oportunidad ambiental y paisajística frente a otras instituciones del país.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña y el Sistema de Gestión Ambiental, líder en la región en la implementación de programas ambientales, ha promovido la incorporación efectiva de todos los criterios ambientales a nivel de formulación, seguimiento a la implementación y ejecución; contenidas en su eje ambiental: “Incorporar la ética ambiental en todas las actividades docentes, investigativas y de servicios, desarrolladas en sus instalaciones para hacerlas compatibles con la protección del medio ambiente a través de programas que contribuyan al ahorro y uso eficiente del agua y la energía, la reducción de residuos y manejo integral de vertimientos” . Por esto se ha venido trabajando en la actualización de la gestión ambiental, iniciando transiciones de las versiones de la ISO 14001 versión 2004 hacia la ISO 14001 versión 2015, la incorporación del Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector de Medio Ambiente, como eje central del cumplimiento legal y la nuevas tendencias para la gestión Integral de residuos peligrosos como lo es el Plan de Gestión Integral de Residuos generados en la Atención de Salud y otras Actividades, PGIRASA. Todas estas iniciativas emprendidas por el Sistema de Gestión Ambiental SIGA, fortalecen el cumplimiento legal y la gestión ambiental interna y externa, llegando a niveles de cumplimiento que generan sostenibilidad del campus.

## 1.2 Planteamiento del problema

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se propone en sus objetivos estratégicos ser una entidad moderna en términos de estructura, arquitectura de procesos y sistemas de información, así como también se plantea estrategias de sostenibilidad en el campus universitario, siendo la oficina de planeación la encargada de planear, formular, coordinar y evaluar los planes, programas y proyectos que orienten el desarrollo de objetivos misionales de forma estratégica, táctica y operacional en concordancia con la visión institucional de manera efectiva.

En este marco de ideas la UFPSO, Sede Algodonal en su afán por expandirse y llegar a que más jóvenes accedan a educación superior, ha generado que se eleven los consumos del recurso hídrico, ocasionando esto un impacto al ambiente y a su vez causando que los sistemas inicialmente implementados ya no sean eficientes generando una serie de aspectos e impactos ambientales, según la normatividad ambiental de Colombia la UFPSO debería tener actualizada la concesión de aguas de la quebrada el Rampacho y el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua, adicional a esto, la UFPSO cuenta con equipos en mal estado y que al mismo tiempo por falta de mantenimientos se han deteriorado, generándose así un consumo de agua elevado.

El Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, es una herramienta necesaria para que la UFPSO bajo la oficina de planeación puedan cumplir con los objetivos hacia un campus más sostenible y sustentable que aporte un gran paso en la región para contribuir en el uso eficiente de los recursos naturales, disminuyendo su impacto ambiental.

### **1.3 Objetivos de la Pasantía**

#### ***1.3.1 Objetivo General.***

Formular el Programa de Uso y Ahorro Eficiente del agua en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.

#### ***1.3.2 Objetivos específicos.***

1.3.2.1 Diagnosticar el consumo de agua potable y cruda que tiene actualmente la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.

1.3.2.2 Realizar la caracterización morfométrica de la fuente abastecedora de agua cruda de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.

1.3.2.3 Proponer estrategias y acciones que permitan un uso eficiente y ahorro del agua dentro del campus de la UFPSO.



## 1.4 Descripción de las actividades

**Tabla 1**

*Descripción de las actividades por objetivos*

Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades
<b>Formular el Programa de Uso y Ahorro Eficiente del agua en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, sede Algodonal</b>	Diagnosticar el consumo de agua potable y cruda que tiene actualmente la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconocer fugas existentes.</li> <li>• Caracterizar los puntos hídricos de la UFPSO (baños, lavamanos, puntos de riego).</li> <li>• Identificar baños y lavamanos desactualizados de alto consumo.</li> <li>• Verificar el estado de la red de conducción de agua cruda para el riego de jardines.</li> <li>• Delimitar la fuente abastecedora, a través de QGIS para la obtención de los datos requeridos para realizar los cálculos.</li> </ul>
	Realizar la caracterización morfométrica de la fuente abastecedora de agua cruda de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hallar los parámetros morfométricos.</li> <li>• Realizar un análisis morfométrico de la fuente abastecedora de agua cruda para el riego.</li> </ul>
	Proponer estrategias y acciones que permitan un uso eficiente y ahorro del agua dentro del campus de la UFPSO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer una optimización de sistemas de riego.</li> <li>• Hacer una caracterización de las cubiertas de la UFPSO potenciales para la recolección de aguas lluvia.</li> <li>• Realizar la formulación de acuerdo a los requerimientos establecidos por la normatividad y los datos obtenidos.</li> </ul>

*Fuente.* Autor del proyecto.

## 2. Enfoques referenciales

### 2.1 Enfoque conceptual

**Agua potable:** Es la que cumple con las características físicas, químicas y microbiológicas, de tal manera que no genera un riesgo para la salud. (MINSALUD, 2015).

**Agua cruda:** Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización. (DECRETO 1575, 2007).

**Captación:** Estructura destinada a tomar o captar el agua cruda de fuentes superficiales, subterráneas, embalses, pozos o aguas lluvias incluidas todas las obras complementarias requeridas para su funcionamiento. (DECRETO 1324 , 1995).

**Conducción:** Estructura que transporta el agua desde la captación. (DECRETO 1324 , 1995).

**Fuentes de agua:** Aguas superficiales (nacimientos, ojos de agua, manantiales, quebradas, ríos, lagos y embalses), **Aguas subterráneas** (aljibes, pozos), **Aguas de lluvia, Agua de mar** (previo tratamiento). (MINSALUD, 2015).

**Fuente de abastecimiento:** Depósito o curso de agua superficial o subterránea, utilizada en un sistema de suministro a la población, bien sea de aguas atmosféricas, superficiales, subterráneas o marinas. (DECRETO 1575, 2007).

**Factor de emisión:** Coeficiente que relaciona los datos de actividad con la cantidad del compuesto químico que constituye la fuente de las últimas emisiones. (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme) & XM, 2020).

**Uso eficiente y ahorro del agua (UEAA):** Es toda la acción que minimice el consumo de agua de agua, reduzca el desperdicio u optimice la cantidad de agua a usar en un proyecto, obre o actividad, mediante la implementación de prácticas como el reúso, la recirculación, el uso de aguas lluvias, el control de perdidas, la reconversión de tecnologías o cualquier otra práctica orientada al uso sostenible. (MINAMBIENTE, 2018).

### **Lista de Acrónimos**

**EPM:** Empresas Públicas de Medellín.

**ESPO S.A:** Empresa de servicios públicos de Ocaña.

**FV:** Fotovoltaico.

**IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

**PUEAA:** Programa de Uso Eficiente y de Ahorro de Agua.

**PPA:** Power Purchase Agreement (Acuerdo de compra de energía).

**PPA:** Power Purchase Agreement (Acuerdo de compra de energía).

**PERC:** Célula Trasera de Emisor Pasivo.

**SENC:** Sistemas Energéticos No Convencionales.

**SIGA:** Sistema de Gestión Ambiental.

**UFPSO:** Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

## 2.2 Enfoque legal

- **Constitución Política de Colombia 1991.**
- **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.
- **Decreto - Ley 2811 de 1974:** Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Reglamentado por el Decreto Nacional 1608 de 1978, Reglamentado parcialmente por el Decreto Nacional 1715 de 1978, Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 704 de 1986, Reglamentado Parcialmente por el Decreto Nacional 305 de 1988, Reglamentado por el Decreto Nacional 4688 de 2005, Reglamentado por el Decreto Nacional 2372 de 2010.
- **Ley 373 de 1997:** se establecen los Programas de Uso Eficiente y Ahorro de Agua (PUEAA), en Colombia, el cual se entiende como el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. (Ley 373, 1997).

En el 2015 se expide el **decreto 1076**, decreto único reglamentario del sector ambiente, posteriormente, se expide el **decreto 1090 de 2018** el cual reglamenta el libro 2, parte 2, título 3, sección 1 del decreto 1076 de 2015, y se dictan otras disposiciones en lo relacionado con el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua.

Con la **resolución 1257 del 10 de julio de 2018**, se desarrollan los parágrafos 1 y 2 del artículo 2.2.3.2.1.1.3. del Decreto 1090 del 2018, mediante el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, en el que se establece la estructura y el contenido del Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua y del Programa para el Uso Eficiente y Ahorro de Agua simplificado.

### **3. Informe de cumplimiento del trabajo**

#### **3.1 Diagnosticar el consumo de agua potable y curda que tiene actualmente la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal.**

Las fuentes de agua de las que se abastece la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña seccional Algodonal, para sus diferentes procesos es la red de acueducto municipal que a su vez se abastece del Rio Algodonal, la cual es la fuente principal de agua potable; y de la quebrada el Rampacho que es la fuente abastecedora de agua cruda.

El agua se consume de la siguiente manera:

El agua potable es comprada a la Empresa de Servicios Públicos de Ocaña ESPO S.A, la cual se usa para abastecer:

- Los distintos puntos donde se encuentran ubicados las baterías sanitarias o baños.
- Lavamanos.
- Laboratorios.
- Cafeterías.
- Restaurante.
- Bebederos de los animales de los diferentes proyectos de la granja experimental.
- Aseo y limpieza de área administrativa en general (oficinas, salones, laboratorios, pasillos, etc).
- Lava botas ubicados en la granja.
- Lavamanos implementados durante la pandemia.
- Y en ocasiones para el riego de algunas zonas verdes.

El agua cruda captada de la quebrada el Rampacho se utiliza para las siguientes actividades:

- Riego de las zonas verdes de la UFPSO.
- Riego del vivero de la UFPSO.
- Limpieza y aseo de algunas áreas.

La UFPSO seccional Algodonal, según un informe solicitado a la empresa prestadora del servicio de agua potable y aseo de Ocaña ESPO S.A, para el periodo comprendido entre enero del 2020 hasta agosto del 2021 mantuvo unos consumos considerables que se expresan en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Consumos de agua potable de la UFPSO*

<b>Periodo</b>	<b>Consumo <math>m^3</math></b>	<b>Promedio <math>m^3</math></b>
2021/08	2492	2559
2021/07	2637	2521
2021/06	2438	2596
2021/05	2755	2649
2021/04	2431	2782
2021/03	2591	2803
2021/02	2504	2882
2021/01	2408	2929
2020/12	2885	2946
2020/11	3076	2875
2020/10	3226	2813
2020/09	2719	2828
2020/08	2976	2773
2020/07	2691	2571
2020/06	2985	2553
2020/05	2654	3055
2020/04	2851	2927
2020/03	2813	2940

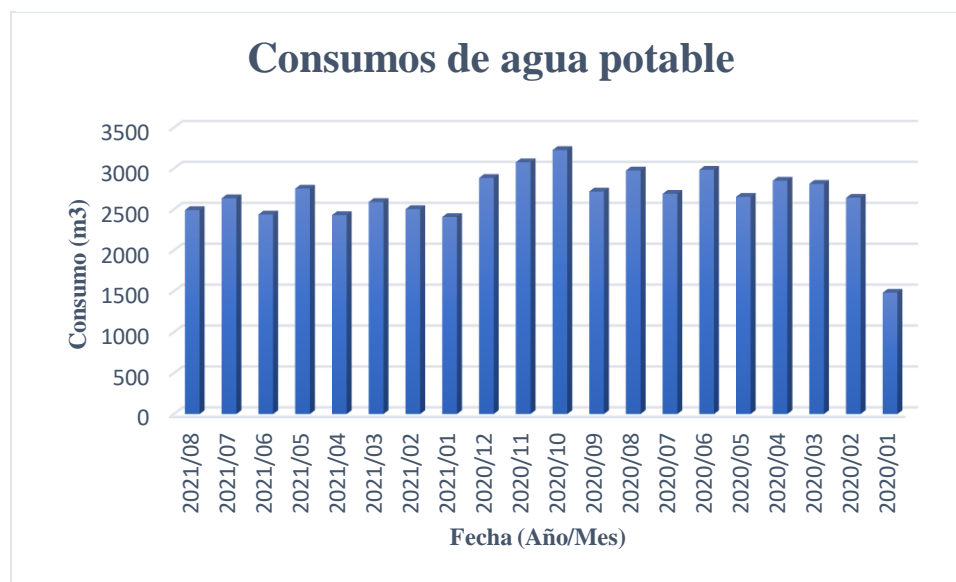
2020/02	2643	2874
2020/01	1482	2863

*Fuente.* Tomado del informe solicitado a ESPO S.A.

Durante un periodo de tiempo la UFPSO estuvo en la ausencia de los tres estamentos (estudiantes, docentes y administrativos), por motivos de la pandemia COVID – 19, lo cual generó que los consumos de agua potable disminuyeran. En la gráfica 1 se puede observar las fluctuaciones de los consumos de agua potable medidos por la empresa prestadora de servicio.

**Figura 2**

Consumos de agua en la UFPSO



*Fuente.* tomado del informe solicitado a ESPO S.A.

Durante la pandemia la UFPSO sufrió de varios cambios en su infraestructura, mientras estaba en la ausencia de los estudiantes, docentes y mayoría de sus trabajadores del área administrativa, que generó que los consumos se mantuvieran durante ese tiempo, oscilando en un



promedio de  $2662,85 m^3$  por mes, el cual se consumía para las diferentes obras en ejecución, los bebederos de los animales de la granja experimental, y en lavado y desinfección de áreas.

Según informes de los aforos realizados durante este mismo periodo de tiempo la UFPSO tuvo una frecuencia promedio del 29,4% del total de su personal, lo que equivale a 2224 personas en promedio incluyendo a los contratistas de las obras en ejecución, que estuvieron durante ese tiempo usando el campus para desarrollar sus diferentes labores y que contribuyeron en dicho consumo de agua.

En el campus no se tienen los consumos exactos por áreas, si no que se tiene de manera general, los principales consumos de agua potable se dan por el uso de los baños, lavamanos, el aseo y la limpieza de las áreas como oficinas, salones, laboratorios, etc. De manera semejante pasa con los bebederos de los animales; actualmente es difícil calcular el consumo de cada zona, debido a que no se cuenta con micro medidores para poder llevar un registro.

La UFPSO al ser una institución que ha venido desarrollándose y creciendo en su infraestructura a lo largo del tiempo, hace que algunos de los sanitarios, lavamanos, redes de distribución, entre otras cosas, queden desactualizados y por esta razón se requiera mal gastar recursos para su normal funcionamiento, puesto que se han quedado desactualizados; para ejemplificar está el caso de los inodoros y lavamanos que hoy por hoy se encuentran en funcionamiento en algunas de las zonas del campus universitario.

En este sentido se realizó un recorrido por el área administrativa de la UFPSO, con el objetivo de reconocer los inodoros más antiguos que usan mucha agua por descarga, las fugas de agua y los puntos hídricos que presentaran anomalías en su normal funcionamiento. La UFPSO cuenta con un total de 120 inodoros y 24 orinales (ver tabla 3), de los cuales 13 inodoros se

encuentran en mal estado, es decir, presentan algún averío que les impide su normal funcionamiento, son muy antiguos y consumen mucha agua por descarga, presentan fugas, o elementos fisurados y en algunos casos partidos, 39 se encuentran fuera de servicio por razones de mal funcionamiento, fugas, tapados por elementos atorados en las tuberías; tal como lo es el caso del inodoro de la oficina de la granja o se encuentra fuera de servicio debido a que tiene problemas con el pozo séptico al que está conectado; en algunos casos se han dañado y los han desinstalado y quitado de su lugar de funcionamiento o se encuentran sin los respectivos separadores y puertas; 17 se encuentran en un estado regular, es decir, que funcionan pero comienzan a presentar pequeñas fugas o que requieren de mantenimientos. 75 se encuentran en buen estado, sin embargo, se recomienda hacer mantenimiento para alargar la vida útil de los inodoros y orinales para no incurrir en mayores gastos viéndose necesario cambiar por completo el inodoro u orinal.

**Tabla 3**

*Sanitario de la UFPSO*

<b>Sanitarios</b>				
<b>Inodoros</b>	120	Orinales	24	%
	Buen estado		75	52
	Mal estado		13	9
	Fuera de servicio		39	27
	Regular		17	12
	Total		144	100

*Fuente.* Autor del proyecto

En cuanto a los lavamanos (ver tabla 4), existen 143 de los que se tienen registro, ubicados principalmente en los baños o en las zonas adecuadas para el lavado de manos implementados durante la pandemia COVID -19; del total de lavamanos registrados 135 se encuentran en buen estado, cabe aclarar que muchos de esos cuentan con grifos que por su

tiempo de instalación no hacen un uso eficiente del agua y por consiguiente tienden a consumir mucha; 6 se encuentran en estado regular, es decir, que la mariposa está fracturada o presentan pequeñas fugas de agua, 1 se encuentra fuera de servicio ubicado en el edificio de ingenierías (ver figura 3) este lavamanos no cuenta con el tubo del grifo y al presionar el botón el agua sale a ras de la pared impidiendo su uso; y 1 se encuentra en mal estado. En el anexo A y B se puede ver a detalle la información antes mencionada.

**Tabla 4**

*Lavamanos de la UFPSO*

<b>Lavamanos</b>		<b>%</b>
Buen estado	135	93.75
Regular	7	4.86
Fuera de servicio	1	0.69
Mal estado	1	0.69
Total	144	100

*Fuente.* Autor del proyecto

**Figura 3**

*Lavamanos*



*Nota.* se encuentra ubicado en el bloque de ingenierías en el segundo piso en el baño de hombre. Autor del proyecto.

Adicional a esta información levantada, se realizó con ayuda de las herramientas QGIS y ArcGIS una base de datos, en la cual se pueden ubicar cada uno de los inodoros, orinales y lavamanos con su respectiva información como coordenadas de ubicación, estado, caudal de los lavamanos, capacidad o consumo por descarga de los orinales e inodoros, piso en el que se encuentran ubicados y observaciones, el cual puede ser aprovechado como una ayuda para conocer y llevar registro del estado de dichos dispositivos y en posteriores mantenimientos servir de guía para el personal encargado de los mantenimientos, el cual se puede dirigir a esta base de datos y con realizar una búsqueda en la tabla de atributos, poder identificar los orinales, inodoros o lavamanos que requieren de mantenimiento o sustitución y seguido de esto actualizar la misma base datos para llevar una mejora continua.

Se realizó una visita en las horas de la noche al contador de agua potable, esto con el fin de verificar que en esas horas donde ya no hay personal dentro del campus no se tuviera lecturas en dicho contador, o se tuviera lecturas muy bajas que pueden ser causadas por fugas; durante la visita se pudo observar un consumo elevado considerando la hora en la que se realizó la práctica, arrojando un valor aproximado de un metro cubico por hora, el cual es un valor elevado ya que no hay personal dentro del campus de la UFPSO a esa hora (8 pm). En el siguiente link se puede observar la evidencia del contador. <https://drive.google.com/drive/folders/1bQabgeK0-tp-g0vrSJm-5H8rMEkRrigV?usp=sharing>

Sobre los consumos de agua cruda no se llevan registros ya que no se cuenta con medidores para esta red de conducción; no obstante, aforos realizados al caudal captado de la quebrada el Rampacho, arrojan que hay un caudal de 0.81 L/s que están constantemente llegando a los tanques de almacenamiento para su posterior uso. Ver tabla 5.

**Tabla 5***Aforo del caudal captado de la quebrada el Rampacho*

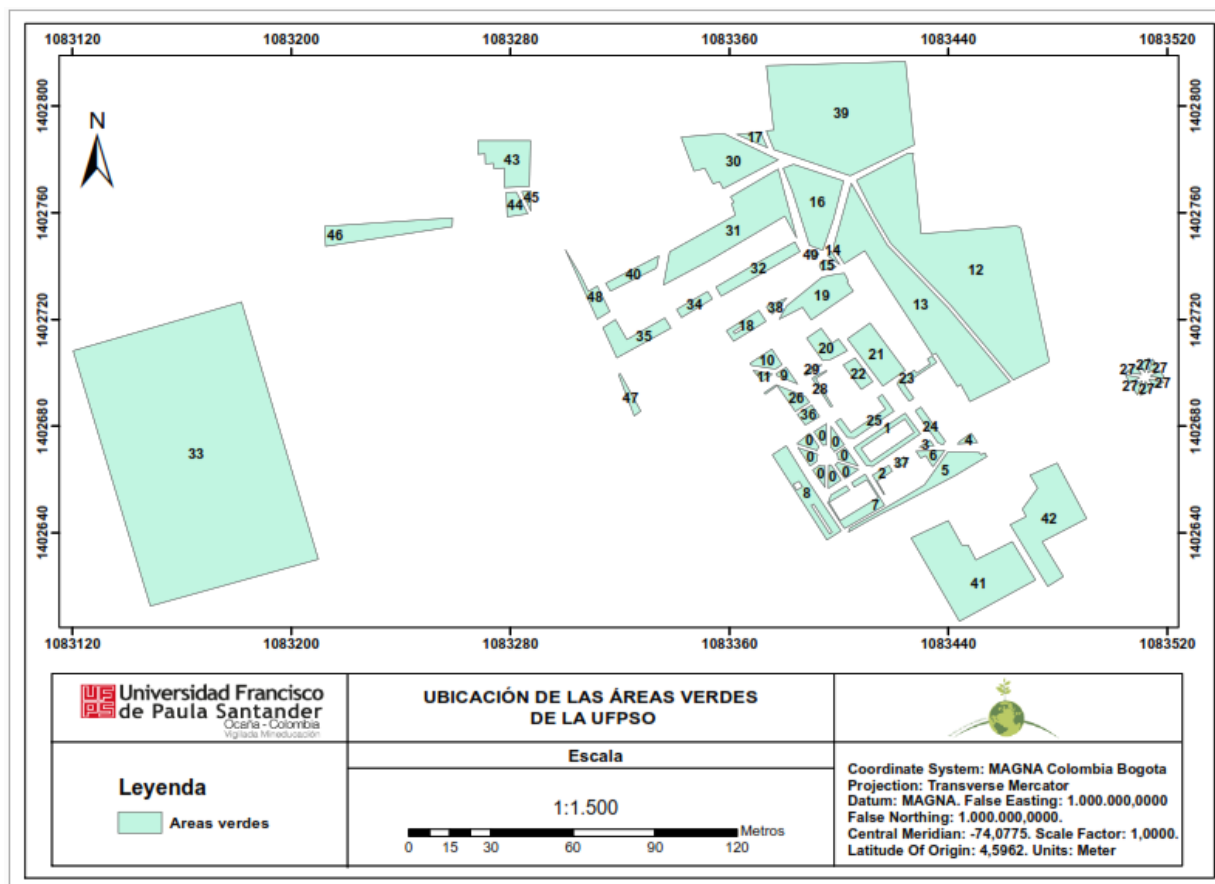
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/S)</b>
3,85	4,9	0,79
3,94	4,65	0,85
4,14	5,16	0,80
<b>Caudal Promedio</b>		0,81

*Fuente.* Autor del proyecto.

El sistema de riego con el que actualmente cuenta la UFPSO, se encuentra mal diseñado o con una inadecuada instalación de los aspersores y algunas tuberías, lo que impide su correcto funcionamiento y el uso eficiente del agua en tiempo de sequía, además de eso existen áreas verdes de la UFPSO las cuales no cuentan con un sistema de riego y son regados directamente con una manguera o con un aspersor móvil con el que cuentan los operarios del SIGA, que causa que no se optimice el uso del recurso hídrico y se requiera de mucho tiempo y mano de obra para cumplir con dicha actividad.

Figura 4

Ubicación de las zonas verdes



*Nota.* Las zonas verdes que actualmente cuentan con sistema de riego son: 30, 35, 48, 41 y 42, las cuales presentan problemas de diseño, o se encuentran en mal estado; el resto de áreas verdes son irrigadas directamente con una manguera o un aspersor portátil. Autor del proyecto.

Los aforos realizados en las diferentes zonas verdes de la UFPSO tuvieron los siguientes datos:

**Tabla 6**

*Aforo zona 35*

<b>Plazoleta de la imaginación.</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>1,850</b>	5,45	0,339
<b>1,870</b>	5,26	0,356
<b>1,860</b>	5,33	0,349
<b>Promedio (L/s)</b>		0,348
<b>Aspersores</b>	5	1,740

*Nota.* Los aspersores de esta zona no funcionan correctamente por falta de presión, ver fotografía 2. Autor del proyecto.

**Figura 5**

*Aspersor ubicado en la zona 35*



*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 7***Aforo zona 48*

<b>Plazoleta de la imaginación 2</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>3,845</b>	5,21	0,738
<b>4</b>	5,40	0,741
<b>4</b>	5,43	0,737
<b>Promedio (L/s)</b>		0,738

*Nota.* Los aspersores ubicados en esta zona no funcionan y se usa una manguera. Autor del proyecto.

**Tabla 8***Aforo zona 30*

<b>Biblioteca</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>1,120</b>	5,67	0,198
<b>0,800</b>	5,37	0,149
<b>0,970</b>	5,51	0,176
<b>Promedio (L/s)</b>		0,174
<b>Aspersores</b>	2	0,348
<b>Manguera (L/s)</b>		0,698
<b>Total (L/s)</b>		1,046

*Nota.* En esta zona están instalados dos aspersores y adicional a esto se usa una manguera para irrigar esta zona. Autor del proyecto.

**Tabla 9***Aforo zonas 14, 15, 16, 17, 31, y 39*

<b>Anexos, bloque de aulas, Aud. Catatumbo</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>4,000</b>	6,87	0,582
<b>4,100</b>	7,65	0,536
<b>4,200</b>	8,32	0,505
<b>Promedio (L/s)</b>		0,541



*Nota.* Estas zonas no cuentan con sistema de riego, y se utiliza un aspersor portátil ver fotografía 3; se gasta mucho tiempo para poder irrigar esas zonas, por lo que tienden a secarse en tiempo de sequía. Autor del proyecto.

**Figura 6**  
*Aspersor portátil*



*Fuente.* Autor del proyecto

**Tabla 10**

*Aforo zona 12,13 y 27*

<b>Casona y túnel del amor</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>6,000</b>	5,71	1,051
<b>5,800</b>	6,33	0,916
<b>5,800</b>	6,30	0,921
<b>Promedio (L/s)</b>		<b>0,963</b>

*Nota.* Las zonas son irrigadas con el aspersor portátil y en tiempos de sequía se requiere de mucho tiempo por lo que tienden a secarse en tiempo de sequía. Autor del proyecto.

**Tabla 11***Aforo zona42*

<b>Bienestar y Lab. Biotecnología</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>6,500</b>	5,39	1,206
<b>7,200</b>	5,56	1,295
<b>7,900</b>	5,40	1,463
<b>Promedio (L/s)</b>		1,321

*Nota.* La zona 42 cuenta con sistema de riego, sin embargo, se usa una manguera para irrigar zonas aledañas junto a bienestar y al laboratorio de biotecnología. Autor del proyecto.

**Tabla 12***Aforo zona 42 y 41*

<b>Administrativo Aspersores</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>1,160</b>	5,22	0,222
<b>1,110</b>	5,02	0,221
<b>1,120</b>	5,35	0,209
<b>Promedio (L/s)</b>		0,218
<b>Aspersores</b>	24	5,221

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 13***Aforo zona 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 25*

<b>Plazoleta</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>2,270</b>	5,69	0,399
<b>2,220</b>	5,47	0,406
<b>2,400</b>	5,68	0,423
<b>Promedio (L/s)</b>		0,409

*Nota.* Estas zonas son irrigadas por medio de una manguera. Autor del proyecto.

**Tabla 14***Aforo*

<b>Rotonda</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>3,150</b>	5,47	0,576
<b>3,526</b>	5,75	0,613
<b>3,600</b>	5,58	0,645
<b>Promedio (L/s)</b>		0,611

*Nota.* Se usa una manguera para irrigar la rotonda y las áreas verde de los parqueaderos y restaurante. Autor del proyecto.

**Tabla 15***Aforo torre*

<b>Torre derecha</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>2,000</b>	5,43	0,368
<b>1,986</b>	5,28	0,376
<b>2,200</b>	5,56	0,396
<b>Promedio (L/s)</b>		0,380

*Nota.* Las torres son irrigadas con mangueras. Autor del proyecto.

**Tabla 16***Aforo torre*

<b>Torre izquierda</b>		
<b>Volumen (L)</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Caudal (L/s)</b>
<b>3,435</b>	9,99	0,344
<b>3,550</b>	10,09	0,352
<b>3,760</b>	10,33	0,364
<b>Promedio (L/s)</b>		0,353

*Nota.* Las torres son irrigadas con mangueras. Autor del proyecto.

**Tabla 17***Consumos de tiempo y agua para el riego de las áreas verdes*

Área	Consumos	
	Tiempo (horas)	Volumen (L)
Plazoleta de la imaginación Aspersor	0,5	6263,59
Plazoleta de la imaginación 2. manguera	1	2658,47
Parqueadero Biblioteca	0,5	1255,88
Biblioteca	1,5	5650,38
Anexos, bloque de aulas, aud. Catatumbo	4	7790,39
Casona y túnel del amor	4	13860,93
Bienestar y Lab. Biotecnología	2	9513,27
Administrativo Aspersores	0,5	9398,64
Plazoleta	2	2945,59
Redoma	0,5	1100,55
Torres	4	19454,4
<b>Total</b>	<b>20,5</b>	<b>79892,10</b>

*Nota.* Los tiempos de riego pueden variar dependiendo de la época en que se riega, sin embargo, tienden a ser más horas ya que no se cuenta con un sistema si no que se usan aspersores portátiles y la manguera, usando más agua y requiriendo de más tiempo en mano de obra. Autor del proyecto.

### **Hallazgos**

Durante el diagnostico se pudieron evidenciar varias falencias que la Universidad podría mejorar, y así hacer un uso y ahorro eficiente del recurso hídrico, creando un campus más sostenible y sustentable con el tiempo.

- No cuenta con micromedidores dentro del campus para las diferentes zonas, lo cual impide hacer comparaciones con el medidor general para identificar posibles fugas en tuberías o en la red de conducción interna de la UFPSO.
- No cuenta con los planos hidráulicos de la red de conducción, que imposibilita realizar auscultaciones para verificar el estado de la misma red y posibles fugas, del mismo modo impide realizar actualizaciones de las tuberías o nuevas ramificaciones ya que no se sabe por dónde pasan la red de conducción.
- La información que se tiene de la red de conducción no está documentada. Los trabajadores más antiguos tienen dicha información y al momento de solicitarla no se puede obtener de manera rápida, verídica y eficiente.
- Algunos inodoros son antiguos, usan mucha agua por descarga y presentan fugas, adicional a esto algunos ya están en mal estado y se requiere reemplazo o actualización a inodoros más eficientes.
- Varios de los inodoros se encuentran fuera de servicio, generalmente son los más antiguos y también por falta de mantenimiento.
- Algunos de los grifos de los lavamanos son antiguos, al momento de usarlos cabe la posibilidad que se dañe o presente alguna fuga, y como consecuencia el desperdicio de agua.
- El sistema de riego en algunos puntos no tiene la presión necesaria para que los aspersores funcionen correctamente.
- Algunas de las zonas verdes la UFPSO no tiene sistema de riego y son irrigadas directamente con una manguera, lo cual genera que se gaste más agua, más tiempo y mano de obra.

- En algunas zonas se usa agua potable para el riego de los jardines, como es el caso de las torres que por falta presión y de red de conducción, son irrigadas con agua potable.
- No se tiene planos hidráulicos del sistema de conducción de agua para el riego de las áreas verdes o jardines.
- Se presumen fugas en la red de conducción que no son visibles, ni están ubicadas, ya que en la inspección realizada al contador en las horas de la noche se puede evidenciar una lectura de flujo de agua en horas donde se supone no deberían existir debido a que no hay personal dentro del campus.

Nota: para efectos de este trabajo no se realizaron la caracterización cuantitativa de las perdidas, debido a que no se cuentan con planos hidráulicos y micromedidores dentro del campus, lo cual imposibilitó la realización de una auscultación solicitada a la empresa prestadora de servicio de agua potable, y a la cuantificación del volumen consumido por la granja en sus proyectos experimentales.

### **3.2 Realizar la caracterización morfométrica de la fuente abastecedora de agua cruda de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal**

La quebrada el Rampacho es una fuente de agua cruda que nace en la parte alta de la vereda las Liscas y vierte sus aguas al Rio Algodonal, dicha fuente se encuentra parcialmente dentro de los predios de la UFPSO, por lo cual es necesario que se propenda mantener información de la fuente y se vele por la sostenibilidad ambiental, ya que sirve como una fuente de abastecimiento para la UFPSO y para algunas de las personas de la vereda.

Para la realización de este objetivo se realizó una búsqueda de información detallada, puesto que al ser un área relativamente pequeña se requiere de modelos de elevación digital de buena resolución para evitar errores en los cálculos y ser lo más acercado a la realidad posible.

Para la delimitación se usaron dos herramientas de procesamiento de información, QGIS y ArcGIS, las cuales permiten tener un acercamiento de la realidad e interpretar los datos para entender a la dinámica de la fuente hídrica.

### **3.2.1 Clasificación morfométrica de la microcuenca El Rampacho**

**3.2.1.1 Propiedades de la superficie (área y perímetro).** El área es la proyección horizontal de la superficie de drenaje, y el punto que recoge la escorrentía, se denomina punto de cierre de la cuenca o punto más bajo. El perímetro es la línea que describe la divisoria de aguas, que va desde el punto más bajo siguiendo el parte aguas hasta la parte más alta de la cuenca.

La Microcuenca de la quebrada el Rampacho está ubicada parcialmente dentro de los predios de la UFPSO, cuenta con un área total de  $2,283 \text{ km}^2$  o 228,3 ha y un perímetro de 9,071 km. (Ver tabla 19).

**Tabla 18**

*Clasificación de las Cuencas Hidrográficas por su superficie*

<b>TIPO</b>	<b>HECTAREAS</b>
Sistema hidrográfico	+ 300.000
Cuencas	60.000 - 300.000
Subcuencas	10.000 - 60.000
Microcuenca	< 10.000

*Fuente:* Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Suelos.

Según la información, la quebrada el Rampacho, por sus parámetros físicos, en este caso el área, se clasifica como una microcuenca ya que su área es menor a 10.000 ha.

**Tabla 19***Datos de la superficie*

DESCRIPCIÓN	UND	VALOR
Área	km2	2,283
Área vertiente derecha	km2	1,591
Área vertiente Izquierda	km2	0,692
Longitud de la cuenca	km	3,770
Perímetro de la cuenca	km	9,071

*Fuente. Autor del proyecto.*

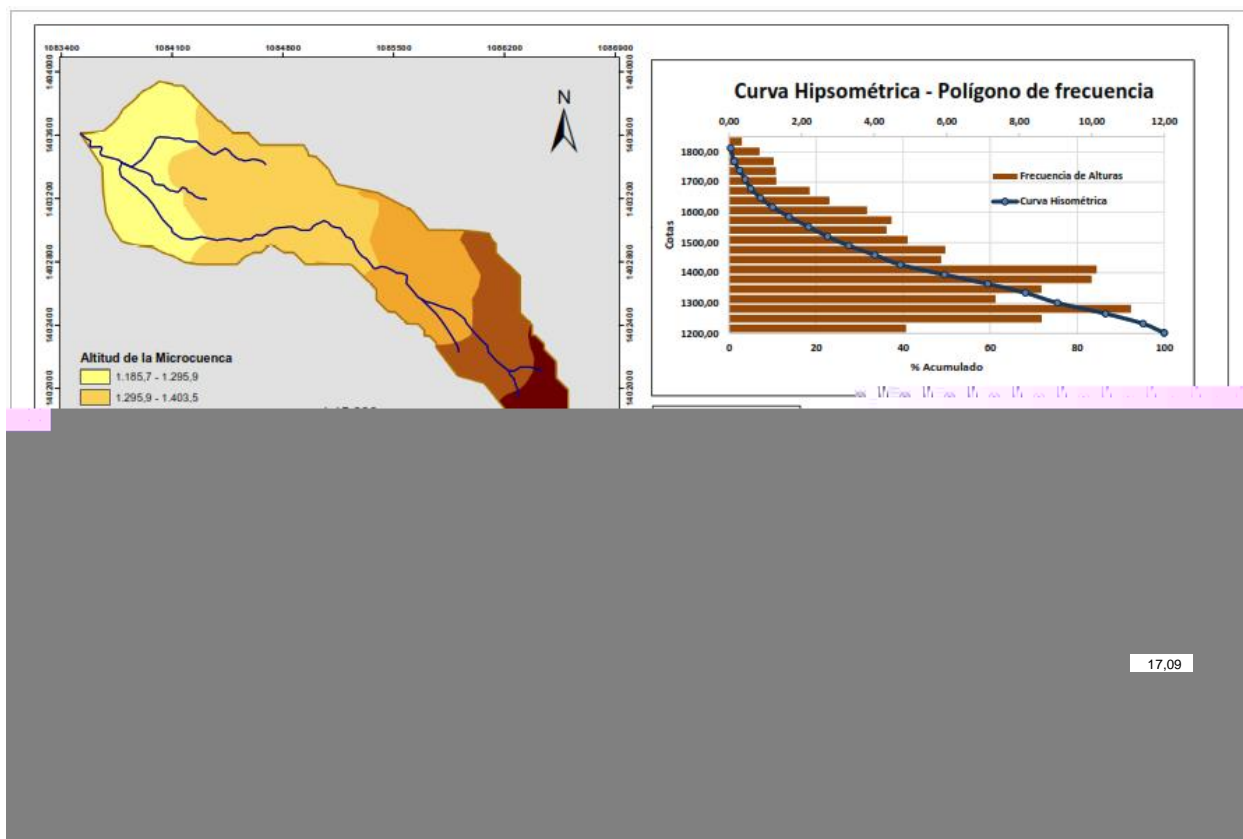
La longitud de la microcuenca es la línea recta que va desde el punto más alto hasta el punto más bajo de la misma, paralela al cauce principal, la microcuenca el Rampacho tiene una longitud de 3,770 km.

**3.2.1.2 Datos de la ubicación.** La microcuenca el Rampacho se encuentra ubicada en Ocaña Norte de Santander, en la vereda las Liscas, con una temperatura promedio de 22°C, la cual goza de un clima bimodal en donde se acentúan las épocas de lluvia y de sequía, las cuales están directamente relacionadas con el caudal de la microcuenca, su punto más alto se encuentra a 1838,91 msnm y su punto más bajo o punto de desfogue se encuentra a 1185,74 msnm, vertiendo sus aguas al Rio Algodonal.



**Tabla 20***Datos de la Ubicación*

<b>Cotas</b>		
Cota máxima	msnm	1838,91
Cota mínima	msnm	1185,74
<b>Coordenadas Centroides (MAGNA SIRGAS)</b>		
X centroide	m	1085049,96
Y centroide	m	1402944,50
Z centroide	msnm	1467,6

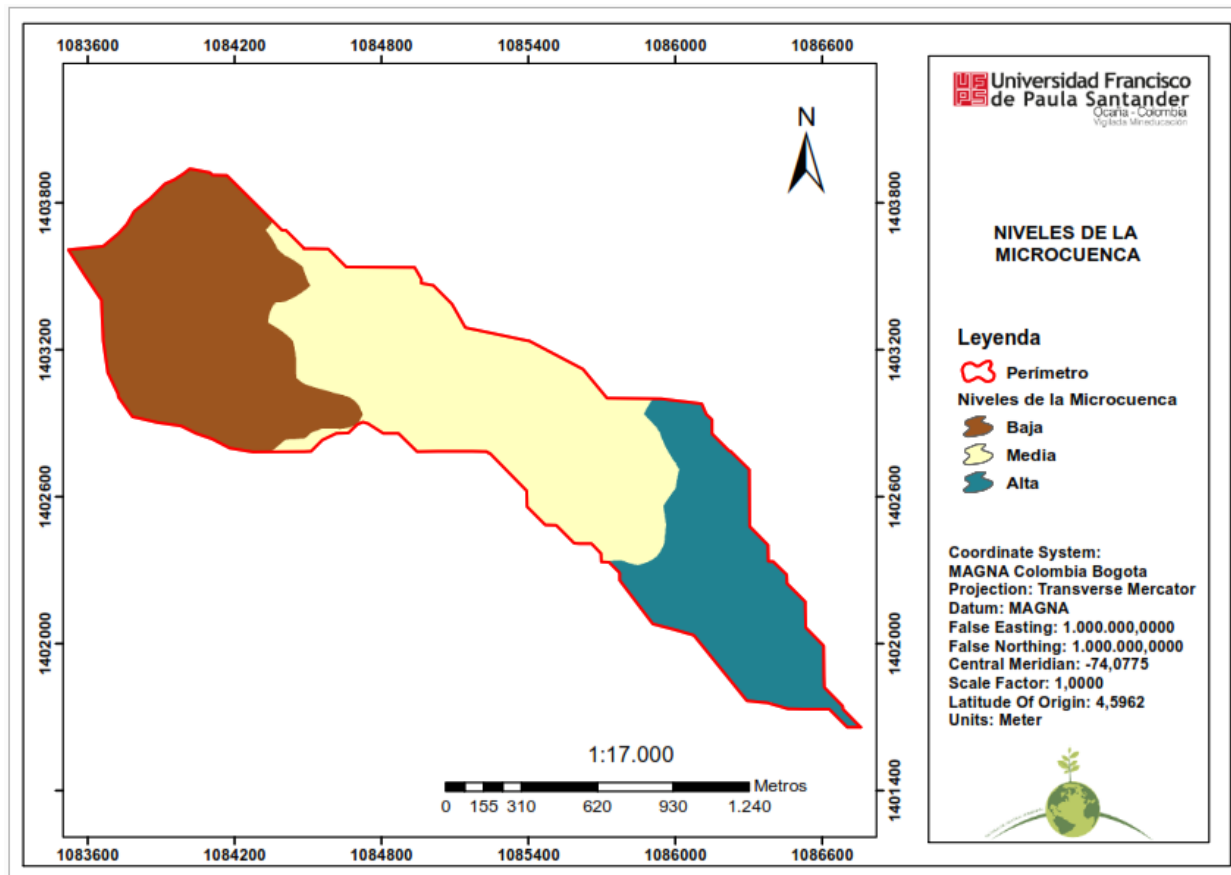
*Fuente. Autor el proyecto***Figura 7***Ubicación de la microcuenca el Rampacho*

17,09

*Fuente. Autor del proyecto*

Figura 8

*Niveles de la Microcuenca el Rampacho*



*Fuente.* Autor del proyecto.

**3.2.1.3 Parámetros de forma de la microcuenca.** Los factores geológicos, principalmente, son los encargados de moldear la fisiología de una región y particularmente la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Para explicar cuantitativamente la forma de la cuenca, se compara la cuenca con figuras geométricas conocidas como lo son: el círculo, el ovalo, el cuadrado y el rectángulo, principalmente, según el capítulo 7 “Morfometría” (MINAMBIENTE, s.f).

**Índice de compacidad o índice de Gravelius ( $K_c$ ):** Es un parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca, con el perímetro de un círculo de igual área al de la microcuenca. Este parámetro está relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

$$K_c = \frac{P_{cuenca}}{2\pi\left(\frac{A_{cuenca}}{\pi}\right)^{1/2}}$$

Donde:

P: Perímetro de la microcuenca (km)

A: Área de la microcuenca ( $km^2$ )

$$K_c = \frac{9,071}{2\pi\left(\frac{2,283}{\pi}\right)^{1/2}} = 1,69$$

### Figura 9

*Índice de compacidad para la evaluación de la forma*

Clase	Rango	Descripción
Kc1	1 a 1,25	Forma casi redonda a oval – redonda
Kc2	1,25 a 1,5	Forma oval – oblonga
Kc3	> 1,5	Forma oval – oblonga a rectangular - oblonga

*Fuente.* Capítulo 7, Morfometría. (MINAMBIENTE, s.f).

Según la clasificación, la microcuenca el Rampacho se ubica en la clase 3 >1,5; es decir, que tiene una forma oval, oblonga a rectangular, al tener una forma alargada la concentración de agua disminuye; siendo una microcuenca que en épocas de altas precipitaciones puede regular las avenidas que puedan causar desastres en las zonas adyacentes a la ronda del cauce.

**Factor forma ( $K_f$ ):** Es la relación entre el área de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido (L). Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas e

intensas o lentas y sostenibles; según que su factor de forma tiende hacia valores extremos grandes o pequeños. Capítulo 7 “Morfometría”, (MINAMBIENTE, s.f).

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

A: Área de la microcuenca ( $km^2$ )

$L^2$ : Longitud (km)

### Figura 10

#### Clasificación del factor forma

$K_f$	Característica
<1	Tiende a ser alargada, baja susceptibilidad a las avenidas
1	Cuadrada
>1	Tiende a ser achatada, tendencia a ocurrencia de avenidas

Fuente. Capítulo 7 “Morfometría”, (MINAMBIENTE, s.f).

$$K_f = \frac{2,283}{3,770^2} = 0,16$$

El factor forma de la Microcuenca el Rampado es de 0,16, lo cual indica que es una microcuenca alargada, y confirma el valor del coeficiente de compacidad; es decir, que por su forma no está propensa a presentar crecidas súbitas cuando se presentan lluvias intensas, lo cual es una ventaja debido a que estos sistemas hidrológicos propenden a no presentar riesgos por inundaciones o avalanchas.

**Índice asimétrico** ( $I_{AS}$ ): Es la relación entre el área de la vertiente mayor y el área de la vertiente menor, las cuales son separadas por el cauce principal. Este índice evalúa la homogeneidad en la distribución de la red de drenaje, pues si se tiene un índice mucho mayor a 1 se observará sobre la cuenca que el río principal estará recargado a una de las vertientes; por lo

tanto, implica una heterogeneidad en la distribución de la red de drenaje, aumentando la descarga hídrica de la cuenca a esta vertiente. Lo que incrementa en cierto grado los niveles de erodabilidad a causa de los altos eventos de escorrentía superficial obtenidos. Capítulo 7 “Morfometría”, (MINAMBIENTE, s.f).

$$I_{AS} = \frac{A_{mayor}}{A_{menor}}$$

Donde:

$A_{mayor}$ : Vertiente mayor  $km^2$

$A_{menor}$ : Vertiente menor  $km^2$

### Figura 11

*Índice asimétrico*

$K_r$	Característica
$I_{AS} > 1$	Cauce principal bastante recargado a una de las vertientes
$I_{AS} = 1$	Distribución uniforme del cauce principal

Fuente. Capítulo 7 “Morfometría”, (MINAMBIENTE, s.f).

$$I_{AS} = \frac{1,591}{0,692} = 2,299$$

El índice asimétrico de la microcuenca el Rampacho es de 2,299, lo que quiere decir que la microcuenca tiene un mayor número de afluentes en la vertiente derecha.

**3.2.1.4 Características del relieve de la Microcuenca:** según (MINAMBIENTE, s.f), estas características son importantes puesto que el relieve de una cuenca tiene más influencia sobre la respuesta hidrológica que su forma.

**Pendiente promedio:** La pendiente media constituye un elemento importante en el efecto del agua al caer a la superficie, ya que en las zonas de altas pendientes se presentan con mayor intensidad y frecuencia problemas de erosión, mientras que en las zonas donde existe una pendiente más plana los problemas se dan por la sedimentación, para la microcuenca el Rampacho se calculó la pendiente promedio en base a las áreas acumuladas entre pendientes por medio de la herramienta ArcGIS ver figura 12, arrojado un valor de pendiente promedio de 58,3% que según el capítulo 7 “morfometría” (MINAMBIENTE, s.f), basada en la metodología de Alvor la microcuenca el Rampacho tiene un tipo de relieve escarpada, la cual influye en la erosión y en la velocidad de escorrentía.

**Tabla 21**

*Cálculo de la pendiente promedio*

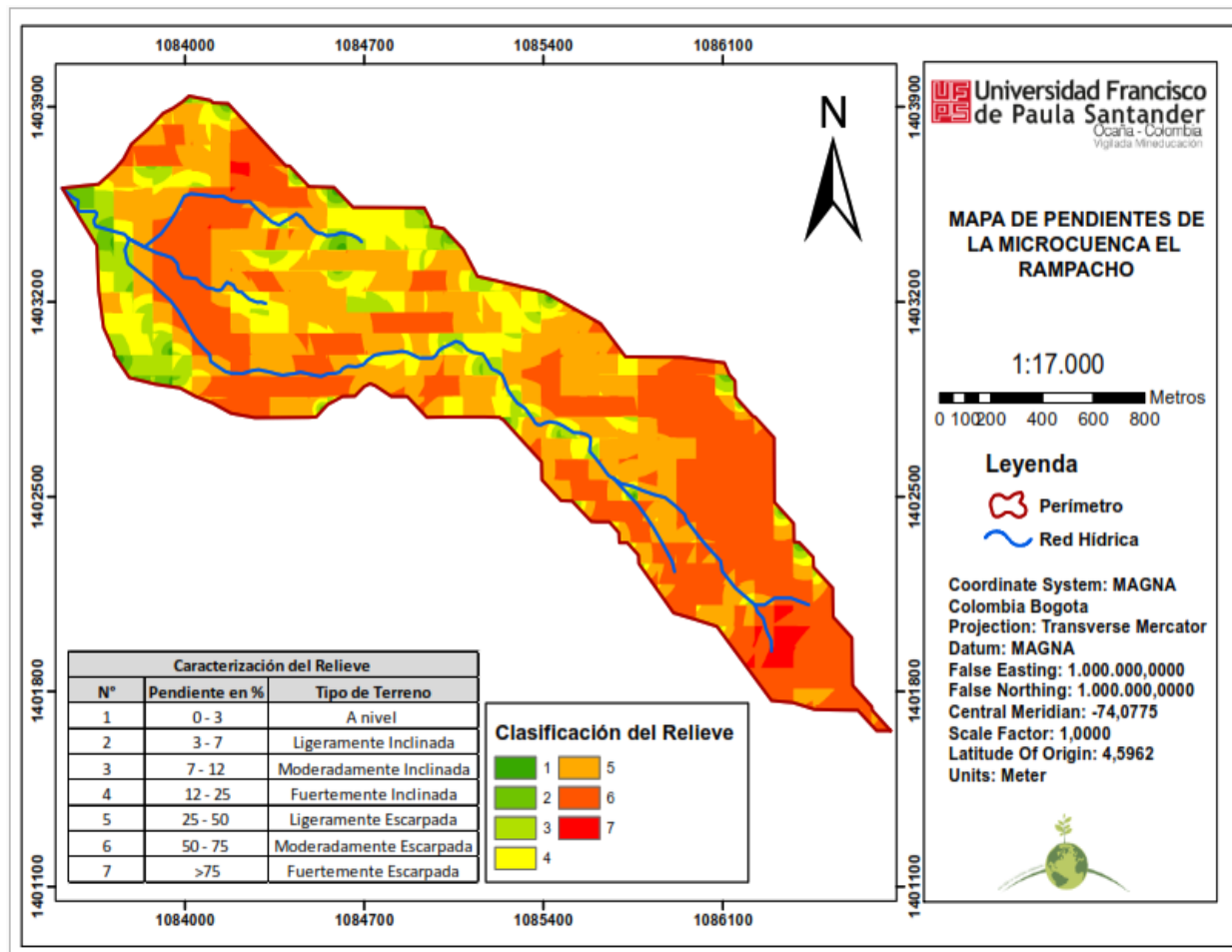
N°	Rango Pendiente (%)			Número de ocurrencias (2)	(1) *(2)
	Inferior	Superior	Promedio (1)		
1	0	20	10	48801	488010
2	20	40	30	293621	8808630
3	40	60	50	661815	33090750
4	60	80	70	1218796	85315720
5	80	100	90	60004	5400360
<b>Sumatorias</b>				2283037	133103470

*Fuente.* Autor del proyecto.

$$S = \frac{133103470}{2283037} = 58,3\%$$

Figura 12

Mapa de relieve de la Microcuenca el Rampacho



Fuente. Autor del proyecto.

La microcuenca el Rampacho por su topografía y características, cuenta con un 40% de su área con pendientes entre el 50% y el 75% como se puede observar en la tabla 22, la cual se encuentra cubierta por bosque denso y bosques de matorrales en su gran mayoría (ver figura 13 y tabla 23), también se encuentran áreas descubiertas o calvas en las cuales se presentan procesos erosivos hídricos y eólicos que afectan directamente la cantidad y la calidad del agua debido a los procesos escorrentía y la capacidad de infiltración del suelo.

**Tabla 22***Caracterización del relieve según metodología de Alvor vs el área de la Microcuenca*

<b>N°</b>	<b>Pendiente en %</b>	<b>Tipo de Terreno</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	0 - 3	A nivel	0,51	0,2
<b>2</b>	3 - 7	Ligeramente Inclínada	3,96	1,7
<b>3</b>	7 - 12	Moderadamente Inclínada	16,98	7,4
<b>4</b>	12 - 25	Fuertemente Inclínada	30,28	13,3
<b>5</b>	25 - 50	Ligeramente Escarpada	82,65	36,2
<b>6</b>	50 - 75	Moderadamente Escarpada	91,36	40,0
<b>7</b>	>75	Fuertemente Escarpada	2,56	1,1

*Fuente.* Autor del proyecto.**Tabla 23***Cobertura vegetal de la Microcuenca según la metodología Corine Land Cover*

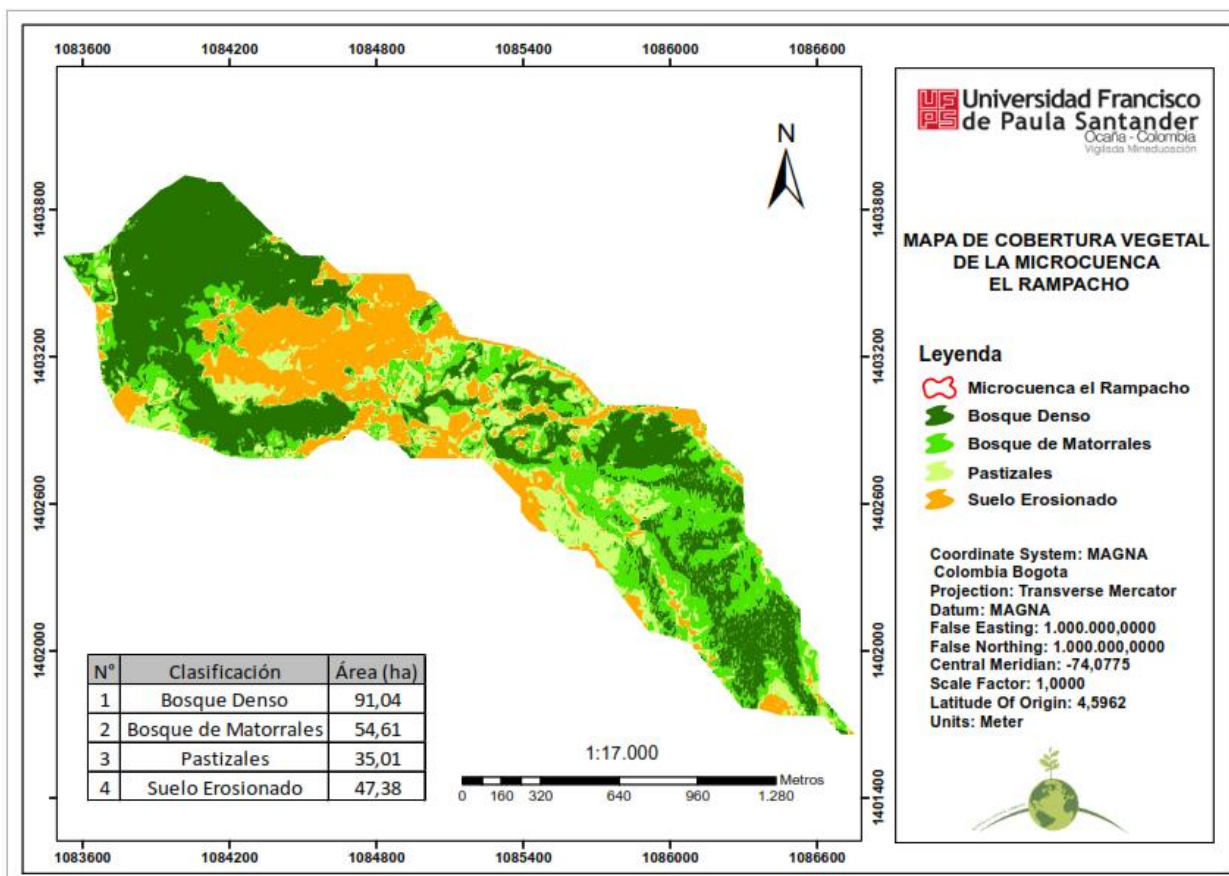
<b>N°</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
<b>1</b>	Bosque Denso	91,04	39,92
<b>2</b>	Bosque de Matorrales	54,61	23,95
<b>3</b>	Pastizales	35,01	15,35
<b>4</b>	Suelo Erosionado	47,38	20,78
	<b>Total</b>	228,04	100

*Fuente.* Autor del proyecto.



**Figura 13**

*Cobertura vegetal de la Microcuenca el Rampacho*



*Fuente.* Autor del proyecto.

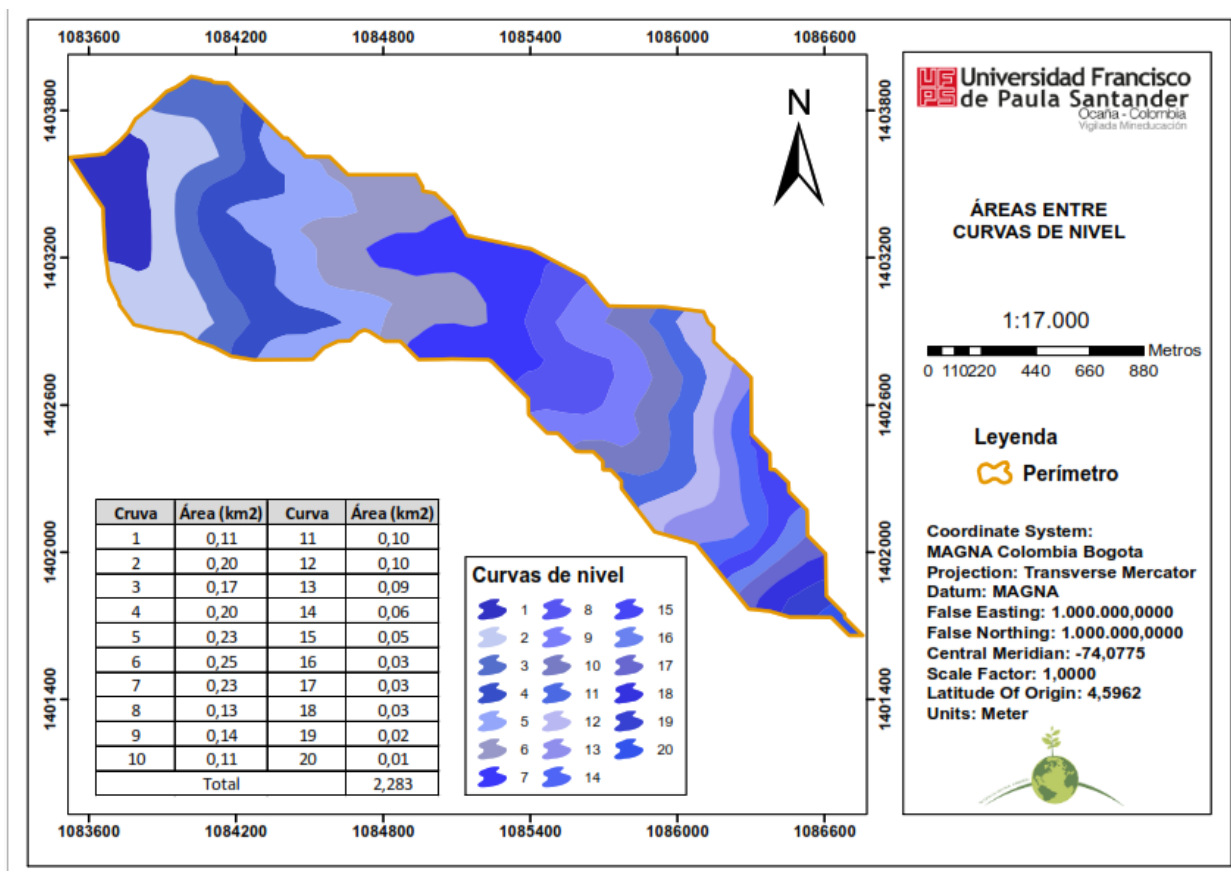
**Curva Hipsométrica de la Microcuenca el Rampacho:** Una curva hipsométrica es la representación gráfica del relieve medio de la cuenca, construida llevando en el eje de las abscisas, longitudes proporcionales a las superficies proyectadas en la cuenca, en km<sup>2</sup> o en porcentaje, comprendidas entre curvas de nivel consecutivas hasta alcanzar la superficie total,

llevando al eje de las ordenadas la cota de las curvas de nivel consideradas. (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, 2012).

Según el capítulo 7 “Morfometría” (MINAMBIENTE, s.f), La función hipsométrica es una forma conveniente y objetiva de describir la relación entre la propiedad aritmética de la cuenca en un plano y su área.

**Figura 14**

*Curvas de nivel de la Microcuenca el Rampacho*



*Fuente.* Autor del proyecto

Conociendo que la cota mínima es de 1185,74 msnm y la máxima de 1838,91 msnm y la superficie de la microcuenca se dividió en 20 intervalos para las curvas de nivel, entonces:

$$\frac{(1838,91 - 1185,74)}{20} = 32,65 \text{ m}$$

La diferencia entre cotas de las curvas de nivel es de 32,65 m.

**Tabla 24**

*Área entre curvas de nivel*

<b>Curva</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Curva</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
<b>1</b>	0,11	<b>11</b>	0,10
<b>2</b>	0,20	<b>12</b>	0,10
<b>3</b>	0,17	<b>13</b>	0,09
<b>4</b>	0,20	<b>14</b>	0,06
<b>5</b>	0,23	<b>15</b>	0,05
<b>6</b>	0,25	<b>16</b>	0,03
<b>7</b>	0,23	<b>17</b>	0,03
<b>8</b>	0,13	<b>18</b>	0,03
<b>9</b>	0,14	<b>19</b>	0,02
<b>10</b>	0,11	<b>20</b>	0,01
<b>Total Σ</b>			<b>2,283</b>

*Fuente.* Autor del proyecto

De los datos obtenidos se genera la curva hipsométrica, la cual es un indicador de la edad (fase de juventud, fase de madurez y fase de vejez) de la microcuenca según la curva que describa la gráfica. Ver tabla 25.

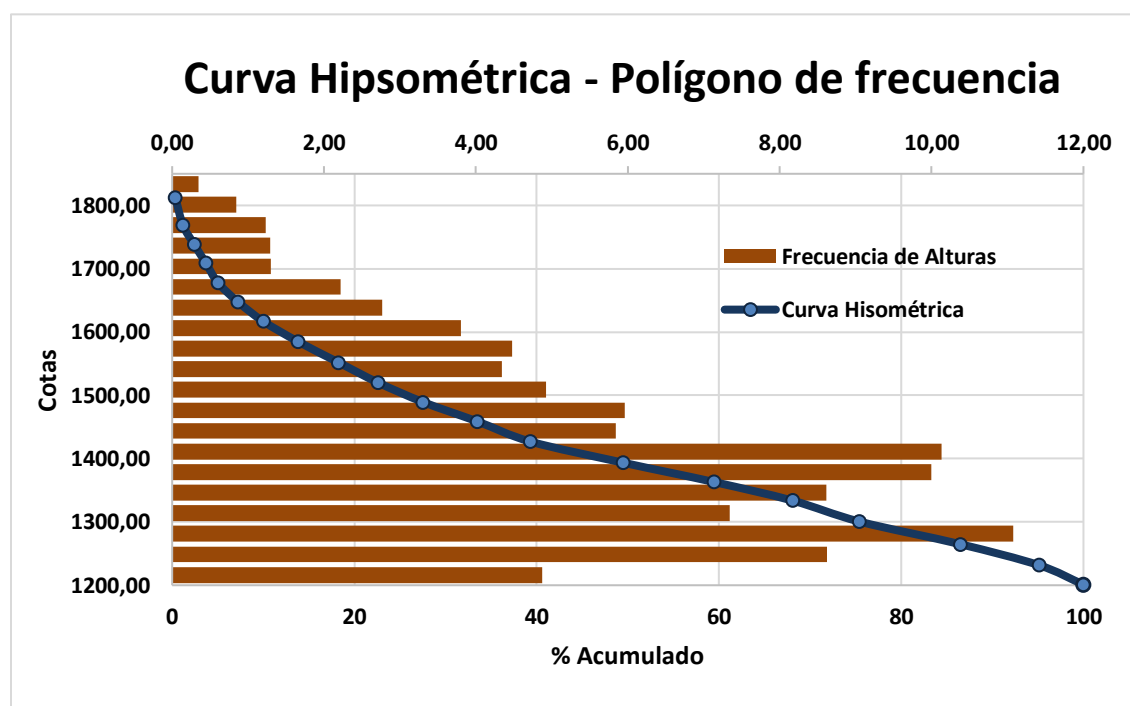
**Tabla 25***Datos para generar la curva hipsométrica*

Nro.	Cota(msnm)			Área (km2)			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Área (km2)	Acumulado	% Acumulado	% Inter
1	1185,74	1216,36	1201,05	0,111	2,283	100	4,88
2	1216,36	1246,98	1231,67	0,197	2,172	95,12	8,62
3	1246,98	1282,70	1264,84	0,253	1,975	86,50	11,08
4	1282,70	1318,42	1300,56	0,168	1,722	75,42	7,34
5	1318,42	1349,03	1333,73	0,197	1,554	68,08	8,61
6	1349,03	1377,10	1363,07	0,228	1,358	59,47	9,99
7	1377,10	1410,27	1393,68	0,231	1,129	49,47	10,13
8	1410,27	1443,44	1426,85	0,133	0,898	39,34	5,85
9	1443,44	1474,05	1458,75	0,136	0,765	33,49	5,96
10	1474,05	1504,67	1489,36	0,112	0,629	27,53	4,92
11	1504,67	1535,29	1519,98	0,099	0,516	22,61	4,34
12	1535,29	1568,46	1551,87	0,102	0,417	18,27	4,48
13	1568,46	1601,62	1585,04	0,087	0,315	13,79	3,80
14	1601,63	1632,24	1616,94	0,063	0,228	9,99	2,76
15	1632,24	1662,86	1647,55	0,051	0,165	7,23	2,22
16	1662,86	1693,48	1678,17	0,030	0,114	5,01	1,30
17	1693,48	1724,09	1708,79	0,029	0,085	3,71	1,29
18	1724,10	1752,16	1738,13	0,028	0,055	2,42	1,23
19	1752,16	1785,32	1768,74	0,019	0,027	1,19	0,84
20	1785,34	1838,91	1812,12	0,008	0,008	0,35	0,35

*Fuente. Autor del proyecto*

**Figura 15**

*Curva hipsométrica y Polígono de frecuencias*



*Fuente.* Autor del proyecto

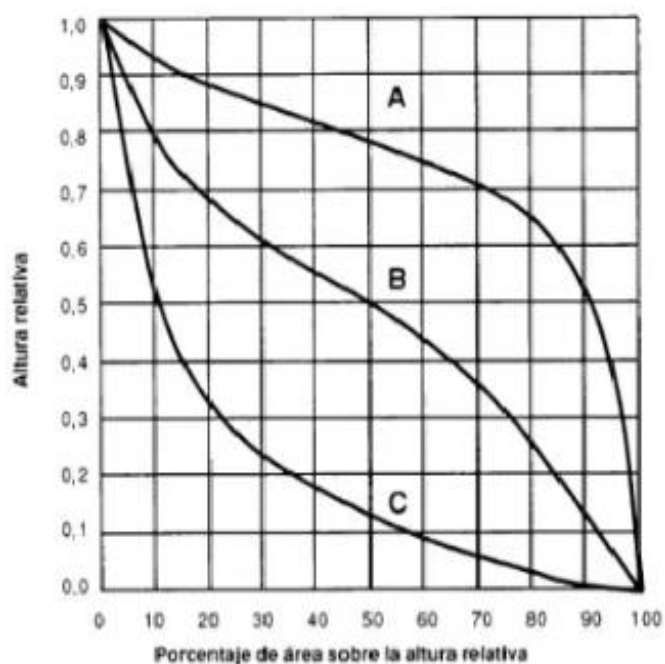
El análisis para los datos obtenidos de la curva hipsométrica de la microcuenca el Rampacho se dieron con base a (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, 2012). Ver figura 16.

Con base en esta información se puede manifestar que la curva hipsométrica de la microcuenca el Rampacho, es una curva que se encuentra en las curvas B y C; es decir, que es una microcuenca que se encuentra en fase de equilibrio en la fase de madurez, en transición a fase de vejez; sin embargo, en la parte alta de la microcuenca se encuentran asentamientos humanos que están incidiendo en la dinámica y comportamiento de la misma, y puede generar que exista un grado considerable de erosión y fluctuaciones en los caudales, debido a las actividades antrópicas

como la agricultura y la ganadería extensiva que se tiene el zona; de esta manera se determinó la frecuencia de altitudes, la cual corresponde a la altitud media que más representa la altura en la parte central de la microcuenca, con un valor de 1264,84 msnm, la altitud más frecuente, que indica la altura correspondiente al máximo histograma de frecuencias altimétricas; y por último la altitud de frecuencia media que es la altitud correspondiente al punto de abscisa media (50 % del área) de la curva hipsométrica.

**Figura 16**

*Interpretación de la curva hipsométrica*



**Curva A:** refleja una cuenca con gran potencial erosivo (fase de juventud).

**Curva B:** es una cuenca en equilibrio (fase de madurez).

**Curva C:** es una cuenca sedimentaria (fase de vejez).

*Fuente.* (UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, 2012).

**Tabla 26***Datos de altitudes de la microcuenca el Rampacho*

<b>Altitud</b>		
Altitud media	msnm	1467,57
Altitud más frecuente	msnm	1264,84
Altitud de frecuencia media (1/2)	msnm	1429,36

*Fuente.* Autor del proyecto**3.2.1.5 Características del sistema de drenaje**

**Longitud del cauce principal (L)(Km):** Es la medida siguiendo la sinuosidad del cauce principal, desde el punto de nacimiento hasta el punto de desfogue.

**Tabla 27***Datos de la red hídrica*

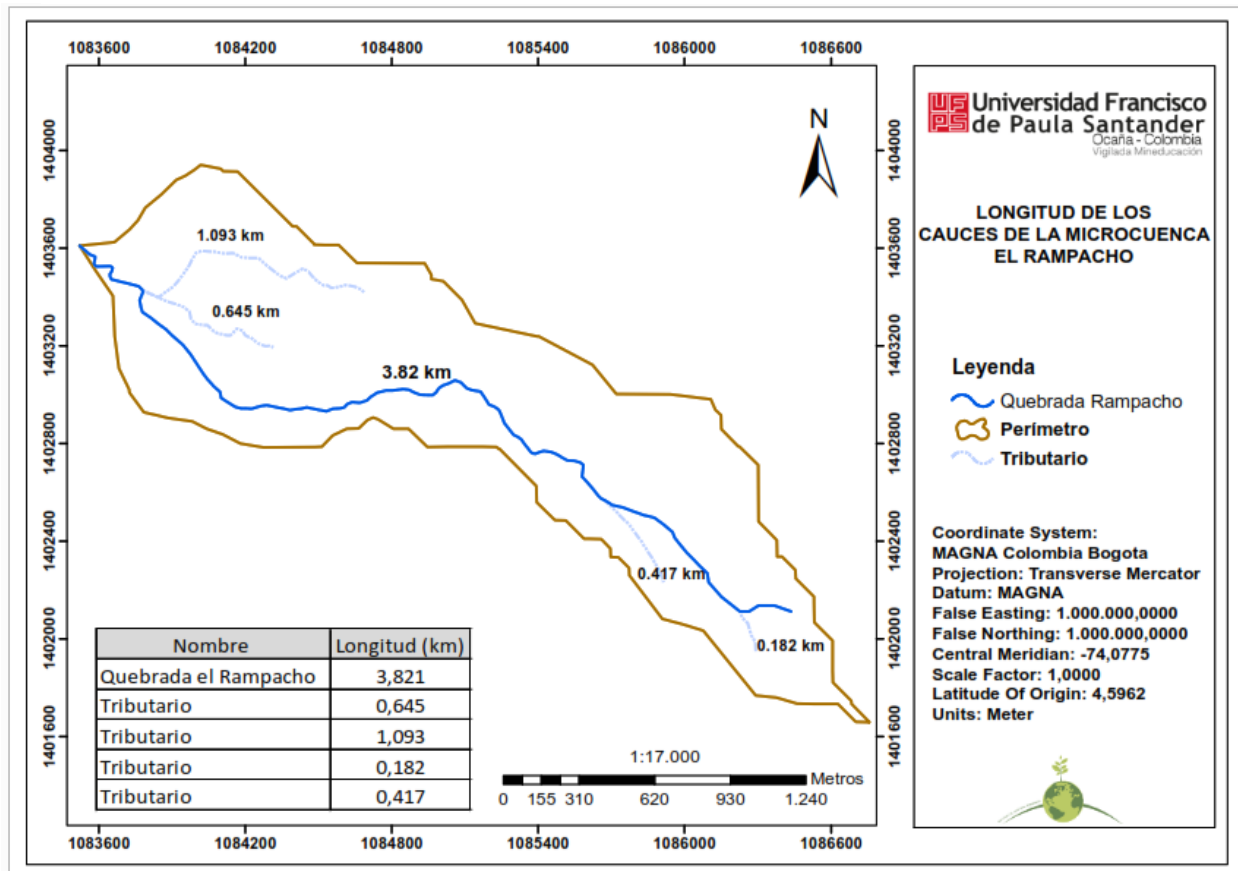
<b>De la Red Hídrica</b>		
Longitud máxima de recorrido	km	3,82
Orden de la Red Hídrica	UND	4
Longitud del valle del cauce	km	3,71
Longitud del cauce principal line recta	km	3,23
Longitud de la red hídrica	km	9,72

*Fuente.* Autor del proyecto.

La microcuenca el Rampacho cuenta con cuatro tributarios principales que vierten sus aguas al cauce principal.

**Figura 17**

*Longitud de la red hídrica*



*Fuente. Autor del proyecto.*



**Tabla 28***Longitudes de la red hídrica*

<b>Nombre</b>	<b>Longitud (km)</b>
Quebrada el Rampacho	3,821
Tributario	0,645
Tributario	1,093
Tributario	0,182
Tributario	0,417

*Fuente.* Autor del proyecto

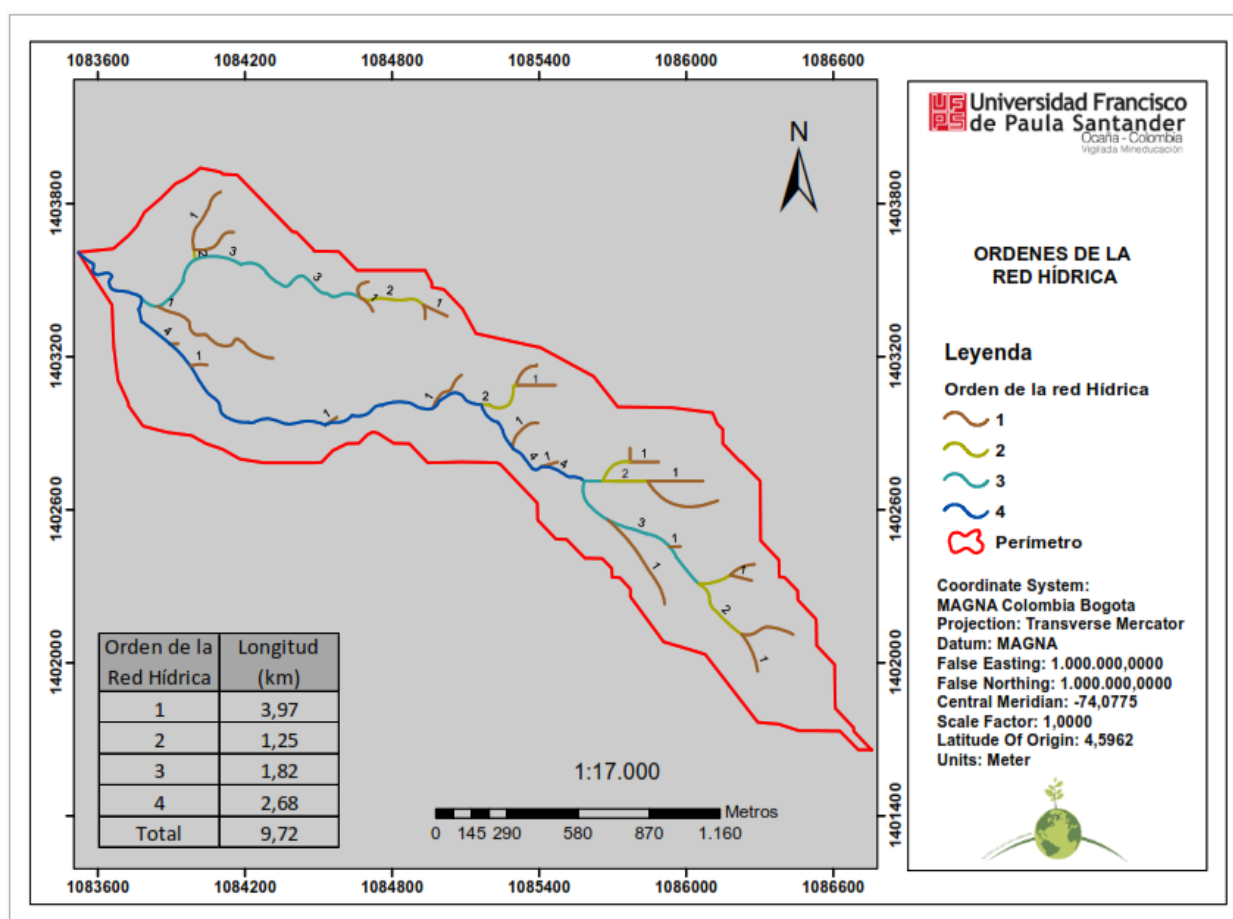
**Orden la red hídrica:** Es un número que refleja el grado de ramificación de la red de drenaje. La clasificación de los cauces de una cuenca se realiza a través de las siguientes premisas:

- Los cauces de primer orden son los que no tienen tributarios.
- Los cauces de segundo orden se forman en la unión de dos cauces de primer orden y, en general, los cauces de orden  $n$  se forman cuando dos cauces de orden  $n-1$  se unen.
- Cuando un cauce se une con un cauce de orden mayor, el canal resultante hacia aguas abajo retiene el mayor de los órdenes.
- El orden de la cuenca es el mismo del su cauce principal a la salida.

De acuerdo a esta clasificación se determinó el orden de la red hídrica para la microcuenca el Rampacho, dando como resultado una red hídrica de orden 4, con una longitud total de 9,72 km.

**Tabla 29***Longitud del orden de los cauces*

Orden de la Red Hídrica	Longitud (km)
1	3,97
2	1,25
3	1,82
4	2,68
Total	9,72

*Fuente.* Autor del proyecto.**Figura 18***Orden de la red hídrica**Fuente.* Autor del proyecto.

**Pendiente media del cauce:** Es la relación entre la altura total del cauce principal (cota máxima menos cota mínima) y la longitud del mismo. (MINAMBIENTE, s.f).

$$P_m = \frac{H_{max} - H_{min}}{L} * 100$$

Donde:

$P_m$ : Pendiente media

$H_{max}$ : Cota máxima (msnm)

$H_{min}$ : Cota mínima (msnm)

$L$ : Longitud del cauce (m)

$$P_m = \frac{1838,91 - 1185,74}{3821} * 100 = 17,1\%$$

**Densidad de drenaje:** Para la densidad de drenaje se tomó la relación de la longitud de los cauces y el área de la microcuenca.

$$Dd = \frac{L}{A}$$

Dd= Densidad de drenaje.

L= Longitud de los cauces permanentes e intermitentes.

A= Área de la micro cuenca.

$$Dd = \frac{9,72Km}{2,283 km^2} = 4,25 \frac{km}{km^2}$$

**Tabla 30**

*Categoría de la densidad de drenaje*

Densidad de drenaje $km/km^2$	Categoría
< 1	Baja
1 a 2	Moderada
2 a 3	Alta
>3	Muy alta

*Fuente:* Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión facultad de ingeniería

Este parámetro nos indica una descripción de la naturaleza de los suelos de la microcuenca Rampacho, de esta misma forma da una idea de la cobertura vegetal existente en la zona, para microcuenca se obtuvo un valor de 4,25 km/km<sup>2</sup>, estando este valor dentro de una clasificación muy alta (ver tabla 30); este parámetro da una representación muy alta, lo que indica que la microcuenca presenta suelos con material erosionable, posibles suelos impermeables y pendientes fuertes con escasa cobertura vegetal.

***Sinuosidad de las corrientes:*** La sinuosidad de las corrientes se tomó como la relación entre el largo del cauce principal y el largo del valle de la microcuenca mediada en línea recta:

$$S = \frac{L}{Lv}$$

S= Sinuosidad de los cauces.

L= Longitud del cauce principal.

Lv= Longitud de valle.

$$s = \frac{3,821km}{3,23km} = 1.18$$

El valor obtenido para este parámetro indico una sinuosidad 1.18, este valor se generó para para determinar el tipo de canal que presenta la cuenca de estudio, este parámetro arrojó que es de tipo canal transicional al estar dentro de los valores del índice de sinuosidad; cuando S es menor o igual a 1,25; indica que la sinuosidad de la microcuenca es muy baja, eso representa mayor velocidad en los cauces.

**3.2.1.6 Tiempo de concentración (Tc):** El tiempo de concentración para la micro cuenca Rampacho describe el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de desagüe o punto de cierre. Está determinado por el tiempo que tarda en llegar a la salida de la microcuenca el agua que procede del punto hidrológicamente más alejado, y representa el momento a partir del cual el caudal de escorrentía es constante.

Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir cinco estimaciones diferentes. (MINAMBIENTE, s.f).

**Formula de Kirpich:** Calcula el tiempo de concentración ( $T_c$ ) en horas.

$$T_c = 0,066 \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0,77}$$

Donde:

L: Longitud de cauce principal (m).

S: Diferencia entre las dos elevaciones extremas de la cuenca, en metros, dividida por L, es decir, la pendiente promedio del recorrido principal en m/m).

**Formula de Giandotti:** Proporciona el tiempo de concertación de la cuenca en minutos.

$$T_c = \left( \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{25,3 \sqrt{J} * L} \right)$$

Donde:

L: Longitud del cauce principal (Km).

J: Pendiente promedio del cauce principal (m/m).

A: Superficie de la cuenca  $km^2$

**Formula de Témez**

$$T_c = 0,3 \left( \frac{L_c}{S^{0,25}} \right)^{0,76}$$

$T_c$ : Tiempo de concentración (horas).

$L_c$ : Longitud del cauce principal (Km).

S: Pendiente promedio del cauce principal (%).

**Formula de Passini**

$$T_c = 0,108 \frac{(A * L_c)^{1/3}}{\sqrt{S}}$$

Donde:

$T_c$ : Tiempo de concentración (horas).

$L_c$ : Longitud del cauce principal (Km).

$S$ : Pendiente promedio del cauce principal (%).

$A$ : Superficie de la cuenca  $km^2$

**Tabla 31**

*Tiempos de concentración*

<b>Método</b>	<b>Tiempo (minutos)</b>
Formula de Kirpich	96
Formula de Giandotti	0,58
Formula de Témez	22,87
Formula de Passini	1,74
Promedio (minutos)	30,28

*Fuente.* Autor del proyecto.

De esta manera se estimó el tiempo de concentración es de 30.28 minutos.

**Tabla 32***Resumen de los datos de la microcuenca el Rampacho*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UND</b>	<b>VALOR</b>
<b>De la superficie</b>		
<b>Área</b>	Km2	2,283
<b>Área vertiente derecha</b>	Km2	1,591
<b>Área vertiente Izquierda</b>	Km2	0,692
<b>Longitud de la cuenca</b>	km	3,770
<b>Perímetro de la cuenca</b>	km	9,071
<b>Cotas</b>		
<b>Cota máxima</b>	msnm	1838,91
<b>Cota mínima</b>	msnm	1185,74
<b>Centroide (MAGNA SIRGAS)</b>		
<b>X centroide</b>	m	1085049,96
<b>Y centroide</b>	m	1402944,50
<b>Z centroide</b>	msnm	1467,6
<b>Altitud</b>		
<b>Altitud media</b>	msnm	1467,57
<b>Altitud más frecuente</b>	msnm	1264,84
<b>Altitud de frecuencia media (1/2)</b>	msnm	1429,36
<b>Pendiente</b>		
<b>pendiente promedio de la cuenca</b>	%	58,3
<b>De la Red Hídrica</b>		
<b>Longitud máxima de recorrido</b>	km	3,821
<b>Orden de la Red Hídrica</b>	UND	4
<b>Longitud del valle del cauce</b>	km	3,71
<b>Longitud del cauce principal line recta</b>	km	3,230
<b>Longitud de la red hídrica</b>	km	9,72
<b>Parámetros Generados</b>		
<b>Tiempo de concentración</b>	horas	18.9
<b>pendiente del cauce primal</b>	%	17,09
<b>Factor forma (Kf)</b>	UND	0,16
<b>Índice asimétrico (IAS)</b>	UND	2,299
<b>Sinuosidad de las corrientes</b>	UND	1,18

*Fuente.* Autor del proyecto.



### **3.3 Proponer estrategias y acciones que permitan un uso eficiente y ahorro del agua dentro del campus de la UFPSO**

Según la resolución 1257 de 2018, se establece el contenido del PUEEA; sin embargo, la autoridad ambiental correspondiente es la encargada de dar los parámetros para saber si se debe hacer un Programa de Uso Eficiente del Agua (PUEAA) o el Programa de Uso Eficiente y Ahorro de agua simplificado.

Corponor establece que para los usuarios (natural o jurídicos), que soliciten concesión de agua menores a 2 L/s deberán tener un PUEAA simplificado, y para las concesiones mayores a este valor, se deberá tener un Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua siguiendo el contenido y estructura expuesto en la resolución 1257 de 2018.

Según los aforos realizados, la UFPSO tiene un caudal captado de 0.8 L/s, es decir, que la estructura y el contenido del PUEAA debe ser simplificado, adicional a la estructura y contenido expuesto en la resolución 1257 de 2018, Corponor tiene unos términos de referencia adicionales y para efectos del presente la estructura del PUEAA es simplificado, sin embargo, se tendrán en cuenta algunos puntos del contenido establecido para el PUEAA no simplificado.

#### **3.3.1 Información General de Ocaña**

##### ***3.3.1.1 Descripción de Ocaña Norte de Santander***

Ocaña está situada a 8° 14' 15" Latitud Norte y 73° 2' 26" Longitud Oeste y su altura sobre el nivel del mar es de 1.202 m. La superficie del municipio es 460Km<sup>2</sup>, los cuales representan el 2,2% del departamento. La Provincia de Ocaña tiene un área de 8.602 km<sup>2</sup>. Posee

una altura máxima de 2.065 m sobre el nivel del mar y una mínima de 761 m sobre el nivel del mar. (Alcandía Municipal de Ocaña Norte de Santander , 2018)

### ***3.3.1.2 Límites del Municipio***

Límites Departamentales: La interacción de los aspectos ambientales, económicos y sociales del territorio constituye la base primordial para establecer el uso, ocupación y aprovechamiento del suelo; además de la caracterización y valoración de los ecosistemas como base para la zonificación ambiental y el establecimiento del uso sostenible de la tierra.

Por el Norte. Limita con el municipio de Gonzáles (Departamento del Cesar). Por el Occidente. Limita con el municipio de Río de Oro (Departamento del Cesar). Por el sur. Limita con el municipio de San Martín (Departamento del Cesar).

#### **Límites Municipales**

Por el Oriente. Limita con los municipios de San Calixto, La Playa y Abrego. Por el Norte. Limita con los municipios de Teorama, Convención y El Carmen. Por el sur. Limita con el municipio de Ábrego. (Alcandía Municipal de Ocaña Norte de Santander , 2018).

**Extensión total:** 672.27 Km<sup>2</sup>

**Extensión área urbana:** 6.96 Km<sup>2</sup>

**Extensión área rural:** 620.76 Km<sup>2</sup>

**Temperatura media:** 22° C

### ***3.3.1.3 Fauna***

La fauna regional agrupa a mamíferos, aves, reptiles, peces y parte de la microfauna asociada al suelo; es de gran importancia para el sostenimiento y equilibrio de los diferentes

ecosistemas. Dentro del grupo de las aves se encuentran en el área entre otras, las siguientes especies: la perdiz o gallineta de monte, garza de ganado, guara o chulo cabeza roja, gallinazo, gavián, halcón, paloma, loro, pájaro colibrí, barraquero común, oropéndola, urraca, cardenal pico de plata y toches. Mamíferos: Ñeque, armadillo, conejo de monte, ardilla, zorro, fara, ratón silvestre, puercoespín, murciélago, guartinaja, gato de monte. El venado andino o chonto existió en el municipio, es una especie en vía de extinción. Reptiles: Lagartija, víbora, serpiente cazadora, serpiente coral. Peces: Lamprea, sardina, panche, corroncho, aguagato, laucha, cangrejo. (Alcandía Municipal de Ocaña Norte de Santander , 2018).

#### **3.3.1.4 Flora**

Las especies predominantes son las gramíneas, pastos, arbustos, hiervas y pequeñas zonas de cobertura vegetal de mayor altura y las especies maderables como el mantequillo, el arrayán, rampacho, papamos, loqueto, mosquero, cedro, tachuelo, negrito, encenillo, tamasuco, guamo. Dentro de los arbustos o arbolitos que se ramifican a poca altura del suelo: peralejo, chaparro, guayabo, chirca, uvito negro y clavellino. Dentro de las gramíneas presentes allí, se encuentran algunos de los géneros de pasto imperial, yaraguá o yeraguá, cortadera, andropogén, festuca. (Alcandía Municipal de Ocaña Norte de Santander , 2018).

#### **3.3.2 Tipo de fuente**

La fuente de agua de la cual se abastece el sistema de riego para áreas verdes de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, es superficial de tipo lotico, la cual nace en la parte alta de la vereda las Liscas y vierte sus aguas en el río Algodonal.

#### **3.3.3 Localización de la Microcuenca el Rampacho**

Colombia a nivel nacional se divide en cinco (5) áreas hidrográficas las cuales son: Caribe (cód. 1), Magdalena Cauca (cód. 2), Orinoco (cód. 3), Amazonas (cód. 4) y Pacífico (cód.

5), ver figura 19, a su vez estas áreas están divididas en zonas hidrográficas, en la cual la microcuenca el Rampacho se encuentra ubicada dentro de la zona hidrográfica Catatumbo (cód. 16), ver figura 20, y en la subzona hidrográfica Río Algodonal - Alto Catatumbo (cód. 1605), ver figura 21.

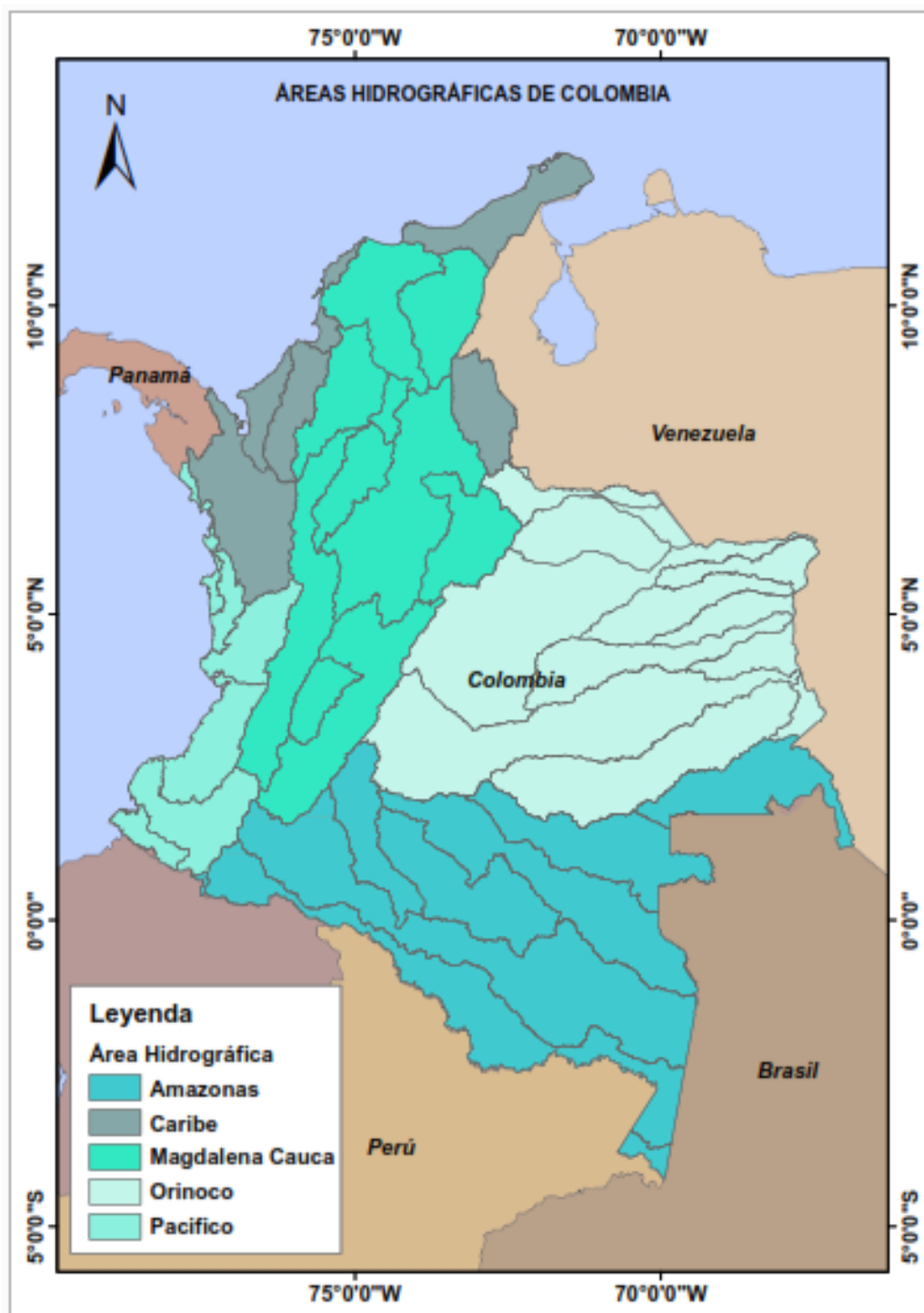
**Tabla 33**

*Localización de la Microcuenca el Rampacho*

<b>Localización</b>		<b>Código</b>
Área Hidrográfica	Caribe	1
Zona Hidrográfica	Catatumbo	16
Subzona Hidrográfica	Río Algodonal – Alto Catatumbo	1605

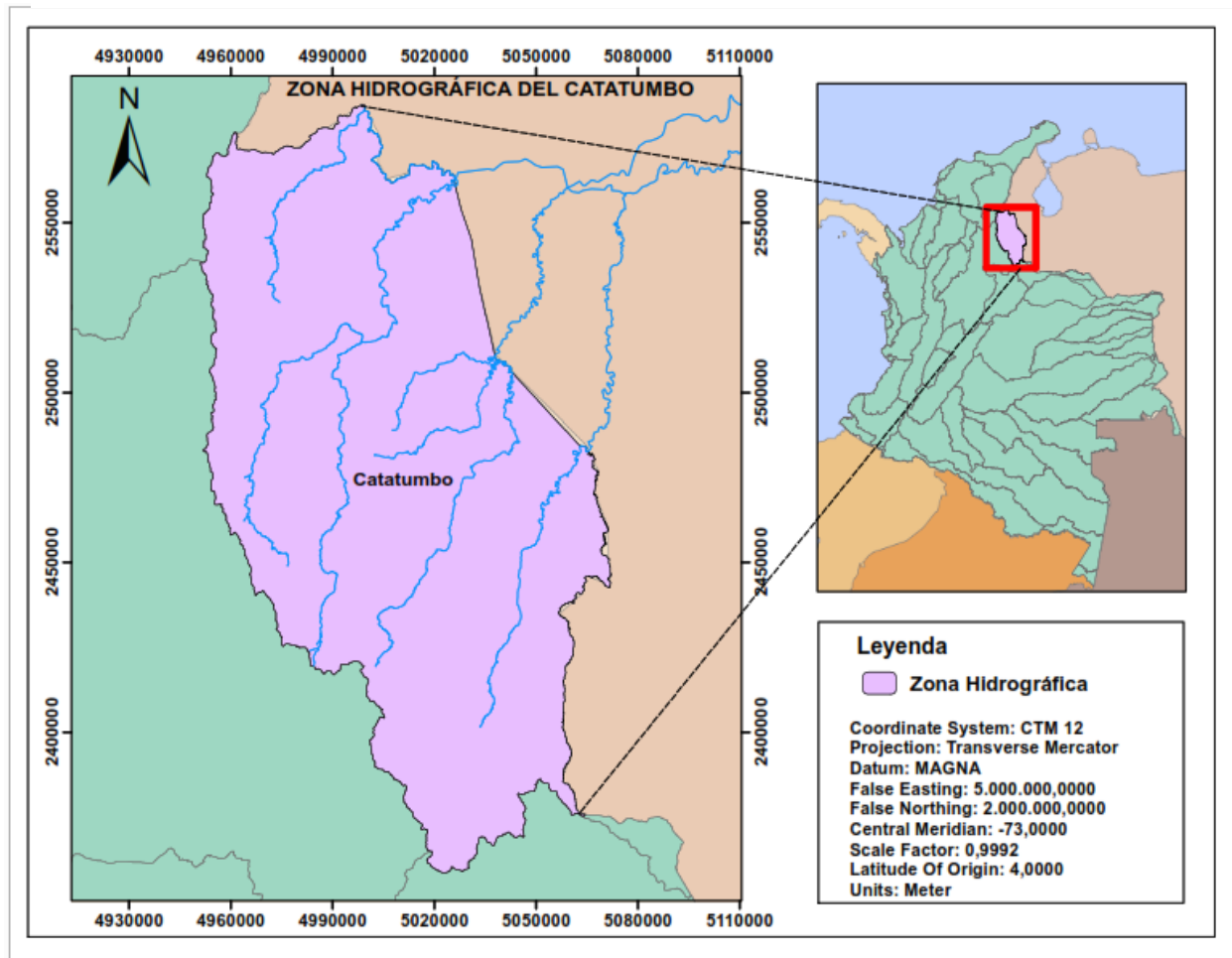
*Fuente.* Autor del proyecto.

Figura 19

*Áreas Hidrográficas de Colombia*

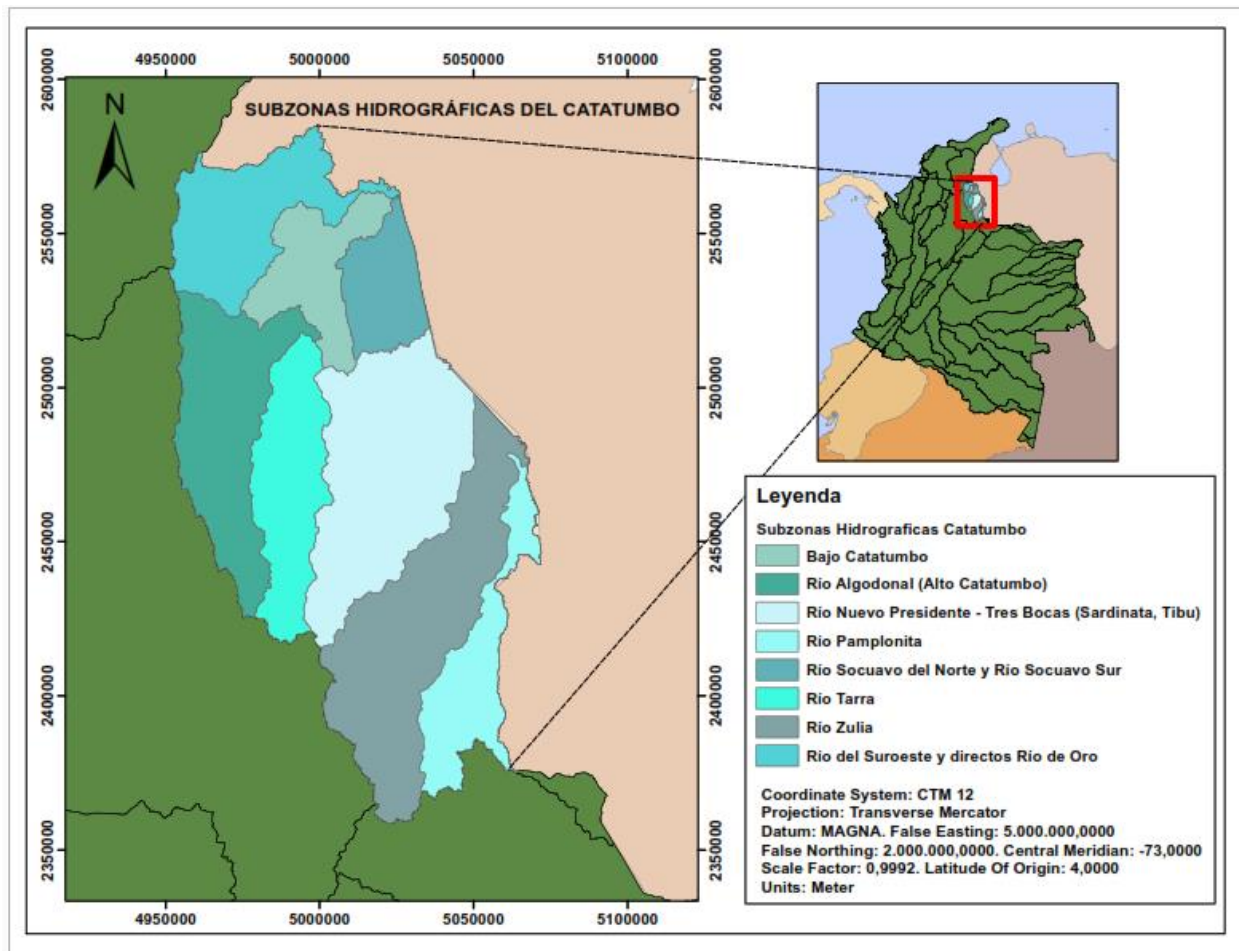
Fuente. Información extraída del IGAC

Figura 20

*Zona Hidrográfica Catatumbo*

*Fuente.* Información extraída del IGAC

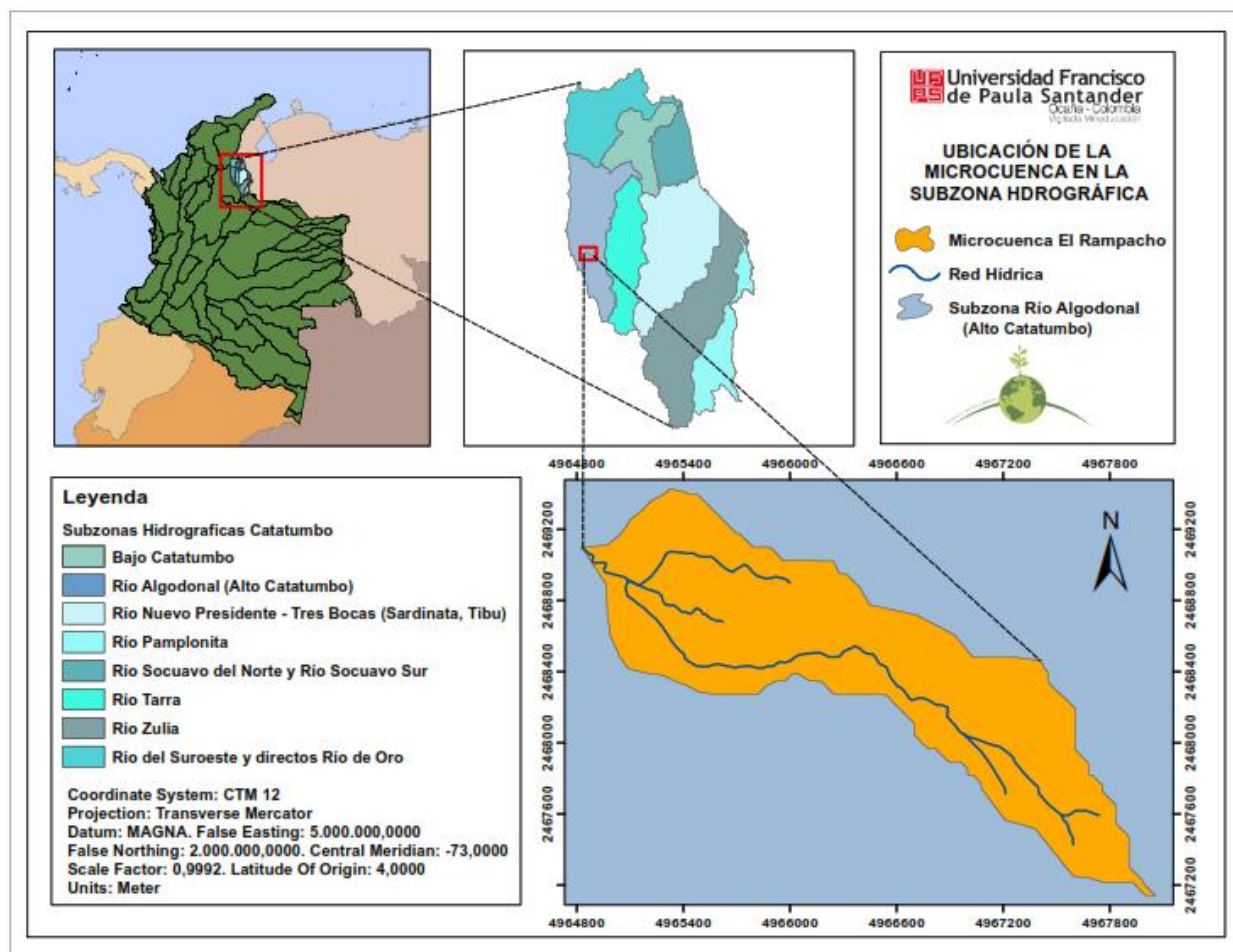
Figura 21

*Subzonas Hidrográficas del Catatumbo*

*Fuente.* Información extraída del IGAC

Figura 22

*Ubicación de la Microcuenca en la Subzona Hidrográfica.*



*Fuente.* Autor del proyecto.

### 3.3.4 Información de la obra de captación y método de medición del caudal

La Universidad hace aprovechamiento de la fuente hídrica El Rampacho por medio de una obra de captación de tipo caja de derivación de 630 litros de volumen, ubicada a un costado del cauce de la fuente abastecedora construida en concreto y ubicado en las siguientes coordenadas (MAGNA Colombia Bogotá) X= 1084365,1018, Y= 1402940,152, como se puede



observar en la figura 23, esta obra de captación es compartida con otro usuario que también hace aprovechamiento y se beneficia del recurso hídrico.

### Figura 23

#### *Obra de captación*

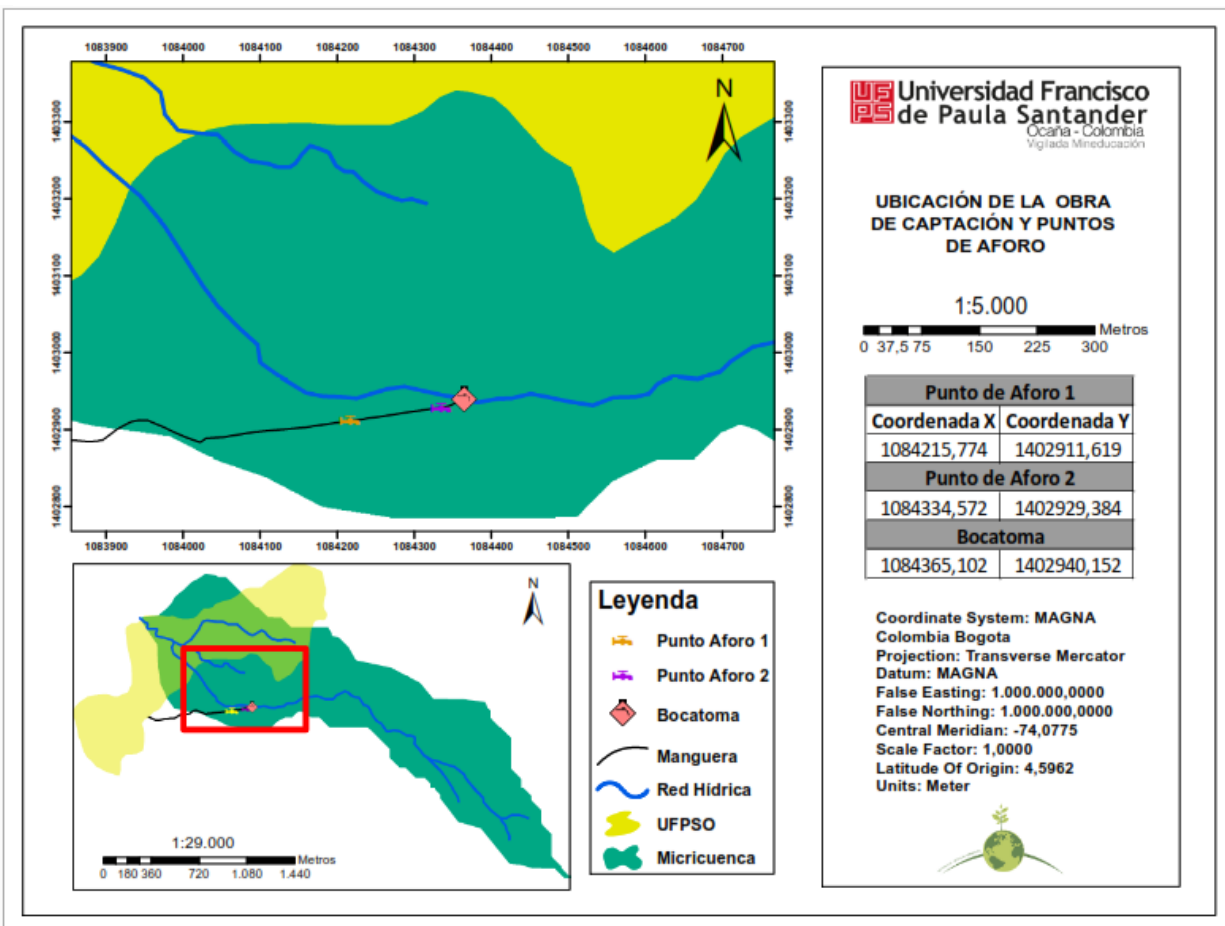


*Fuente.* Autor del proyecto

De la obra de captación sale la tubería de conducción de polietileno comúnmente conocida como “manguera” con un diámetro de dos pulgadas (2”) en una longitud de 200 metros reducida a un diámetro de pulgada y media (1,5”) en una longitud de 200 metros, reducida a manguera de una pulgada (1”), en una longitud de 1000 metros, que transporta el agua hasta tanques de almacenamiento, aprovechando la topografía y el desnivel del terreno; cuenta en su recorrido con dos puntos de aforo y también pueden ser usados como puntos para eliminar el aire acumulado que impide la circulación del agua, en llegado caso sea necesario.

Figura 24

*Ubicación de la Obra de Captación y puntos de Aforo*



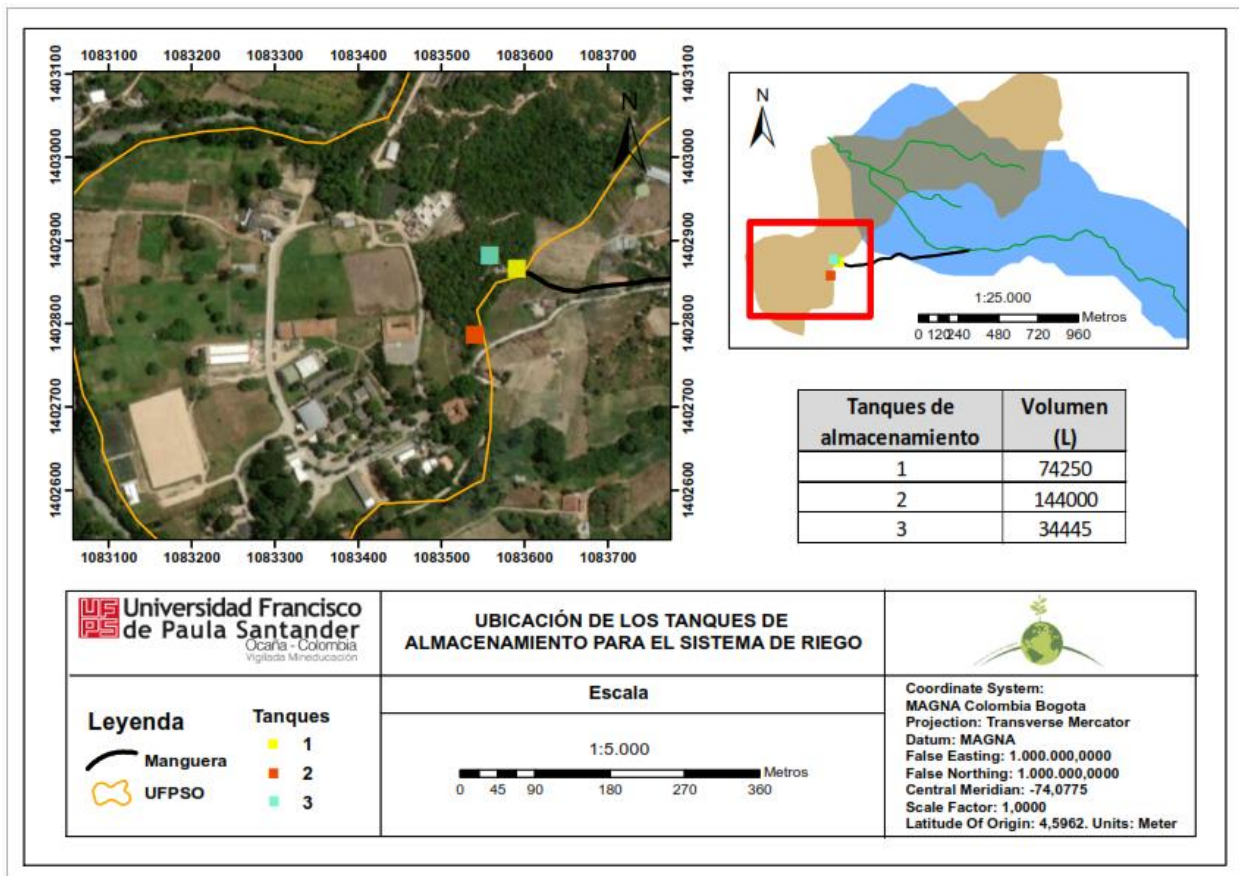
*Fuente.* Autor del proyecto.

La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña cuenta con dos tanques de almacenamiento (1 y 3) para abastecer el sistema de riego de las áreas verdes o jardinerías del área administrativa como se puede ver en la ilustración 18, el tanque 1 cuenta con una capacidad de 74250 L, ubicado a una altura de 1230 msnm, al cual le llega un caudal promedio de  $0.8 \text{ L/s}$  de la quebrada el Rampacho, el tanque 2 tiene una capacidad de 144000 L, el cual se usa para el almacenamiento de agua potable y el tanque 3 tiene una capacidad 34450 L, Ubicado una altura de 1220 msnm. De los tanques de almacenamiento se deriva aprovechando el desnivel del

terreno, una red de distribución el cual conduce el agua hasta las áreas verdes de interés y mediante sistemas de riego por aspersión se hace uso y aprovechamiento del recurso hídrico.

**Figura 25**

*Ubicación de los tanques de Almacenamiento*



*Fuente.* Autor del proyecto.

Para la medición del caudal se usaron dos métodos, el volumétrico para la red de conducción y el método del flotador para la fuente hídrica.

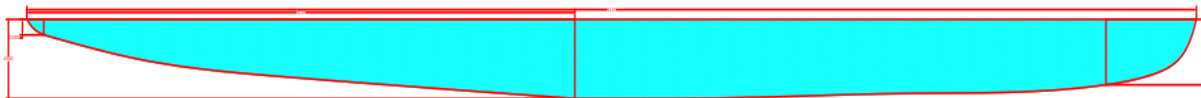
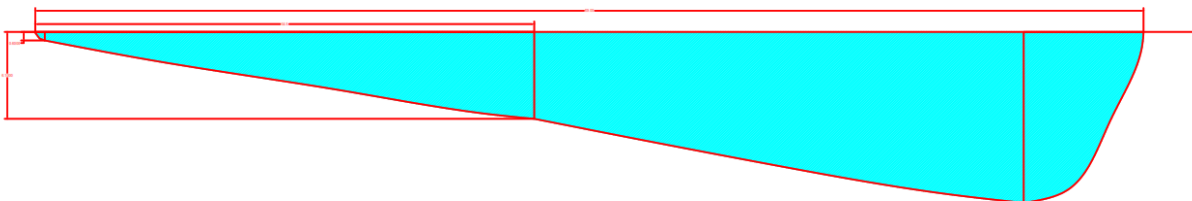
**Tabla 34***Aforo del a quebrada el Rampacho*

<b>LARGO</b> (cm)		158		
<b>SECCIONES</b>	3	2	1	
<b>ANCHO</b> (cm)	69	84	48	
<b>PERFIL 1</b> (cm)	0,6	0,9	0,5	
<b>PERFIL 2</b> (cm)	6,1	4,6	3,2	
<b>PERFIL 3</b> (cm)	12	3,8	3	

*Fuente.* Autor del proyecto.**Tabla 35***Área de los perfiles*

<b>Perfiles</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>AREA</b> (cm <sup>2</sup> )	99,63	163,78	172,91

*Fuente.* Autor del proyecto.**Figura 26***Perfil transversal 1**Fuente.* Autor del proyecto.

**Figura 27***Perfil transversal 2**Fuente.* Autor del proyecto.**Figura 28***Perfil transversal 3**Fuente.* Autor del proyecto.**Tabla 36***Tiempos del flotador*

<b>Tiempos (s)</b>
6,00
7,25
7,76
6,50
5,51
6,43

*Fuente.* Autor del proyecto.

$$\text{Área promedio} = 145,44 \text{ cm}^2$$

$$\text{Tiempo promedio} = 6,58 \text{ s}$$

$$\text{Velocidad} = 158 \text{ cm} / 6,58 \text{ s} = 24,03 \text{ cm/s}$$

$$\text{Caudal} = Q = A * V$$

$$Q = 145,44 \text{ cm}^2 * 24,03 \text{ cm/s} = 3494,98 \frac{\text{cm}^3}{\text{s}} = 3,49498 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

Nota. Los datos suministrados son correspondientes a la duración de la pasantía, es decir, que el caudal de la fuente puede variar en tiempos de estiaje o en épocas precipitaciones intensas.

**Tabla 37**

*Aforo volumétrico en el tanque de almacenamiento*

<b>VOLUMEN (L)</b>	<b>TIEMPO (s)</b>	<b>CAUDAL (L/S)</b>
3,85	4,9	0,79
3,94	4,65	0,85
4,14	5,16	0,80
<b>Caudal Promedio</b>		0,81

*Fuente.* Autor del proyecto.



**Figura 29**

*Aforos de caudal en la fuente de abastecimiento y tanques de almacenamiento*



*Fuente. Autor del proyecto*

**Tabla 38***Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua*

<b>Programa de Uso Eficiente y Ahorro de Agua</b>	
<b>Áreas involucradas</b>	Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal
<b>Objetivo</b>	Garantizar el Uso Eficiente y Ahorro del recurso hídrico (agua potable y cruda) que la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, sede Algodonal tiene en sus diferentes procesos
<b>Alcance</b>	
Este programa tiene como alcance todas las áreas o proyectos obras o actividades que se lleven a cabo en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Sede Algodonal, con el fin de garantizar el uso eficiente del recurso hídrico y disminuir el impacto que se genera al ambiente.	
<b>Diagnostico</b>	
El diagnóstico realizado en Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Seccional Algodonal, revela que existen algunas falencias como la inexistencia de un programa de uso eficiente y ahorro de agua, que es de gran importancia en la reducción de costos, la existencia de inodoros y grifos muy antiguos de alto consumo hídrico, la inexistencia de tecnologías de alta presión que evite el derroche del agua, la inexistencia de planos hidráulicos de las redes de conducción, tanto de agua potable como de agua cruda, que imposibilita realizar actividades de revisión de fugas y perdidas, un sistema de riego el cual no funciona en muchas zonas y malgasta el agua, la inexistencia de micromedidores dentro del campus, entre otras cosas.	
<b>Meta</b>	Reducir en un 10% el consumo de agua en las diferentes actividades desarrolladas dentro de la UFPSO.
<b>Descripción</b>	



Entre menor sea el desperdicio de agua para llevar a cabo los procesos internos de la UFPSO, menor será el impacto que se genere, menor serán los gastos económicos por la utilización de servicios públicos agua potable y menor será el consumo de agua cruda. Con la instalación de hidrómetros o micro medidores, una actualización de los inodoros y lavamanos más antiguos, la actualización del sistema de riego para las zonas verdes, la construcción de los planos hidráulicos e implementación de nuevas tecnologías que usen más eficientemente el recurso hídrico, se pretende disminuir el consumo de agua en todos los procesos de la UFPSO.

Indicador		Consumo de agua registrado por mes			
Actividades o acciones	Descripción	Meta	Indicador	Recursos	Responsable
<b>Optimización del sistema de riego para las áreas verdes de la zona administrativa de la UFPSO</b>	Tener un sistema de riego eficiente hará que el recurso hídrico se use de manera racional sin desperdicios, el cual será uno de los factores más influyentes en el ahorro del agua. Para eso se tendrán en cuenta nuevas tecnologías de ahorro que permita tener un riego uniforme en las áreas verdes y así mantener el aspecto paisajístico del campus de la UFPSO, en ese sentido se tuvieron en cuenta las áreas verdes del área administrativa del campus y por medio de cálculos se diseñó el sistema de conducción y riego, el cual se puede observar más a detalle en el anexo C.	Reducir el consumo de agua cruda en un 15%	Agua consumida por el sistema de riego actual (Vsra). Agua consumida por el sistema de riego diseñado (Vsd). Volumen captado (Vc) Vsr Vs Vsd Vs Vc	- Económicos (sujeto al presupuesto de la UFPSO) - Humanos - Técnico - Infraestructura	- Oficina de planeación
<b>Construcción de los planos hidráulicos</b>	Se hace necesario tener documentada la información del sistema hidráulico, tanto de agua potable, como de agua cruda. Para esto se usarán herramientas como AutoCAD, ArcGIS y QGIS, con el fin de tener información verídica y se haga más fácil la identificación de pérdidas del sistema, realizar auscultaciones o actividades relacionadas a modificaciones, actualizaciones o nuevas ramificaciones de tuberías y válvulas.	Tener información actualizada de los sistemas hidráulicos de la UFPSO	Planos Hidráulicos	- Económicos (sujeto al presupuesto de la UFPSO) - Humanos - Técnico	- Oficina de planeación

<b>Revisión o control preventivo</b>	<p>para esta actividad se realiza la revisión de todos los puntos hídricos o equipos que usen el recurso hídrico para su funcionamiento, con el fin de establecer el estado, la caracterización y realizar si es necesario los ajustes y reparaciones pertinentes con el fin de evitar las pérdidas de agua en el sistema. Esta actividad debe realizarse con un programa de mantenimiento preventivo de la red de conducción, inodoros, orinales, válvulas o grifos que se realizará con una frecuencia de dos veces por semestre o cuatro veces por año, con el fin de mantener una mejora continua.</p>	Prevenir las fugas o pérdidas de agua por mal funcionamiento de los equipos	Numero de equipos a los que se le realizó mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Económicos (sujeto al presupuesto de la UFPSO)</li> <li>- Humanos</li> <li>- Técnico</li> <li>- Infraestructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficina de planeación</li> <li>- Personal de mantenimiento</li> </ul>
<b>Instalación de dispositivos de bajo consumo</b>	<p>Para hacer un ahorro y uso eficiente del recurso hídrico es necesario usar tecnologías y practicas mejoradas que proporcionen igual o mejor servicio con menos agua. Para esto se deben instalar o reemplazar dispositivos para reducir el consumo de agua dentro del campus. Dentro de los dispositivos a instalar están los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grifos de alta presión y bajo consumo en la lavamanos</li> <li>- Inodoros y orinales de bajo consumo de agua por descarga</li> <li>- Reductores de caudal en la punta de los grifos más antiguos</li> <li>- Aspersores y electrobombas en los sistemas de conducción de agua cruda</li> <li>- Mangueras y dispositivos de alta presión para los distintos proyectos de la granja experimental</li> <li>- Sistemas de limpieza de alta presión para las distintas áreas donde se haga limpieza de pisos, corrales u otras áreas donde se requiera agua.</li> </ul>	Tener un campus universitario con tecnologías de ahorro y uso eficiente de agua	% de agua reducido luego de la instalación de los quipos (lecturas de los medidores vs lecturas después de la instalación)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Económicos (sujeto al presupuesto de la UFPSO)</li> <li>- Humanos</li> <li>- Técnico</li> <li>- Infraestructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficina de planeación</li> <li>- Personal de mantenimiento</li> </ul>
<b>Instalación de hidrómetros o micromedidores</b>	<p>La instalación de micromedidores dentro del campus universitario en lugares estratégicos es necesario para determinar los valores reales de las perdidas en el sistema y así poder tomar acciones correctivas para controlar y mitigar las fugas, logrando mantener un control y mantenimiento de cada área del campus sin desperdiciar agua y haciendo un uso responsable del recurso hídrico.</p>	Instalar un micromedidor a la entrada de cada edificio o grupo de edificios donde se consume agua	Numero de hidrómetros instalados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Económicos (sujeto al presupuesto de la UFPSO)</li> <li>- Humanos</li> <li>- Técnico</li> <li>- Infraestructura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oficina de planeación</li> <li>- Personal de mantenimiento</li> </ul>

<b>Mejoramiento y creación de tanques de almacenamiento de agua</b>	<p>Para el sistema de riego se hace necesario la construcción o instalación de tanques de almacenamiento que permitan suministrar en tiempo de sequía el recurso hídrico para las distintas áreas verdes, ya que los actuales tanque de almacenamiento no cuentan con la capacidad necesaria para almacenar el agua requerida para este tiempo, adicional a esto se deben construir tanques para el agua potable que permitan almacenar y conservar el recurso hídrico manteniendo las características de agua potable, con el fin de que ante situaciones imprevistas en el suministro de agua potable se tenga la capacidad de seguir con las actividades diarias normalmente</p>	<p>Tener el volumen de agua necesario para mantener las áreas verdes hidratadas durante las épocas de sequía y el volumen de agua potable para situaciones imprevistas</p>	<p>Volumen de agua en los tanques de almacenamiento VS Volumen de agua alcanzado con la construcción de nuevos tanques</p>	<p>- Económicos (sujeto al presupuesto de la UFPSO) - Humanos - Técnico - Infraestructura</p>	<p>- Alta dirección - Oficina de planeación</p>
<b>Proyecto ambiental universitario</b>	<p>Para hacer un uso y ahorro eficiente del agua, no solo es necesario hacer cambios en la infraestructura, dispositivos o equipos del campus, también es necesario que las personas tengan sentido de pertenencia hacia el recurso hídrico, por ende, se hace indispensable crear estrategias de educación ambiental, que están ligadas al Proyecto Ambiental Universitario (PRAU) que se desarrolla desde el Sistema de Gestión Ambiental de la UFPSO, para dicha actividad se tendrá un programa de capacitaciones a los diferentes estamentos de la UFPSO, se mantendrá una constante comunicación de la información por medio las redes sociales y la emisora.</p>	<p>Mantener a los estamentos de la UFPSO capacitados e informados sobre el programa de uso eficiente y ahorro de agua</p>	<p>Personas capacitadas VS personas sin capacitar</p>	<p>- Humanos - Técnicos - Infraestructura</p>	<p>- Oficina de planeación - SIGA - Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente</p>

*Fuente.* Autor de proyecto.

### 3.4 Actividades complementarias

#### 3.4.1 Generación de CO<sub>2</sub>

El campus Universitario por su infraestructura y equipos consume grandes cantidades de energía eléctrica, dicha energía es comprada a la Empresa de Servicios Públicos de Medellín (EPM).

En un certificado dado por (Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2021) menciona que “la energía eléctrica proviene de la Hidroeléctrica La Tasajera, ubicada en el Municipio de Barbosa Antioquia, Colombia, puesta en servicio el 20 de mayo de 1994, con una capacidad de 306 MW”.

Según la (Secretaría de Medio Ambiente, Energía y Desarrollo Sostenible de Oaxaca, Mexico (SEMADES)), “La energía hidráulica es una energía renovable, y si se explota de manera directa sin la construcción de represas o alterar el curso del agua puede enmarcarse dentro de las energías verdes”, sin embargo, en un trabajo en conjunto del (Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme) & XM, 2020), Colombia cuenta con un valor de emisión de CO<sub>2</sub> para la generación de gases de efecto invernadero de 164,38 g/kWh.

Los consumos de la UFPSO para el periodo comprendido entre 01 d enero de 2021 y junio 30 del 2021, según el certificado 02004439 emitido por (Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2021), es de 214.000 kWh, lo que equivale a:

$$CO_2 = 164,38 \frac{g}{kWh} * 214.000 kWh$$

$$CO_2 = 35177320g = 35,17 Ton$$

Dentro de los impactos generados por las emisiones de  $CO_2$  se encuentran el cambio climático, la disminución de la calidad del aire, el aumento de la temperatura, entre otros impactos ambientales que se generan, sin embargo, la UFPSO en su campus Universitario cuenta con un área considerablemente grande cubierta por vegetación, denominada bosque seco premontano, que actúa como un sumidero, secuestrando y almacenando estos gases de efecto invernadero.

Usando el mismo calculo que usó EPM para la equivalencia en cantidad de árboles que se requerían para contrarrestar la cantidad de emisiones de  $CO_2$ , tenemos que para las 35,17 Ton la de  $CO_2$  que se generaron de enero a junio del presente año por consumos de energía eléctrica, se requerirían 188 árboles para el secuestro y almacenamiento del dióxido de carbono.

### **3.4.2 Evaluación del avance en la implementación del Programa de Uso Eficiente y Ahorro de la Energía**

El programa de gestión de la energía de la UFPSO, nace con el fin de optimizar los recursos energéticos dentro de la Universidad, basado en el concepto de kaizen, la cual busca mejoras sostenidas y continuas. Por medio de este programa se desea obtener una reducción de costos y mitigar su impacto ambiental, al mejorar el desempeño energético a partir de las variables implementadas y trazando rutas de mejora continuas, la cúspide del proceso es generar una cultura energética encaminada a la cultura energética sobre el uso eficiente y el ahorro de la energía.

Este programa se basa en un programa de desarrollo de PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar), como método de verificación sobre los procesos y los objetivos propuestos. De esta manera hacer que la Universidad logre un ahorro energético y sea reconocida por sus buenas prácticas energéticas dentro del campus en sus procesos, equipos y operaciones.

Unos de los beneficios que se aportan mediante la realización de este programa, son los siguientes:

- Optimizar recursos (energéticos y económicos).
- Potencializar los servicios (aprovechamiento de los recursos).
- Mediante la identificación se logran clasificar y priorizar los sistemas que deben ser intervenidos para las mejoras en el sistema.
- Ahorro energético y por tanto económico.
- Reducción de consumos de recursos naturales.

El fuerte de este programa de gestión de la energía es la reducción de un aproximadamente un 25% de la energía eléctrica convencional a energía solar fotovoltaica, con el que contará la UFPSO, dicho sistema se describe de la siguiente manera.

**Tabla 39***Sistema Fotovoltaico*

<b>Sistema de energía fotovoltaica de la UFPSO</b>	
<b>Tamaño de la Instalación</b>	122,3kWp
<b>Área de panel requerida</b>	787 m <sup>2</sup>
<b>Número y potencia de módulos FV</b>	263 paneles solares de 465 Wp cada uno
<b>Tecnologías</b>	Módulos monocristalinos PERC e inversores tipo string
<b>Energía generada por año</b>	180,00 MWh/año aproximadamente
<b>Porcentaje de sustitución</b>	25,76%
<b>Peso del sistema</b>	15,5 kg/m <sup>2</sup>

*Nota.* (PERC Célula trasera del emisor pasivo, es una capa para que reflejten los rayos solares y sean aprovechados por el panel solar). Los inversores tipo String son aquellos que se utilizan cuando el sistema estará conectado en serie.

Según los cálculos realizados por (Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2021) Con este sistema se logrará reducir 324 ton de CO<sub>2</sub> que es equivalente a sembrar 1735 árboles, logrando así tener una reducción notable de emisión de gases de efecto invernadero y logrando sumar a los objetivos de desarrollo sostenible, ayudado a la meta de reducción de dichos gases a nivel mundial y nacional.

Dicho sistema se desarrolla en las siguientes fases:

1. Se genera un idea de energía autosuficiente dentro del campus: La UFPSO como referente regional buscó la manera de traer innovación en energías renovables al campus, es por esto que en primera instancia se estudian los tipos de SENC

(sistemas energéticos no convencionales), tales como: sistemas fotovoltaicos, energía eólica, energía por biodigestores, energía piezoeléctricas; y realizando un estudio de viabilidad se llega a la conclusión que al ser una zona de una incidencia solar alta, es factible utilizar un sistema solar fotovoltaico.

2. Se realiza una auditoria energética: la auditoria energética realizada por el SIGA (Sistema de Gestión Ambiental), se hace con la intención de observar el consumo general que existe dentro del campus y el porcentaje cubierto con la implementación del sistema solar, arrojando así que el SSFV (Sistema Solar Fotovoltaico), cubrirá un 25,76% de la energía convencional.
3. Diseño del SSFV: como etapa inicial de esta fase se estudia en dónde es más viable utilizar un SSFV dentro del campus Universitario, siendo el edificio de ingenierías por estructura y ubicación el más viable a utilizar. Se diseña un sistema solar en la cubierta del edificio de ingenierías que cuenta con un área de  $787 m^2$  el cual abarcará un total de 263 paneles solares de 465 Wp cada uno, que producirá el aproximado de 25,76% de la energía que equivale a 180,00 MWh/años aproximadamente.
4. A continuación, se mostrará la proyección del sistema fotovoltaico que se implementará en la UFPSO.



**Figura 30**

*Proyección del Sistema Solar Fotovoltaico*



*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2021).

**Figura 31**

*Proyección del Sistema Solar Fotovoltaico*



*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2021)

1. Comparación de propuestas presentadas: estudiando el sistema fotovoltaico por parte de empresas externas se recibe la oferta de:
  - DOMERSA S.A.S: Proponía una oferta de compra directa de los módulos solares a un precio único.
  - ISTMOSOLAR: Proponía una oferta de compra y una oferta de alquiler de energía.
  - Empresas Públicas de Medellín (EPM): Proponía una oferta de compra directa y una oferta de tipo PPA (Power Purchase Agreement), a 10, 12, 15 o 20 años.
2. Tipo de contratación: La UFPSO avalada por el consejo superior, decidió elegir un contrato tipo PPA a 15 años con EPM, esto fue decidido en primera instancia por la experiencia brindada por la empresa y que la Universidad no destinará fondos para la implementación de este sistema.
3. Fase de ejecución del proyecto: A través del acuerdo número 53 del 20 de septiembre de 2021, el consejo superior de la UFPSO acepta el tipo de contratación elegido por la UFPSO. Actualmente se bien adelantando el estudio de conexión y factibilidad por parte de EPM.

A continuación, se mostrará el cronograma de la ejecución del proyecto

**Figura 32***Cronograma de ejecución del proyecto*

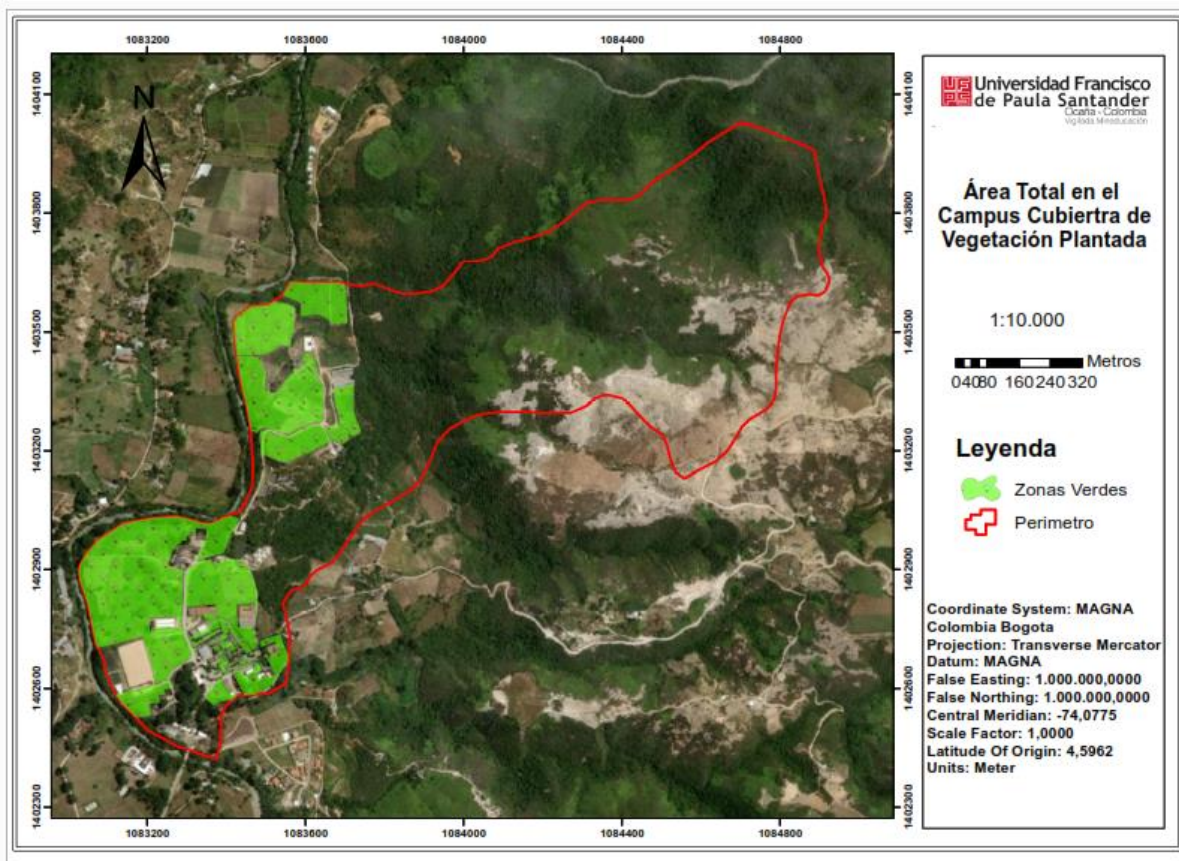
*Fuente.* (Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2021).

### **3.5 Apoyo en la realización de informes para la participación de la UFPSO en el ranking UI Grenn Metric, creación del Geoportal y apoyo en las rondas de recolección de residuos sólidos e identificación de residuos.**

Para esta actividad se hicieron salidas para el reconocimiento de las distintas áreas de la UFPSO como áreas verdes, infraestructura para discapacitados, proyectos de la granja experimental, reconocimiento y actualización de sistema arbóreo del área administrativa de la UFPSO entre otras cosas, las cuales como resultado fueron salidas graficas creadas en las herramientas de ArcGIS Y QGIS, que sirvieron para la elaboración de los informes solicitados para poder participar el ranking y en la creación del Geoportal de la UFPSO. A continuación, las salidas graficas creadas a partir de la información recogida.

**Figura 33**

*Área de vegetación plantada de la UFPSO*

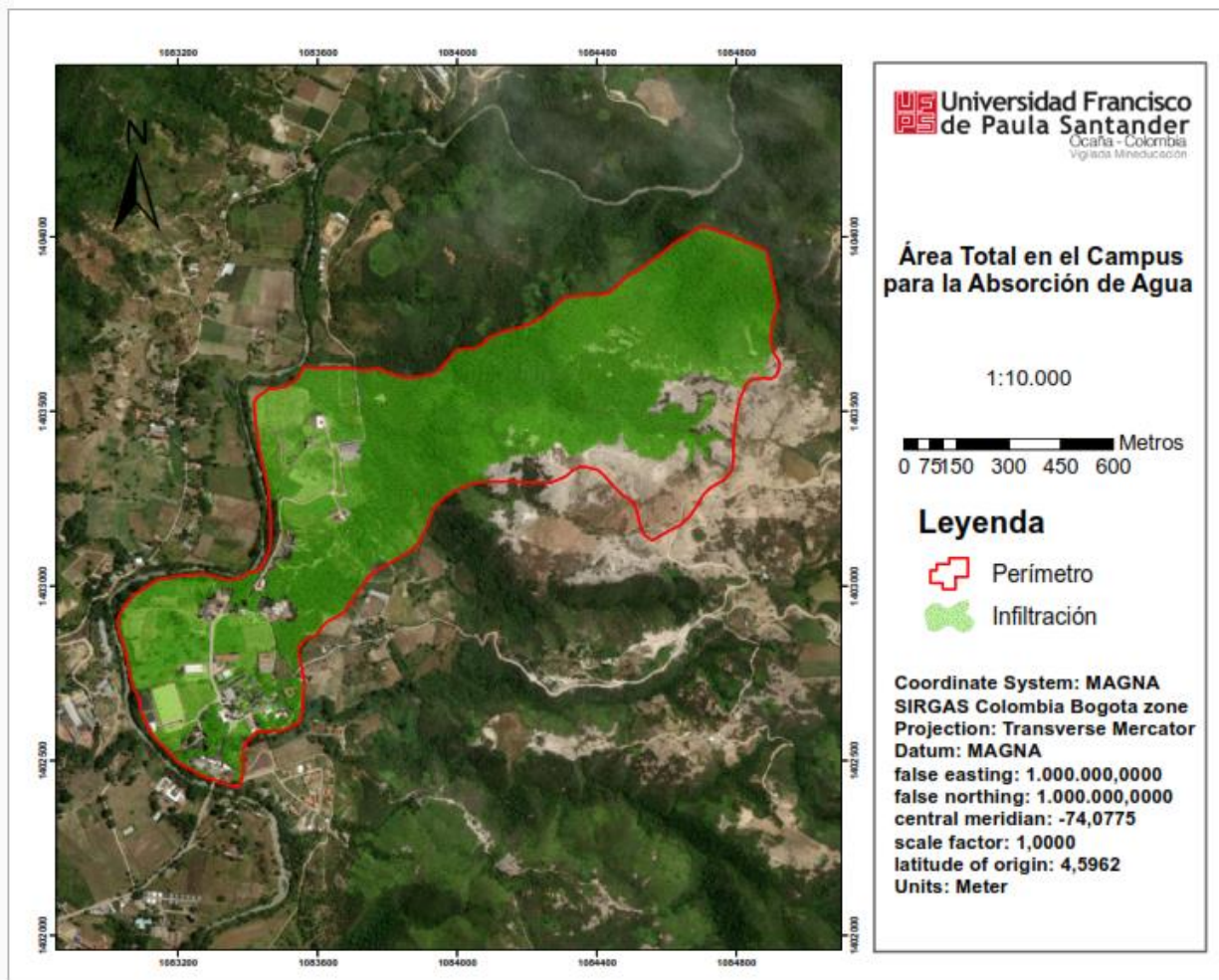


*Fuente. Autor del proyecto*



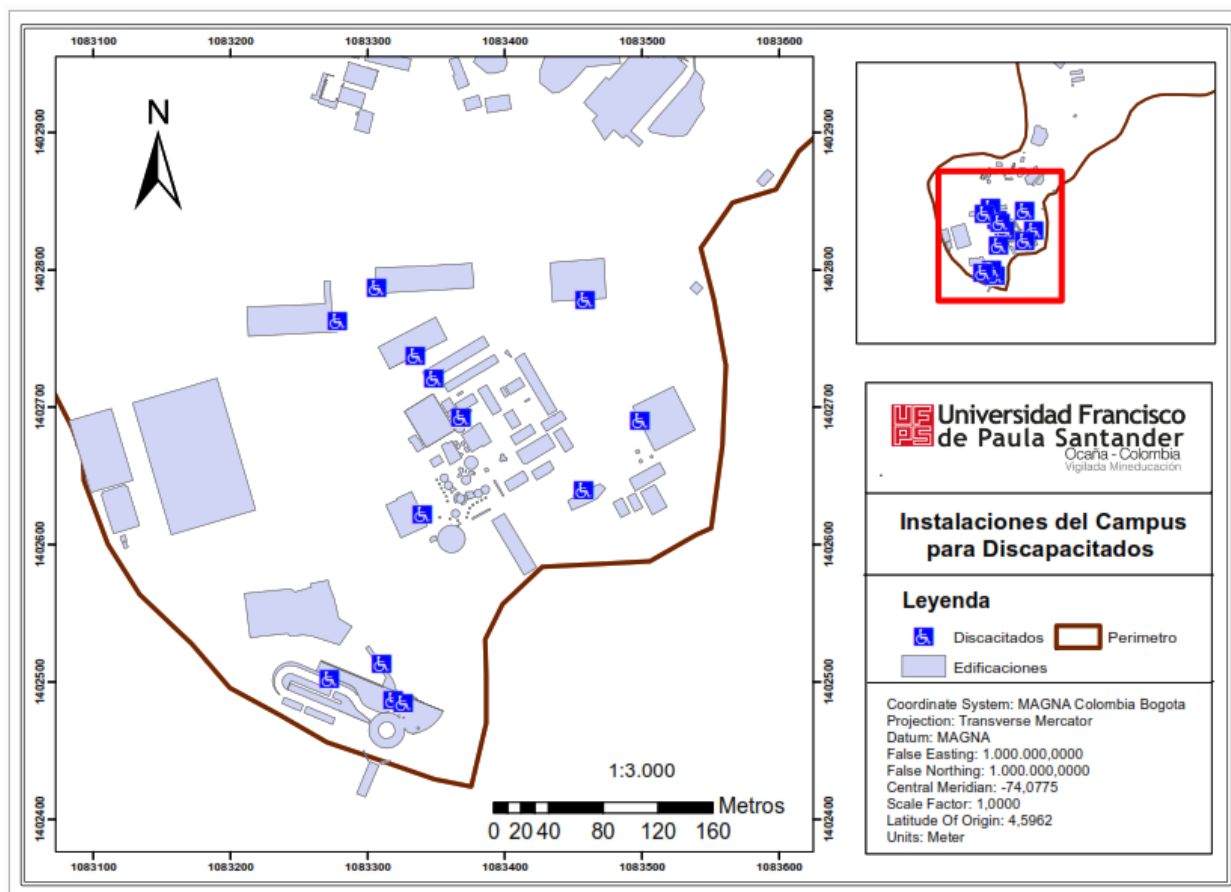
**Figura 34**

*Área de la UFPSO para la absorción de agua*



*Fuente. Autor del proyecto*

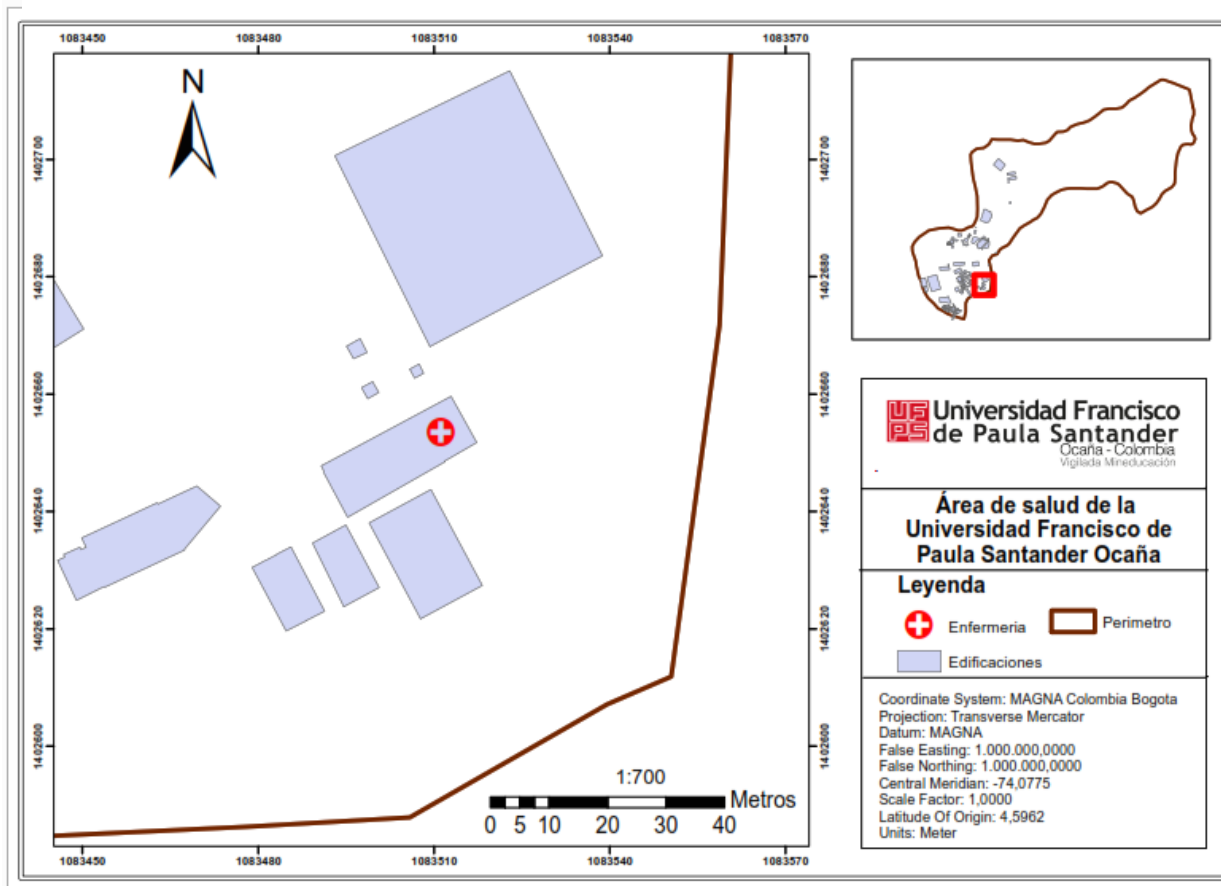
Figura 35

*Infraestructura para discapacitados*

*Fuente. Autor del proyecto*

Figura 36

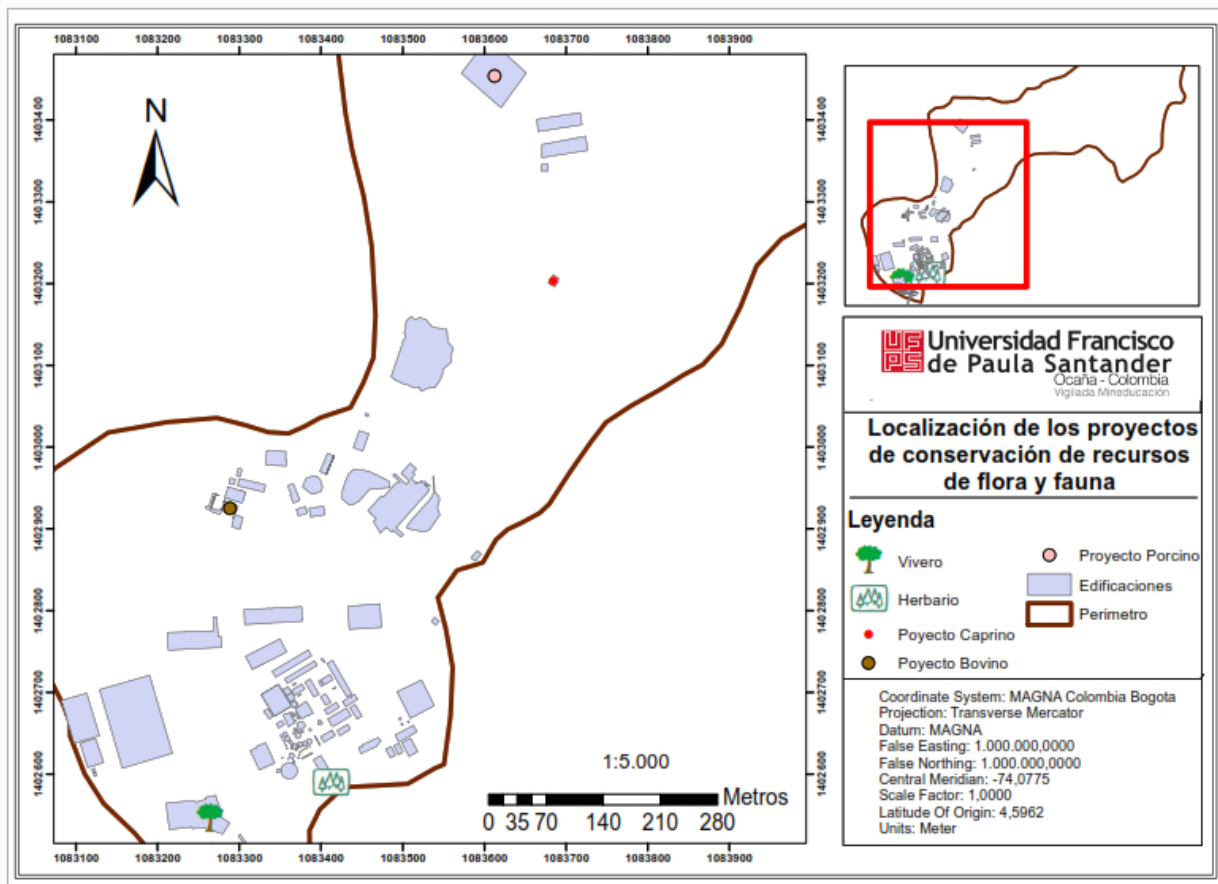
Puesto de Enfermería de la UFPSO



Fuente. Autor del proyecto

Figura 37

*Proyectos de conservación de recursos de flora y fauna de la UFPSO*

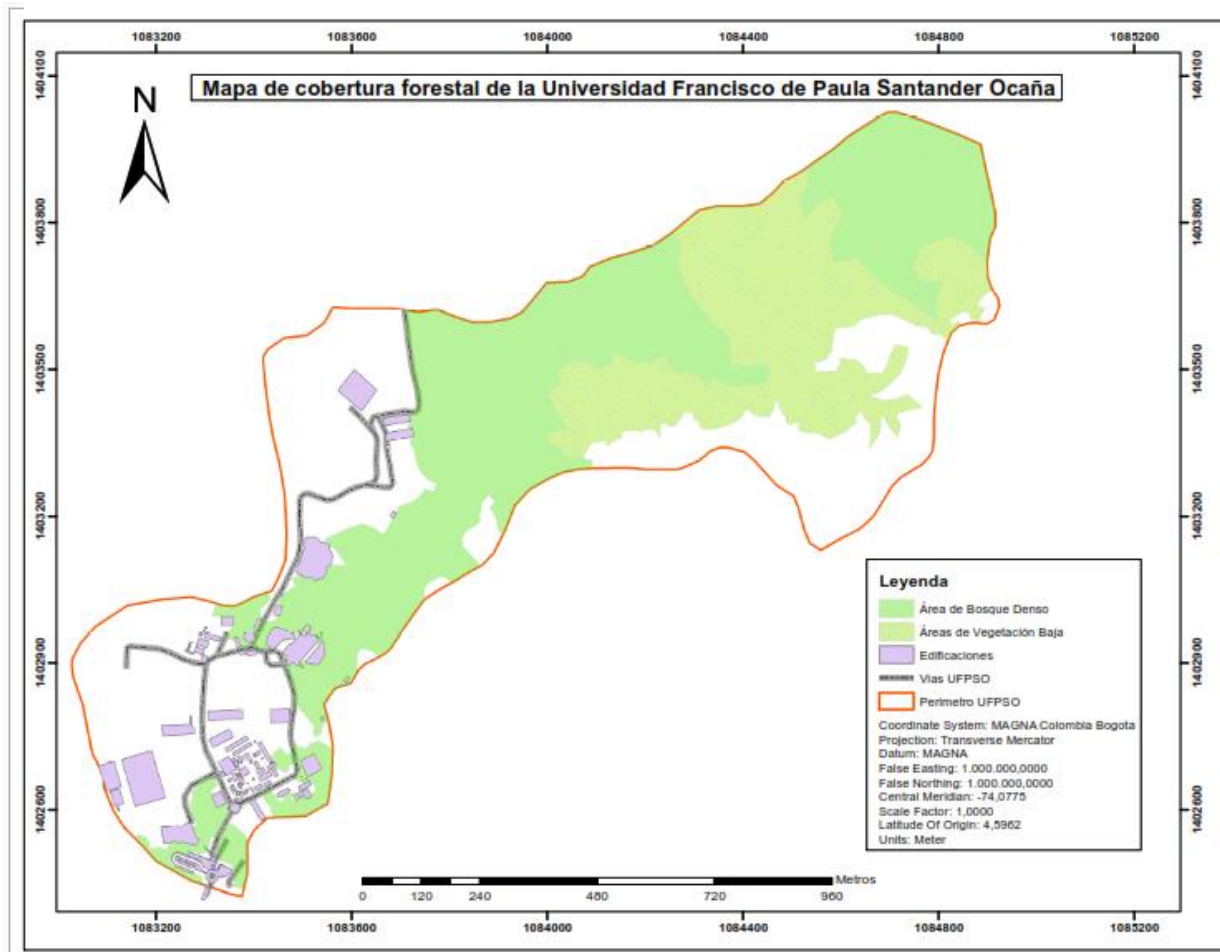


*Fuente.* Autor del proyecto



Figura 38

Mapa de coberturas forestal de la UFPSO



Fuente. Autor del proyecto.

**Figura 40**

*Cuarteo de los residuos solidos*



*Fuente. Autor del proyecto.*

**Figura 39**

*Recorrido para la actualización y toma de información del sistema arbóreo*



*Fuente. Autor del proyecto.*

#### **4. Diagnóstico final**

Con este trabajo la UFPSO podrá disponer de una base de datos que será de utilidad para crear un plan de mantenimiento de los puntos hídricos antes mencionados (inodoros, orinales y lavamanos) en todo el campus universitario, en el cual están identificados los puntos más críticos; de manera que se debería comenzar las labores de mantenimiento. De este modo, mediante la actualización de dicha base de datos poder tener un registro y control de estos equipos; adicional a esto, se puede añadir información a la base de datos el cual servirá para mantener siempre información de calidad e ir en busca de la mejora continua.

Otro de los aportes es la información de la delimitación de la microcuenca el Rampacho, esto le permitirá a la UFPSO tomar decisiones en cuanto a las acciones para mitigar los impactos a la microcuenca por el consumo del recurso hídrico; y como aporte final la formulación del PUEAA, que permitirá adelantar la solicitud para la renovación de la concesión de aguas de la quebrada el Rampacho.

## 5. Conclusiones

La UFPSO ha evolucionado y se ha desarrollado a lo largo de los años; sin embargo, en varios aspectos no se ha tenido la visión o el interés por mantener una mejora continua, lo que ha causado que:

- Actualmente no se cuenta con planos hidráulicos de las redes de distribución, que imposibilita realizar actividades de auscultaciones para conocer el estado de las redes de conducción.
- No cuenta con micromedidores internos que permitan llevar un registro y control del consumo de agua que se tiene dentro del campus.
- En la actualidad se cuenta con inodoros de hace 30 o más años de uso, los cuales consumen mucha agua por descarga, y sumado a eso presentan fugas o fisuras en las losas.
- Presenta falencias en el sistema de riego, consecuencia del mal funcionamiento de los aspersores instalados (falta de presión) y desperdicios de agua por la ubicación de los mismos. Buena parte de las zonas verdes del área administrativa no cuenta como tal con un sistema, sino que, son irrigadas directamente con una manguera o aspersores portátiles que generan un consumo de agua elevado y en tiempos de sequía el agua no alcanza para abastecer las zonas verdes.

La microcuenca el Rampacho es una fuente de agua cruda que sirve de abastecimiento para la UFPSO y para varias personas aledañas a esta fuente, dicha fuente en su parte alta y media, está siendo intervenida por la misma comunidad de la vereda, lo que en un futuro cercano puede afectar la disponibilidad del recurso hídrico, según la curva hipsométrica obtenida en los análisis, se puede exponer que la microcuenca se encuentra en una fase de madurez o en

equilibrio, la cual hay que tratar de mantener en el tiempo con acciones que mitiguen el impacto generado en la misma, ya que si no se toman medidas el impacto ambiental puede afectar la disponibilidad del recurso hídrico. Una de las medidas puede ser interviniendo la flora de la zona, ya que el 20,78% del área de la microcuenca presenta suelos desnudos o erosionados que afectan directamente la disponibilidad y la calidad del agua, sin contar que aumenta la velocidad concentración, la velocidad flujo, la erosión de los suelos, la sedimentación en la parte baja de la microcuenca, y con eso, aumenta la probabilidad de avenidas súbitas en las épocas de lluvia intensa; al tener una reforestación de esta área se estará protegiendo el suelo, la flora y la fauna que en conjunto sirven como un colchón que regula la disponibilidad y la calidad del agua.

El PUEAA es una herramienta que le sirve a la UFPSO en primer lugar para renovar la concesión de aguas de la quebrada el Rampacho y también para el cumplimiento de sus objetivos internos, el cual apunta a la modernización del campus procurando la sostenibilidad ambiental, dichas acciones o actividades buscan que la UFPSO tenga un consumo más responsable del recurso hídrico, y por ende, pueda seguir creciendo en infraestructura ocasionando el menor impacto posible al ambiente, siendo un referente en la región por sus procesos internos que propenden por el cuidado del ambiente.

Con la actualización y optimización del sistema de riego la UFPSO podrá hacer un uso más eficiente del agua, teóricamente podría ahorrar entre el 23,8% y el 40,2% del agua que se capta de la quebrada el Rampacho, permitiendo que en tiempo de sequía las áreas verdes se mantengan, se ahorraría el 85,33% del tiempo (horas), que se gasta para irrigar las mismas zonas en la actualidad.

## 6. Recomendaciones

Se recomienda que, con la información suministrada se realice un plan de mantenimientos basado en el estado de los inodoros, orinales y lavamanos que se encuentra en la base datos creada durante la pasantía.

Con la actualización del sistema de riego se tendrá una mejora en el consumo de agua y tiempo, el cual se recomienda a la UFPSO que a través de la Oficina de planeación y el Sistema de Gestión Ambiental, se tenga en cuenta los diseños para una posible actualización y automatización del sistema de riego.

Para velar por la estabilidad ecosistémica y adaptación al cambio climático de la microcuenca el Rampacho, se recomienda a la UFPSO hacer charlas y capacitaciones a las personas de la vereda las Liscas, para que se haga conciencia de que los recursos que actualmente ofrece la microcuenca pueden verse afectados en un futuro si no se hace un aprovechamiento responsable y sostenible y tener en cuenta un plan de sostenimiento y reforestación del área que se encuentra con suelos erosionados.

Se recomienda al Sistema de Gestión Ambiental continuar con el proceso de solicitud de la concesión de aguas ante la corporación regional “CORPONOR” haciendo uso de la información aquí suministrada.

## Referencias

Alcandía Municipal de Ocaña Norte de Santander . (11 de Noviembre de 2018). *Nuestro*

*Municipio* . Obtenido de <http://www.ocana-nortedesantander.gov.co/municipio/nuestro-municipio>

DECRETO 1324 . (10 de Agosto de 1995). *Por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 56 de*

*1981, en armonía con la Ley 142 de 1994*. Obtenido de

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=9602>

DECRETO 1575. (9 de Mayo de 2007). *Por el cual se establece el Sistema para la Protección y*

*Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Obtenido de

<https://www.ins.gov.co/TyS/Documents/Decreto%201575%20de%202007%20CMPS-MAVDT.pdf>

Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2021). Certificado I-REC.

Empresas Públicas de Medellín (EPM). (2021). Diseño Solar Fotovoltaico para la UFPSO.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (s.f.).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE NORTE DE SANTANDER. Obtenido de

<http://www.ideam.gov.co/AtlasWeb/info/Textos/Departamentos/memoNORTESANTANDER.pdf>

La Opinión . (5 de Febrero de 2019). *Miden caudal del río Algodonal* . Obtenido de

<https://www.laopinion.com.co/ocana/miden-caudal-del-rio-algodonal>

Ley 373. (6 de Junio de 1997). *por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua* . Obtenido de

[http://www.saludcapital.gov.co/Normo/gsp/ley\\_373\\_de\\_1997.pdf](http://www.saludcapital.gov.co/Normo/gsp/ley_373_de_1997.pdf)

MINAMBIENTE. (28 de Junio de 2018). *Decreto 1090 del 2018*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible :

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%201090%20DEL%2028%20DE%20JUNIO%20DE%202018.pdf>

MinAmbiente. (s.f.). *MinAmbiente.gov.co*. Recuperado el 24 de Agosto de 2021, de Uso

Eficiente y Ahorro del Agua: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>

MINAMBIENTE. (s.f). *Morfometría*. Obtenido de

[https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes\\_y\\_Programas/Planes\\_de\\_Ordenacion\\_y\\_Manejo\\_de\\_Cuencas\\_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/7\\_CapituloI\\_Diagnostico\\_Morfometria.pdf](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La%20Vieja%20-%20POMCA%20en%20Ajuste/Fase%20Diagnostico/7_CapituloI_Diagnostico_Morfometria.pdf)

Ministerio de Minas y Energía, Unidad de Planeación Minero-Energética (Upme) & XM. (2020).

CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA. *CÁLCULO DEL FACTOR DE EMISIONES DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA*. Colombia . Obtenido de

[http://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos\\_normativos/Documento\\_soporte\\_de\\_calculo\\_FE.pdf](http://www1.upme.gov.co/ServicioCiudadano/Documents/Proyectos_normativos/Documento_soporte_de_calculo_FE.pdf)



MINSALUD. (9 de Julio de 2015). *ABECÉ del agua y saneamiento básico* . Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/abc-agua.pdf>

Secretaria de Medio Ambiente, Energía y Desarrollo Sostenible de Oaxaca, Mexico  
(SEMADESO). (s.f.). *Energía Hidráulica*.

UFPSO. (2021). *Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña*. Obtenido de Estructura Orgánica: <https://ufpso.edu.co/Estructura>

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO. (2012). *Curvas Hipsometricas*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/97750351/Curva-Hipsometrica-Cuenca-San-Ildefonso>

## Apéndices

### Apéndice A. Tabla base de datos de los inodoros y orinales.

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
73	1083447,136	1402790,708	Anexos	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
74	1083446,379	1402790,642	Anexos	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
75	1083447,694	1402796,73	Anexos	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
76	1083446,874	1402796,664	Anexos	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
77	1083445,512	1402796,558	Anexos	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
78	1083447,798	1402790,787	Anexos	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
80	1083446,173	1402796,584	Anexos	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
90	1083446,178	1402788,264	Anexos	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Inexistente
91	1083446,129	1402788,799	Anexos	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
92	1083446,09	1402789,341	Anexos	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Inexistente
93	1083446,037	1402789,884	Anexos	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Inexistente
23	1083505,46	1402634,847	Aseguramiento de Calidad	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
24	1083506,549	1402633,016	Aseguramiento de Calidad	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
57	1083408,448	1402740,21	Aud. Catatumbo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
58	1083408,988	1402739,3	Aud. Catatumbo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
59	1083409,443	1402738,49	Aud. Catatumbo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
60	1083409,983	1402737,623	Aud. Catatumbo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
61	1083407,45	1402739,563	Aud. Catatumbo	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
62	1083407,945	1402738,734	Aud. Catatumbo	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Fuera de servicio
63	1083408,959	1402736,972	Aud. Catatumbo	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	MAL ESTADO	Sin tapa del tanque, presenta Fractura de la losa
64	1083408,046	1402736,453	Aud. Catatumbo	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
65	1083407,11	1402735,897	Aud. Catatumbo	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
16	1083321,499	1402798,747	Biblioteca	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
17	1083320,121	1402799,973	Biblioteca	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
39	1083321,551	1402797,613	Biblioteca	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
40	1083321,567	1402796,378	Biblioteca	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
94	1083320,471	1402801,859	Biblioteca	Hombre	Push	Orinal	3,6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
95	1083320,509	1402801,079	Biblioteca	Hombre	Push	Orinal	3,6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
19	1083497,127	1402650,278	Bienestar	Compartido	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
20	1083498,348	1402648,587	Bienestar	Compartido	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	REGULAR	Tapa partida
14	1083505,482	1402654,083	Bienestar	Compartido	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
11	1083331,453	1402749,641	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
11	1083331,691	1402749,112	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
11	1083331,982	1402748,504	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
11	1083332,3	1402748,001	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
11	1083332,882	1402750,224	Bloque de Aulas	Hombre	Fluxometro	Inodoro	6	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
11	1083333,861	1402748,107	Bloque de Aulas	Hombre	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 2	REGULAR	Hacer mantenimiento

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
119	1083333,358	1402749,165	Bloque de Aulas	Hombre	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
120	1083329,733	1402748,451	Bloque de Aulas	Mujer	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
121	1083330,051	1402747,71	Bloque de Aulas	Mujer	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
122	1083330,501	1402746,837	Bloque de Aulas	Mujer	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 2	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
123	1083331,122	1402748,56	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Inexistente
124	1083331,44	1402747,968	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Inexistente
125	1083331,694	1402747,438	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Inexistente
126	1083331,969	1402746,888	Bloque de Aulas	Hombre	Push	Orinal	N/A	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Hacer mantenimiento
127	1083333,287	1402749,42	Bloque de Aulas	Hombre	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 3	REGULAR	Hacer mantenimiento
128	1083333,564	1402748,878	Bloque de Aulas	Hombre	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
129	1083333,789	1402748,362	Bloque de Aulas	Hombre	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
130	1083329,199	1402746,907	Bloque de Aulas	Mujer	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 3	BUEN ESTADO	N/A
131	1083329,463	1402746,338	Bloque de Aulas	Mujer	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 3	BUEN ESTADO	N/A
132	1083329,768	1402745,663	Bloque de Aulas	Mujer	Fluxómetro	Inodoro	6	Piso 3	BUEN ESTADO	N/A
14	1083213,069	1402774,423	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
15	1083262,83	1402763,838	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
33	1083213,11	1402773,525	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
34	1083213,165	1402772,396	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
35	1083262,966	1402760,687	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
36	1083262,932	1402761,745	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
37	1083262,864	1402762,779	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
38	1083262,678	1402765,009	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
84	1083213,294	1402776,872	Bloque de Ingenierías	Hombre	Push	Orinal	1	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
85	1083213,33	1402776,125	Bloque de Ingenierías	Hombre	Push	Orinal	1	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
86	1083213,368	1402775,356	Bloque de Ingenierías	Hombre	Push	Orinal	3	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
133	1083273,397	1402768,094	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
134	1083272,459	1402768,044	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
135	1083271,523	1402767,994	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
136	1083273,028	1402772,693	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 1	MAL ESTADO	Presenta fugas de agua
137	1083269,397	1402775,309	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
138	1083270,704	1402768,315	Bloque de Ingenierías	Hombre	Push	Orinal	1	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
139	1083270,041	1402768,279	Bloque de Ingenierías	Hombre	Push	Orinal	1	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
140	1083269,379	1402768,244	Bloque de Ingenierías	Hombre	Push	Orinal	1	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
143	1083213,293	1402772,877	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
144	1083213,314	1402774,147	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
145	1083213,124	1402775,395	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
146	1083213,018	1402776,814	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
147	1083210,055	1402776,835	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
148	1083209,991	1402775,776	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
149	1083209,991	1402774,591	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
150	1083210,118	1402773,152	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	No tiene separadores
151	1083265,531	1402764,8	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
152	1083265,611	1402763,704	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
153	1083265,658	1402762,45	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
154	1083265,722	1402760,514	Bloque de Ingenierías	Hombre	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
155	1083262,531	1402760,101	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	3,8	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
156	1083262,452	1402761,482	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
157	1083262,388	1402762,768	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
158	1083262,293	1402764,07	Bloque de Ingenierías	Mujer	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 3	FUERA DE SERVICIO	Sin separadores
6	1083443,635	1403022,212	Bodega	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
3	1083576,617	1403419,45	Casa Granja	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	REGULAR	N/A
4	1083573,829	1403412,816	Casa Granja	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	REGULAR	N/A
27	1083507,394	1402716,18	Casona	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
28	1083508,045	1402715,037	Casona	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	REGULAR	Antiguo, consume mucha agua por descarga
71	1083510,446	1402717,802	Casona	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
72	1083511,052	1402716,597	Casona	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	REGULAR	Antiguo, consume mucha agua por descarga
32	1083525,251	1402701,903	Casona - Planeación	Compartido	Tanque	Inodoro	6	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
31	1083522,992	1402700,356	Casona - Subdirección Académica	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 2	REGULAR	Antiguo, consume mucha agua por descarga
141	1083518,016	1402715,419	Casona - Subdirección Académica	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 2	REGULAR	Antiguo, consume mucha agua por descarga
29	1083515,596	1402714,227	Casona - Subdirección Administrativa	Compartido	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
30	1083517,845	1402715,772	Casona - Tesorería	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	Antiguo, consume mucha agua por descarga
49	1083379,905	1402681,151	Centro de Investigación	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
50	1083379,411	1402681,937	Centro de Investigación	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
44	1083360,86	1402684,737	División de Sistemas	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Antiguo, usa mucha agua por descarga
45	1083361,63	1402685,229	División de Sistemas	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	Antiguo, usa mucha agua por descarga
46	1083362,444	1402685,715	División de Sistemas	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Antiguo, usa mucha agua por descarga
47	1083364,495	1402680,623	División de Sistemas	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	N/A
48	1083363,693	1402680,172	División de Sistemas	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	N/A
96	1083364,718	1402682,651	División de Sistemas	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	REGULAR	Fugas de agua
97	1083365,069	1402682,073	División de Sistemas	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
98	1083365,595	1402681,261	División de Sistemas	Hombre	Grifo	Orinal	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	No se cuenta con el grifo
88	1083464,663	1402657,774	Edificio Administrativo	Compartido	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
100	1083458,081	1402647,145	Edificio Administrativo	Compartido	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
101	1083460,526	1402648,303	Edificio Administrativo	Compartido	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
102	1083447,773	1402649,06	Edificio Administrativo	Compartido	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 2	BUEN ESTADO	N/A
52	1083401,069	1402679,967	FACEPRUO	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	Tapa del tanque dañada, inodoro antiguo
53	1083401,702	1402679,032	FACEPRUO	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	Antiguo, consume mucha agua por descarga
54	1083404,743	1402681,214	FACEPRUO	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	MAL ESTADO	N/A
55	1083404,143	1402682,191	FACEPRUO	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	Tapa del tanque dañada, inodoro antiguo
56	1083403,528	1402683,122	FACEPRUO	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	MAL ESTADO	Tapa del tanque dañada, inodoro antiguo
66	1083114,702	1402602,052	Gimnasio	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
67	1083118,693	1402599,55	Gimnasio	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
10	1083280,832	1402963,397	Granja	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	REGULAR	N/A
11	1083279,545	1402958,605	Granja	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	REGULAR	N/A
12	1083286,58	1402971,34	Granja	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	REGULAR	N/A
13	1083287,065	1402973,855	Granja	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	REGULAR	N/A
70	1083415,233	1402588,053	Herbario	Compartido	Tanque	Inodoro	4,2	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
7	1083395,307	1402997,76	Lab. Anatomía	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
8	1083396,127	1402997,366	Lab. Anatomía	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
81	1083398,647	1402996,414	Lab. Anatomía	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
82	1083399,487	1402996,076	Lab. Anatomía	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
99	1083393,914	1402997,005	Lab. Anatomía	Hombre	Tanque	Orinal	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
25	1083484,85	1402635,656	Lab. Vegetal	Hombre	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
26	1083485,411	1402634,648	Lab. Vegetal	Mujer	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Genero	Tipo	Sanitario	Capacidad (lpf)	Piso	Estado	Observaciones
9	1083365,809	1402924,85	Oficina Granja	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	Antiguo, tapado por problemas con el pozo séptico
18	1083355,386	1402699,135	Polideportivo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	MAL ESTADO	N/A
41	1083354,422	1402698,52	Polideportivo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	N/A
42	1083356,354	1402695,293	Polideportivo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	MAL ESTADO	N/A
43	1083355,401	1402694,682	Polideportivo	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	FUERA DE SERVICIO	N/A
5	1083665,03	1403399,581	Proy. Avícola	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
83	1083687,616	1403212,098	Proy. Caprino	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
1	1083609,353	1403469,292	Proy. Porcícola	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
2	1083612,375	1403465,832	Proy. Porcícola	Compartido	Tanque	Inodoro	N/A	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
68	1083314,269	1402632,815	Restaurante	Hombre	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
69	1083314,785	1402631,529	Restaurante	Mujer	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A
89	1083249,251	1402571,811	Vivero	Compartido	Tanque	Inodoro	6	Piso 1	BUEN ESTADO	N/A



**Apéndice B. Tabla base de datos de los lavamanos.**

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Piso	Genero	Tipo	Caudal (L/s)	Estado	Observaciones
45	1083447,996	1402793,745	Anexos	Piso 1	Mujer	Grifo	0,0805	BUEN ESTADO	N/A
46	1083447,242	1402793,692	Anexos	Piso 1	Mujer	Grifo	0,0805	BUEN ESTADO	N/A
47	1083446,541	1402793,652	Anexos	Piso 1	Mujer	Grifo	0,805	BUEN ESTADO	N/A
48	1083445,8	1402793,613	Anexos	Piso 1	Mujer	Grifo	0,0805	BUEN ESTADO	N/A
49	1083448,58	1402787,609	Anexos	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0852	BUEN ESTADO	N/A
50	1083447,824	1402787,569	Anexos	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0852	BUEN ESTADO	N/A
51	1083447,022	1402787,532	Anexos	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0852	BUEN ESTADO	N/A
52	1083446,379	1402787,485	Anexos	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0852	BUEN ESTADO	N/A
31	1083505,837	1402634,363	Aseguramiento de Calidad	Piso 1	Hombre	Grifo	0,081	BUEN ESTADO	N/A
32	1083506,293	1402633,605	Aseguramiento de Calidad	Piso 1	Mujer	Grifo	0,085	BUEN ESTADO	N/A
6	1083410,319	1402742,097	Aud. Catatumbo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,1047	BUEN ESTADO	N/A
7	1083410,715	1402741,453	Aud. Catatumbo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,1047	BUEN ESTADO	N/A
8	1083411,12	1402740,775	Aud. Catatumbo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,1047	BUEN ESTADO	N/A
9	1083406,076	1402736,802	Aud. Catatumbo	Piso 1	Mujer	Grifo	0,1302	BUEN ESTADO	N/A
10	1083405,623	1402737,587	Aud. Catatumbo	Piso 1	Mujer	Grifo	0,1302	BUEN ESTADO	N/A
11	1083405,086	1402738,466	Aud. Catatumbo	Piso 1	Mujer	Grifo	0,1302	BUEN ESTADO	N/A
12	1083404,675	1402739,154	Aud. Catatumbo	Piso 1	Mujer	Grifo	0,1302	BUEN ESTADO	N/A
1	1083320,354	1402802,857	Biblioteca	Piso 1	Hombre	Grifo	0,075	BUEN ESTADO	N/A
2	1083320,34	1402803,662	Biblioteca	Piso 1	Hombre	Grifo	0,075	BUEN ESTADO	N/A

<b>N°</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>	<b>Lugar</b>	<b>Piso</b>	<b>Genero</b>	<b>Tipo</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Estado</b>	<b>Observaciones</b>
<b>3</b>	1083322,008	1402795,058	Biblioteca	Piso 1	Mujer	Grifo	0,063	BUEN ESTADO	N/A
<b>4</b>	1083321,991	1402794,379	Biblioteca	Piso 1	Mujer	Grifo	0,063	BUEN ESTADO	N/A
<b>5</b>	1083322,077	1402793,643	Biblioteca	Piso 1	Mujer	Grifo	0,063	BUEN ESTADO	N/A
<b>33</b>	1083498,883	1402648,316	Bienestar	Piso 1	Compartido	Grifo	0,095	BUEN ESTADO	N/A
<b>34</b>	1083496,568	1402650,629	Bienestar	Piso 1	Compartido	Grifo	0,075	BUEN ESTADO	N/A
<b>104</b>	1083505,576	1402654,755	Bienestar	Piso 1	Compartido	Grifo	0,065	BUEN ESTADO	N/A
<b>82</b>	1083332,062	1402751,917	Bloque de Aulas	Piso 2	Hombre	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>83</b>	1083332,3	1402751,388	Bloque de Aulas	Piso 2	Hombre	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>84</b>	1083332,485	1402750,938	Bloque de Aulas	Piso 2	Hombre	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>85</b>	1083328,649	1402750,276	Bloque de Aulas	Piso 2	Mujer	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>86</b>	1083328,913	1402749,721	Bloque de Aulas	Piso 2	Mujer	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>87</b>	1083329,178	1402749,245	Bloque de Aulas	Piso 2	Mujer	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>88</b>	1083332,668	1402750,635	Bloque de Aulas	Piso 3	Hombre	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>89</b>	1083332,91	1402750,145	Bloque de Aulas	Piso 3	Hombre	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>90</b>	1083333,06	1402749,82	Bloque de Aulas	Piso 3	Hombre	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>91</b>	1083328,392	1402748,626	Bloque de Aulas	Piso 3	Mujer	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>92</b>	1083328,617	1402748,203	Bloque de Aulas	Piso 3	Mujer	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>93</b>	1083328,828	1402747,753	Bloque de Aulas	Piso 3	Mujer	Push	0,1613	BUEN ESTADO	N/A
<b>64</b>	1083265,46	1402766,298	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
<b>65</b>	1083210,266	1402775,115	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
<b>66</b>	1083210,235	1402775,751	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
<b>67</b>	1083210,297	1402774,478	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
<b>68</b>	1083210,328	1402773,841	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
<b>69</b>	1083210,359	1402773,204	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Piso	Genero	Tipo	Caudal (L/s)	Estado	Observaciones
70	1083210,463	1402771,052	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
71	1083265,688	1402761,599	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
72	1083265,626	1402762,873	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
73	1083265,595	1402763,509	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
74	1083265,658	1402762,223	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
75	1083265,565	1402764,133	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
81	1083262,46	1402766,314	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
94	1083272,884	1402765,621	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
95	1083272,261	1402765,588	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
96	1083271,624	1402765,553	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
97	1083270,987	1402765,519	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
98	1083270,351	1402765,485	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
99	1083268,823	1402765,403	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
100	1083271,831	1402772,428	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
101	1083269,662	1402774,117	Bloque de Ingenierías	Piso 1	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
102	1083213,442	1402771,014	Bloque de Ingenierías	Piso 2	Hombre	Push	0,188	FUERA DE SERVICIO	No tiene el tubo del grifo
117	1083213,505	1402769,448	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
118	1083213,441	1402770,506	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
119	1083213,357	1402771,691	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
120	1083210,161	1402772,072	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
121	1083210,182	1402771,035	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
122	1083210,245	1402769,998	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
123	1083265,436	1402767,435	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
124	1083265,452	1402766,721	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
125	1083265,468	1402765,863	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Hombre	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Piso	Genero	Tipo	Caudal (L/s)	Estado	Observaciones
126	1083262,229	1402765,403	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
127	1083262,182	1402766,054	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
128	1083262,182	1402766,641	Bloque de Ingenierías	Piso 3	Mujer	Push	0,188	BUEN ESTADO	N/A
57	1083443,101	1403022,934	Bodega	Piso 1	Compartido	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
138	1083342,115	1402654,648	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
139	1083342,637	1402653,797	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
140	1083341,719	1402653,25	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
141	1083341,16	1402654,079	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
142	1083340,666	1402652,624	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
143	1083340,125	1402653,464	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
144	1083339,796	1402652,106	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
145	1083339,254	1402652,946	Cafeterías	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
60	1083574,05	1403411,647	Casa Granja	Piso 1	Compartido	Grifo	0	REGULAR	N/A
61	1083574,072	1403421,801	Casa Granja	Piso 1	Compartido	Grifo	0	REGULAR	N/A
39	1083509,524	1402716,479	Casona	Piso 1	Mujer	Grifo	0,14	BUEN ESTADO	N/A
40	1083509,03	1402716,215	Casona	Piso 1	Hombre	Grifo	0,137	BUEN ESTADO	N/A
38	1083524,456	1402701,818	Casona - Planeación	Piso 2	Compartido	Grifo	0,078	BUEN ESTADO	N/A
41	1083516,354	1402714,303	Casona - Subdirección Administrativa	Piso 1	Compartido	Grifo	0,1224	BUEN ESTADO	N/A
42	1083517,033	1402715,703	Casona - Tesorería	Piso 1	Compartido	Grifo	0,0779	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Piso	Genero	Tipo	Caudal (L/s)	Estado	Observaciones
13	1083378,541	1402679,946	Centro de Investigación	Piso 1	Hombre	Grifo	0,08589	BUEN ESTADO	N/A
14	1083379,029	1402680,249	Centro de Investigación	Piso 1	Mujer	Grifo	0,08589	BUEN ESTADO	N/A
15	1083363,237	1402683,199	División de Sistemas	Piso 1	Mujer	Grifo	0,1419	BUEN ESTADO	N/A
16	1083363,906	1402683,614	División de Sistemas	Piso 1	Mujer	Grifo	0,1309	BUEN ESTADO	N/A
17	1083364,148	1402683,233	División de Sistemas	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0798	BUEN ESTADO	N/A
18	1083363,404	1402682,771	División de Sistemas	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0798	BUEN ESTADO	N/A
76	1083465,044	1402656,993	Edificio Administrativo	Piso 1	Compartido	Grifo	117,3	BUEN ESTADO	N/A
78	1083458,168	1402646,376	Edificio Administrativo	Piso 2	Compartido	Grifo - Sensor	31,5	BUEN ESTADO	N/A
79	1083461,067	1402647,705	Edificio Administrativo	Piso 2	Compartido	Grifo - Sensor	51,7	BUEN ESTADO	N/A
80	1083447,854	1402648,316	Edificio Administrativo	Piso 2	Compartido	Grifo - Sensor	44,1	BUEN ESTADO	N/A
43	1083403,028	1402684,315	FACEPRUO	Piso 1	Mujer	Grifo	0,07	BUEN ESTADO	N/A
44	1083402,456	1402685,225	FACEPRUO	Piso 1	Mujer	Grifo	0,07	BUEN ESTADO	N/A
24	1083116,36	1402600,961	Gimnasio	Piso 1	Hombre	Grifo	0,081	BUEN ESTADO	N/A
25	1083116,953	1402601,159	Gimnasio	Piso 1	Hombre	Grifo	0,081	BUEN ESTADO	N/A
26	1083116,464	1402600,337	Gimnasio	Piso 1	Mujer	Grifo	0,11	BUEN ESTADO	N/A
27	1083117	1402600,608	Gimnasio	Piso 1	Mujer	Grifo	0,11	BUEN ESTADO	N/A
146	1083290,22	1402938,256	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
147	1083290,642	1402939,948	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
149	1083291,069	1402941,658	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
151	1083291,446	1402943,167	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
154	1083289,92	1402943,515	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
156	1083289,551	1402942,033	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
158	1083289,079	1402940,143	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
161	1083288,716	1402938,69	Granja	Piso 1	Compartido	Grifo - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A

N°	Coordenada X	Coordenada Y	Lugar	Piso	Genero	Tipo	Caudal (L/s)	Estado	Observaciones
28	1083415,911	1402588,152	Herbario	Piso 1	Compartido	Grifo	0,1093	BUEN ESTADO	N/A
53	1083394,482	1402995,667	Lab. Nutrición Animal	Piso 1	Hombre	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
54	1083393,762	1402995,945	Lab. Nutrición Animal	Piso 1	Hombre	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
55	1083398,686	1402994,043	Lab. Nutrición Animal	Piso 1	Mujer	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
56	1083397,953	1402994,314	Lab. Nutrición Animal	Piso 1	Mujer	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
29	1083484,219	1402634,357	Lab. Vegetal	Piso 1	Hombre	Grifo	0	REGULAR	N/A
30	1083484,011	1402634,778	Lab. Vegetal	Piso 1	Mujer	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
105	1083359,414	1402699,572	Polideportivo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,293	REGULAR	Antiguo
106	1083358,946	1402699,27	Polideportivo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,293	REGULAR	Antiguo
107	1083358,501	1402699,008	Polideportivo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,293	REGULAR	Antiguo
108	1083357,954	1402698,675	Polideportivo	Piso 1	Hombre	Grifo	0,293	REGULAR	Antiguo
116	1083285,544	1402513,694	Portada	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
109	1083298,125	1402508,773	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
110	1083296,458	1402509,368	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
111	1083294,196	1402510,281	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
112	1083292,212	1402511,075	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
113	1083290,505	1402511,75	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
114	1083289,037	1402512,345	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
115	1083287,449	1402513,02	Portal	Piso 1	Compartido	Grifio - Pedal	0,235	BUEN ESTADO	N/A
59	1083664,454	1403399,803	Pory. Avícola	Piso 1	Compartido	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
58	1083686,702	1403212,596	Proy. Caprino	Piso 1	Compartido	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
62	1083613,013	1403465,804	Proy. Porcícola	Piso 1	Compartido	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
63	1083609,904	1403469,605	Proy. Porcícola	Piso 1	Compartido	Grifo	0	BUEN ESTADO	N/A
19	1083315,751	1402630,931	Restaurante	Piso 1	Compartido	Grifo	0,0681	BUEN ESTADO	N/A

<b>N°</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>	<b>Lugar</b>	<b>Piso</b>	<b>Genero</b>	<b>Tipo</b>	<b>Caudal (L/s)</b>	<b>Estado</b>	<b>Observaciones</b>
<b>19</b>	1083315,751	1402630,931	Restaurante	Piso 1	Compartido	Grifo	0,0681	BUEN ESTADO	N/A
<b>20</b>	1083315,198	1402630,679	Restaurante	Piso 1	Compartido	Grifo	0,0681	BUEN ESTADO	N/A
<b>21</b>	1083314,596	1402630,446	Restaurante	Piso 1	Compartido	Grifo	0,0681	BUEN ESTADO	N/A
<b>22</b>	1083315,517	1402631,571	Restaurante	Piso 1	Hombre	Grifo	0,0681	BUEN ESTADO	N/A
<b>23</b>	1083314,953	1402632,867	Restaurante	Piso 1	Mujer	Grifo	0,0681	BUEN ESTADO	N/A
<b>37</b>	1083523,776	1402700,418	Subdirección Académica	Piso 2	Compartido	Grifo	0,116	BUEN ESTADO	N/A
<b>103</b>	1083517,094	1402715,449	Subdirección Académica	Piso 2	Compartido	Grifo	0,1163	BUEN ESTADO	N/A
<b>77</b>	1083248,649	1402571,962	Vivero	Piso 1	Compartido	Grifo	0,1	BUEN ESTADO	N/A

### Apéndice C. Optimización del sistema de riego

El sistema de riego como se puede observar en el diagnóstico, cuenta con fallencias que impide que se aproveche el agua de manera eficiente y que en épocas de sequía se optimice el recurso hídrico, por esta razón se pretende plantear una alternativa la cual permita tener un sistema de riego más actualizado, lo que tendrá como objetivo que en épocas de sequía el agua sea aprovechada al máximo y que el aspecto paisajístico de la UFPSO no se vea afectado.

Actualmente el sistema de riego se compone de dos tanques de almacenamiento (ver figuras 41 y 42), los cuales abastecen todas las áreas verdes de la zona administrativa y el vivero.

#### **Figura 41**

##### *Tanque de almacenamiento*



*Nota.* tiene un volumen de 74250 litros. Autor del proyecto.



**Figura 42**

*Tanque de almacenamiento*



*Nota.* tiene un volumen de 34445 litros. Autor del proyecto.

Las falencias que más se pueden notar son: la falta de presión para el correcto y normal funcionamiento de los aspersores que actualmente están instalados, red de conducción antigua diseñada para sistemas más pequeños lo que imposibilita poder irrigar algunas zonas, saturación del sistema hidráulico en algunos puntos, lo que causa que si se está irrigando una zona al mismo tiempo no se puede irrigar otra, los aspersores instalados tienen un diseño que impide el mantenimiento del césped y las caminatas sin la preocupación de romper o dañar alguno, desperdicio de agua al momento de irrigar algunas zonas ya que los aspersores irrigan por fuera de las áreas verdes.

**Figura 43***Aspersor*

*Nota.* Los aspersores de esta zona no funcionan por falta de presión. Autor del proyecto.

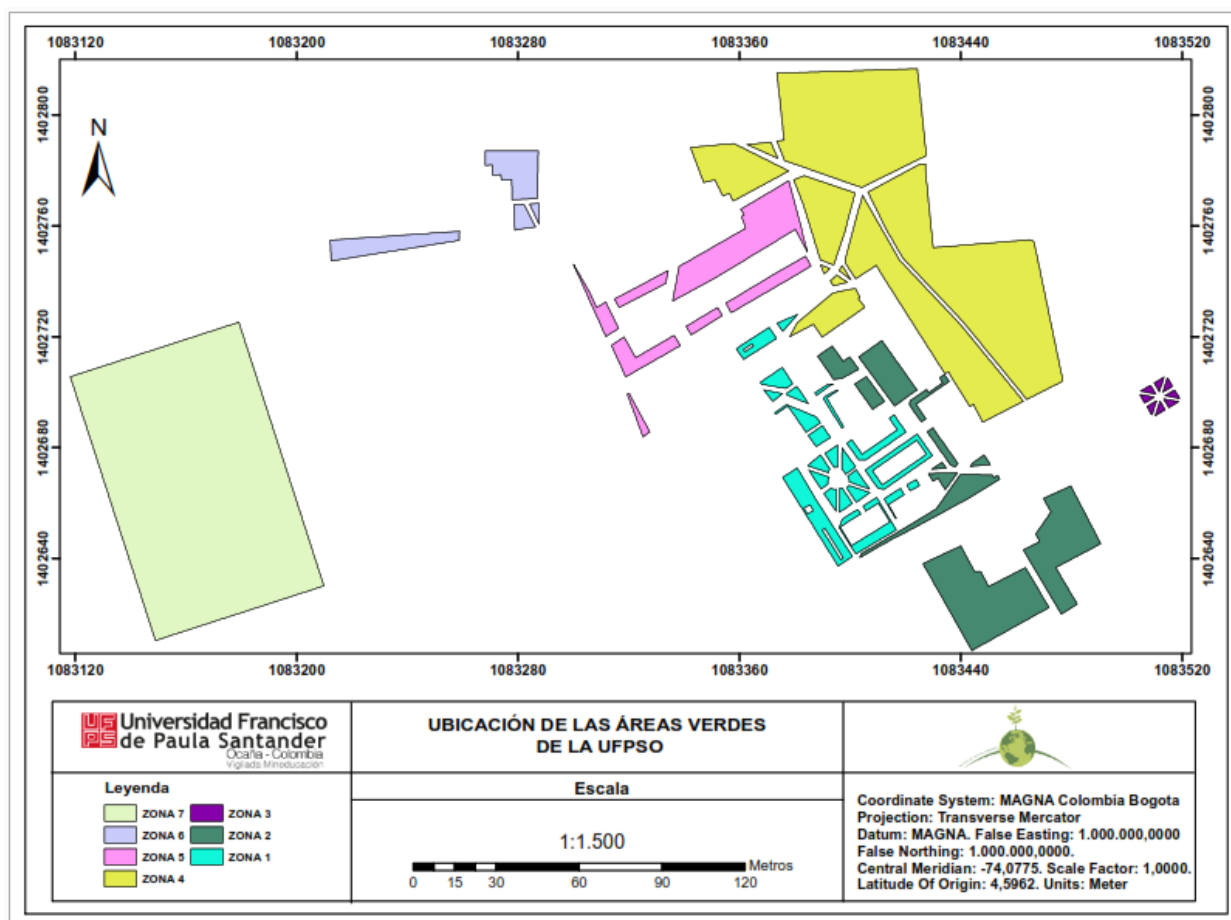
**Figura 44***Aspersor polideportivo*

*Nota.* Los aspersores en esta zona irrigan una gran área por fuera del área verde. Autor del proyecto.

as áreas verdes de la UFPSO a parte de brindar un aspecto paisajístico, también brinda espacios abiertos a estudiantes y a personal en general, a fin que puedan compartir o realizar actividades lúdicas; y, por ende, se hace necesario que el diseño de los aspersores permita y conceda estos espacios sin presentar obstáculos que pueda generar algún tipo de riesgo para las personas y personal de mantenimiento. Para la realización de la optimización del sistema de riego con la herramienta de ArcGIS se agruparon las áreas verdes por cercanía y por altura sobre

**Figura 45**

*Áreas verdes por zonas*



el nivel del mar, para crear zonas de áreas verdes.

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 40***Datos de la zona 1 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
<b>1</b>	0	1198,7	181,1
	1	1199,5	97,1
	2	1199,3	20,3
	7	1198,9	95,1
	8	1198,4	209,1
	9	1198,8	19,2
	10	1198,7	47,0
	11	1198,6	12,2
	18	1198,6	63,1
	25	1199,4	71,5
	26	1198,7	48,4
	28	1199,2	15,6
	29	1199,1	6,0
	36	1198,8	31,2
	37	1199,5	9,6
	38	1199,0	14,3

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 41***Datos de la zona 2 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
	3	1199,9	6,1
	4	1200,4	14,4
	5	1199,6	183,5
	6	1199,9	29,9
	20	1199,4	90,3
<b>2</b>	21	1199,8	221,7
	22	1199,5	56,7
	23	1200,2	42,8
	24	1200,1	39,2
	41	1199,7	827,4
	42	1200,8	569,7

*Fuente.* Autor del proyecto.**Tabla 42***Datos de la zona 3 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
<b>3</b>	27	1203,7	61,0

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 43***Datos de la zona 4 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
<b>4</b>	12	1201,8	2230,6
	13	1200,6	1182,2
	14	1199,7	5,6
	15	1199,6	12,4
	16	1199,7	392,1
	17	1198,7	26,0
	19	1199,4	215,4
	30	1198,4	407,3
	39	1199,6	1884,6
	49	1199,5	4,8

*Fuente.* Autor del proyecto.**Tabla 44***Datos de la zona 5 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
<b>5</b>	31	1198,5	644,7
	32	1198,8	138,0
	34	1198,1	46,0
	35	1197,3	144,5
	40	1197,2	73,6
	47	1197,0	29,3
	48	1196,5	70,0

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 45***Datos de la zona 6 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
<b>6</b>	43	1195,2	244,0
	44	1195,5	49,5
	45	1195,7	12,4
	46	1192,6	252,1

*Fuente.* Autor del proyecto.**Tabla 46***Datos de la zona 7 de las áreas verdes*

<b>Zona</b>	<b>Numero</b>	<b>Altura msnm</b>	<b>Área m2</b>
7	33	1188,3	6400,0

*Fuente.* Autor del proyecto.

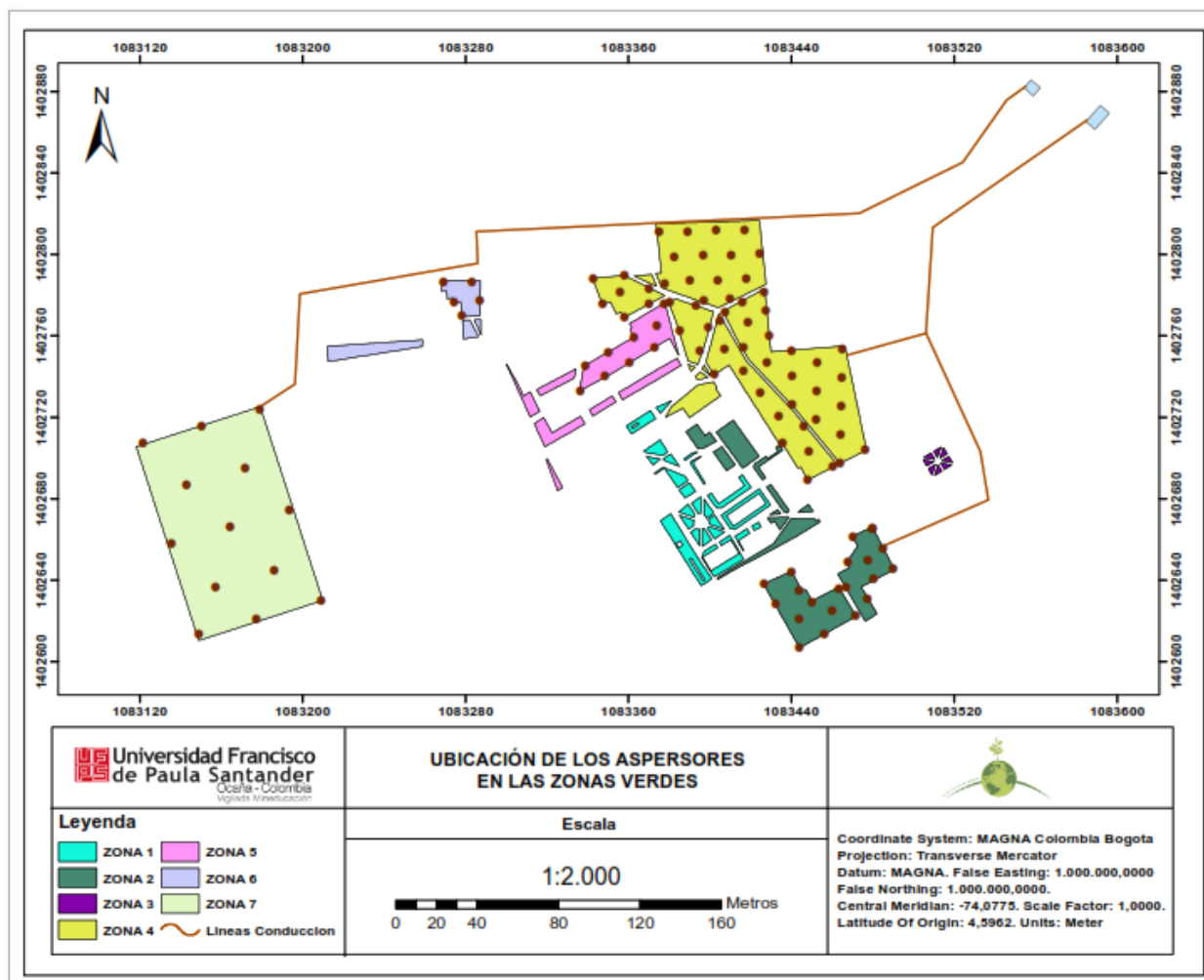
Con los datos de las áreas se determinó las zonas que pueden usar aspersores y micro aspersores, esto con el fin de que el recurso hídrico sea optimizado y que no se presenten los problemas que actualmente presentan algunas de las áreas verdes. Para la elección de los aspersores se tuvo en cuenta la tecnología de aspersores retractiles o pop up, los cuales, por su diseño, comúnmente se usan para el riego de zonas verdes o campos de golf, ya que brinda la comodidad de tener un sistema de riego totalmente subterráneo y funcional, sin que existan obstáculos para las personas en general. En el Anexo D se pueden ver las especificaciones de los aspersores.

Con las especificaciones de los aspersores se determinó la distribución de los mismos en las zonas verdes, para la cancha de futbol 11 o zona 7, la distancia entre aspersores es de 30

metros, y el radio de cada aspersor es de 19 m, dando un traslape de 8 metros, para el caso de las zonas 2, 4, 5 y 6, la distancia de entre aspersores es de 14 y el radio de 8 m, dando un traslape de 2 m.

**Figura 46**

*Ubicación de los aspersores*



*Fuente. Autor del proyecto.*



Para el diseño del sistema de riego se usaron las fórmulas de Robert Manning y Christiansen. Se tomaron en cuenta las pérdidas de carga (fricción), perdidas de salida múltiples (ramificaciones) y simples (tubería madre), adicionalmente se tuvo en cuenta los requerimientos de los aspersores, como la presión de funcionamiento para el radio de trabajo escogido y el caudal requerido, las alturas en donde se encuentran ubicados los tanques, esto para saber el desnivel que hay entre los tanques y las zonas verdes, y calcular la columna de metros de agua.

**Tabla 47**

*Datos generales de los aspersores*

Tipo de aspersor	Tamaño	Radio(m)	Distancia (m)	Presión (bar)	caudal (l/h)	caudal(m <sup>3</sup> /s)	mca
pop up	Grande	19	30	5,25	6000	0,001666667	
pop up	Mediano	8	14	1,7	252	0,00007	17,3 3
pop up	Micro	3	5	2	82,9	2,30278E-05	20,3 9

*Nota.* Los datos de los micro aspersores son teóricos, eso con el fin de que al momento de diseñar la tubería madre se tenga en cuenta y que no se tenga una saturación del sistema en un futuro.

hf = Pérdida de carga en tubería con salidas múltiples (m).

F = Factor de corrección de Christiansen adimensional.

K = Coeficiente de tablas que toma la rugosidad de la tubería, adimensional.

L = Longitud de la tubería (m).

D = Diámetro interno (m).

m = 5,33

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

N = Numero de cintas o filas de riego en las zonas.

Q = Caudal o gasto m<sup>3</sup>/s

Dist = Distancia entre aspersores.

**Tabla 48**

*Datos del sistema de riego*

Tanque	Área verde	F	K	L	D	N	Q(m <sup>3</sup> /s)	hf
1	33	0,44	0,00065879	64,1	0,0254	4,6	0,0003205	0,60667
1	43	0,625	0,00065879	19,1	0,016	1,4	0,0000955	0,26774
1	39	0,496	0,00065879	50,7	0,0254	3,6	0,0002535	0,33840
1	30	0,625	0,00065879	15,6	0,016	1,1	0,0000780	0,14588
1	46	0,415	0,00065879	46,1	0,0254	9,2	0,0002123	0,18059
1	44 y 45	0,625	0,00065879	9,0707	0,016	1,8	0,0000418	0,02433
1	17,39	0,408	0,00065879	31,03	0,016	6,2	0,0001429	0,63585
2	16,31,40,48	0,353	0,00065879	130	0,0254	26,0	0,0005987	3,44471
2	35,34,32,16,12	0,353	0,00065879	130	0,0254	26,0	0,0005987	3,44471
2	47,18,38,19,43,14,15,12,13	0,353	0,00065879	130	0,0254	26,0	0,0005987	3,44471
2	11,10,9,20,13,12	0,357	0,00065879	110	0,0254	22,0	0,0005066	2,11054
2	27	1	0,00065879	7,4	0,016	1,0	0,0000700	0,08917
2	42,41	0,44	0,00065879	60	0,0254	4,3	0,0003000	0,49754

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 49**

*Datos del sistema de riego*

Tanque	zona	F	K	L	D	N	Q(m <sup>3</sup> /s)	hf
1	33	0,376	0,00083378	100,4	0,049	11,156	0,003575356	3,853605316
1	43	0,421	0,00083378	17,1	0,0254	5,7	0,00054435	0,56535763
1	39	0,398	0,00083378	31,5	0,038	7,875	0,001996313	1,546879254
1	30	0,397	0,00083378	40	0,038	8	0,000624	0,191436795
2	16,31,40,48	0,625	0,00083378	16	0,0254	2	0,000424632	0,477875197

2	multiple	0,36 1	0,0008337 8	87,66 2	0,038	17,53 2	0,00073242 7	0,5255968
2	42,41	0,39 8	0,0008337 8	35,83	0,038	7,166	0,00157201 4	1,09105988 8

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 50**

*Datos del sistema de riego*

Tanque	Zona	F	K	L	D	n	Q(m <sup>3</sup> /s)	hf
1	Izquierda	1	1	455	0,0762	0,009	0,003895856	5,28659713
2	centro	1	1	184	0,054	0,009	0,002262392	4,52452066
2	derecha	1	1	145	0,054	0,009	0,001642014	1,878195439

*Fuente.* Autor del proyecto.

**Tabla 51**

*Bombas de agua para los tanques*

	Tanque	HP
1	Electrobomba 1	2,7
2	Electrobomba 2	3,6

*Nota.* Para el correcto funcionamiento de los aspersores se requiere de aumentar la presión con electrobombas, ya que la presión alcanzada por el desnivel del terreno no es suficiente.

Con este sistema se tendrá una optimización del sistema de riego y una serie de beneficios, los cuales son:

- Optimización del recurso hídrico.
- Mantener una estética paisajística de las áreas verdes agradable.

- Regar las zonas verdes de la UFPSO en horarios que favorezcan la hidratación de las plantas.
- Menor tiempo y menor mano de obra para el riego.

#### Desventajas

- Costos de instalación.
- Pagos en servicio de energía eléctrica por el funcionamiento de las electrobombas.

**Tabla 52**

*Consumo de tiempo y agua con el sistema de riego*

<b>Tanque</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Volumen (L/s)</b>	<b>consumo (L)</b>
Tanque 1	1,5	7,187	38809,46
Tanque 2	1,5	2,729	14737,00
<b>Total</b>	3	9,916	53546,46

*Fuente.* Autor del proyecto.

Al tener un sistema de riego no solo se está ahorrando agua, si no también tiempo, las zonas contempladas en el diseño son las que aparecen en la ilustración 23 “ubicación de los aspersores”, puesto que, estas áreas son la que comúnmente son irrigadas con aspersores portátiles o directamente con una manguera, a los cuales se les tomó el caudal y el tiempo de riego para conocer el consumo.

Si se hace una comparación entre los consumos de agua y tiempo se puede decir que:

**Tabla 53***Comparación de los sistemas de riego*

<b>Sistemas de riego</b>	<b>Consumo de Agua (L)</b>	<b>Consumo de tiempo (horas)</b>
Actual	79892,10	20,5
Diseñado	53546,46	3
Ahorro (%)	23,8	85,37

*Nota.* Los consumos de agua para el sistema de riego diseñado se calcularon para riegos de una hora y media (1.5 horas), sin embargo, en la práctica los riegos se pueden dejar de una hora el cual es suficiente tiempo y agua para las zonas verdes, lo que reduciría el consumo a 35697,64 L, es decir, que se reduciría el consumo en un 40,2%.

## Apéndice D. Especificaciones de los aspersores

### Nozzle Performance

Pressure psi	Nozzle	Radius ft.	Flow GPM	Square Precip. incher	Triangular Precip. incher
20	0.75	15	0.34	0.46	0.52
	1.0	20	0.57	0.57	0.43
	1.5	23	1.06	0.39	0.45
	2	27	1.40	0.37	0.43
	3	29	2.17	0.50	0.57
4	31	2.97	0.59	0.89	
35	0.75	17	0.67	0.45	0.52
	1.0	21	0.90	0.40	0.46
	1.5	23	1.28	0.47	0.54
	2	27	1.69	0.45	0.52
	3	31	2.60	0.52	0.60
4	33	3.38	0.63	0.73	
45	0.75	17	0.77	0.57	0.59
	1.0	21	1.06	0.46	0.53
	1.5	24	1.48	0.49	0.57
	2	27	1.90	0.57	0.59
	3	31	3.00	0.60	0.60
4	35	4.13	0.65	0.75	
55	0.75	18	0.85	0.57	0.58
	1.0	22	1.18	0.47	0.54
	1.5	24	1.65	0.55	0.64
	2	28	2.15	0.53	0.61
	3	32	3.25	0.67	0.71
4	35	4.60	0.72	0.83	

Precipitation rates calculated at 50% diameter "leaf to leaf" spacing, half cycle operation.

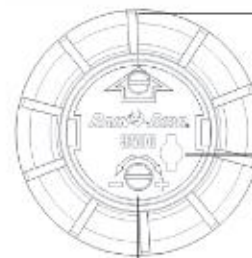
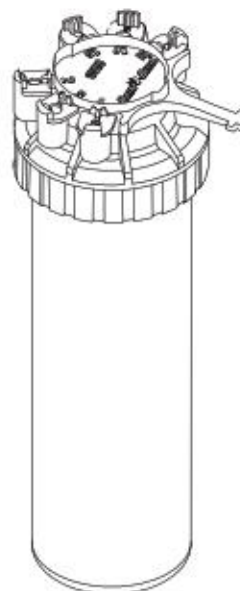
Tasa de precipitación en base a un diámetro de abanico de 50%, en cobertura de semiciclo.

### Nozzle Performance

METRIC						
Pressure bars	Nozzle	Radius m	Flow m <sup>3</sup> /hr	Square Precip. mm/incher	Triangular Precip. mm/incher	
1.7	0.75	4.6	0.12	0.03	12	14
	1.0	6.1	0.17	0.05	9	11
	1.5	7.0	0.24	0.07	10	11
	2	8.2	0.32	0.09	9	11
	3	8.8	0.49	0.14	13	15
4	9.4	0.67	0.18	15	17	
2.0	0.75	4.8	0.13	0.04	12	13
	1.0	6.2	0.19	0.05	10	11
	1.5	7.0	0.26	0.07	11	12
	2	8.2	0.34	0.08	10	12
	3	9.1	0.53	0.15	13	15
4	9.7	0.73	0.20	16	18	
2.5	0.75	5.2	0.16	0.04	12	13
	1.0	6.4	0.21	0.06	10	12
	1.5	7.0	0.30	0.08	12	14
	2	8.2	0.39	0.11	12	13
	3	9.4	0.60	0.17	13	16
4	10.1	0.83	0.23	16	19	
3.0	0.75	5.2	0.17	0.05	13	15
	1.0	6.4	0.24	0.07	12	13
	1.5	7.3	0.33	0.09	12	14
	2	8.2	0.43	0.12	13	15
	3	9.4	0.67	0.19	15	17
4	10.6	0.92	0.26	16	19	
3.5	0.75	5.4	0.19	0.05	13	15
	1.0	6.6	0.26	0.07	12	14
	1.5	7.3	0.36	0.10	13	15
	2	8.4	0.47	0.13	13	15
	3	9.6	0.71	0.20	15	18
4	10.7	1.00	0.28	18	20	
3.8	0.75	5.5	0.19	0.05	13	15
	1.0	6.9	0.27	0.07	12	14
	1.5	7.3	0.37	0.10	14	16
	2	8.5	0.49	0.14	13	15
	3	9.8	0.74	0.21	16	18
4	10.7	1.04	0.29	18	21	



## 3500 Series Rotor Installation Instructions



Nozzle identification  
Tapón de identificación de la boquilla

Radius adjustment slot  
Ranura de ajuste del radio

Pull-up slot  
Ranura de levante

Arc adjustment slot  
Ranura de ajuste del arco de cobertura



Rain Bird Corporation  
870 West Sierra Madre Avenue  
Azusa, CA 91703  
Phone: (626) 812-3400  
Fax: (626) 812-3411

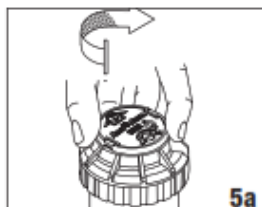
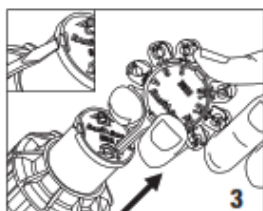
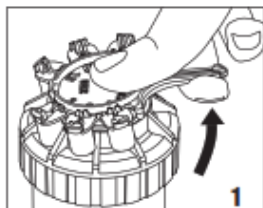
Rain Bird Corporation  
6901 E. Southpoint Rd., Bldg #1  
Tucson, AZ 85706  
Phone: (520) 741-6700  
Fax: (520) 741-6528

Rain Bird International, Inc.  
143 North Grand Avenue  
Glendora, CA 91741  
Phone: (626) 963-9371  
Fax: (626) 963-4987

Rain Bird Technical Services  
(800) RAINBIRD (U.S. and Canada)

Specification Hotline  
800-458-3000 (U.S. and Canada)

www.rainbird.com

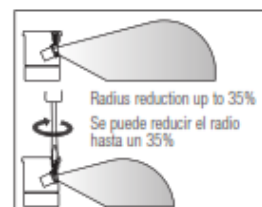
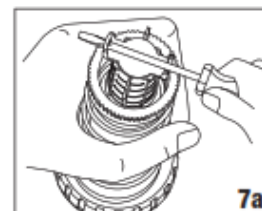
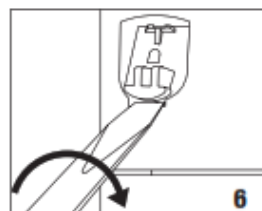
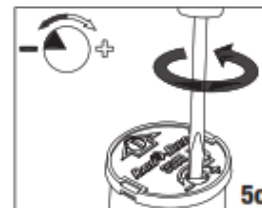
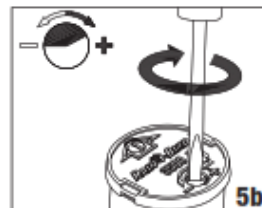


#### English Installation Instructions

1. Remove nozzle TREE from rotor
2. Select desired nozzle
3. Lift-up stem
4. Installing nozzles: **a.** Insert nozzle, (press firmly until nozzle seats).
- 4b. Turn radius reduction screw to retain nozzle
5. Setting the arc: Arc is adjustable from 40-360 degrees. **a.** Find fixed LEFT edge

#### Instrucciones para la instalación - español

1. Remueva el portaboquilla "TREE" del aspersor de turbina
2. Seleccione la boquilla
3. Levante el vástago
4. La instalación de las boquillas: **a.** Introduzca la boquilla (presione firmemente hasta que la boquilla se asiente)
- 4b. Gire el tornillo de ajuste del radio para fijar la boquilla.
5. El reglaje del arco de cobertura: El arco de cobertura puede ser ajustado desde 40 hasta 360 grados. **a.** Ubique el borde izquierdo del punto de parada



#### English Installation Instructions (cont.)

- 5b. To increase arc, turn right (clockwise)
- 5c. To decrease arc, turn left (counterclockwise)
6. Removing nozzles
7. Cleaning filter screen: **a.** Remove internals from case
- 7b. Remove Filter screen.

#### Instrucciones para la instalación - español (cont.)

- 5b. Para aumentar el arco de cobertura, gire hacia la derecha (en el sentido de las manecillas del reloj)
- 5c. Para disminuir el arco de cobertura, gire hacia la izquierda (en el sentido contrario al de las manecillas del reloj).
6. Cómo se quitan las boquillas
7. La limpieza del filtro de malla: **a.** Remueva el mecanismo interno de la carcasa
- 7b. Remueva el filtro de malla.