17 Anexos

En los siguientes anexos se presentarán los datos correspondientes a la información tomada en consideración para la realización de los resultados, análisis y discusión.

17.1 **Anexo A.** Tipos, descripción y características físicas, químicas y biológicas de los residuos.

A continuación, se muestran los tipos y clasificación de los residuos que son identificados principalmente en la sede y tomando como referencia el artículo anterior, donde se quieren identificar en principal instancia los residuos sólidos orgánicos institucionales, que son aquellos residuos provenientes de instituciones públicas y privadas, las cuales se caracterizan en su mayoría por contener papeles, cartones, y residuos de alimentos provenientes de los comedores (Salazar, 2012).

Tabla 34. *Tipo de residuos que se generan en la Sede de Chía de la Universidad El Bosque.*

Tipo de Residuo	Residuo
Residuos Biodegradables	Comida y jardinería
	Lodos residuales
Materiales Reciclables	Cartón y Papel
	Botellas Plásticas y Vidrio
	Envases de latas
Residuos ordinarios	Empaques de comida
Vertimientos	Aguas residuales

Fuente: Autor (2019).

Teniendo en cuenta lo anterior, los residuos presentes en la institución se definen de acuerdo con sus características o naturaleza tales como:

Tabla 35. *Descripción de los residuos que se generan en la Sede de Chía de la Universidad El Bosque.*

Residuo	Descripción
Residuos de alimentos	Restos de alimentos que provienen de diferentes fuentes, entre ellas, restaurantes, comedores, y otros establecimientos de expendio de alimentos.
Residuos vegetales	Residuos provenientes de podas o deshierbe de jardines, parques u otras áreas verdes, también se consideran algunos residuos de cocina que no se han sometido a proceso de cocción, como cáscaras de fruta, legumbre, entre otros.
Papel y cartón	Residuos con gran potencial para su reciclaje.
Plásticos	Residuos de origen orgánico, que son originados en actividades de consumo humano, terminando su vida útil, contienen gran potencial de reciclaje.
Vidrio	Residuos con gran potencial para el reciclaje provenientes de alimentos y bebidas.

Latas	Residuos provenientes de envases de comida como el atún, con posibilidades de aprovechamiento bajo condiciones de limpieza.
Aguas Residuales	Son aguas procedentes de los sistemas de saneamiento básico como los sanitarios, duchas, cocinas y otros sistemas de uso de agua, que son resultantes de su uso.
Lodos residuales	Lodos provenientes del tratamiento de las aguas residuales, elementos orgánicos que resultan de la unión de los diferentes residuos generados y dispuestos en la planta de tratamiento.

Fuente: Adaptado y obtenido de Salazar, M (2012).

Por medio de la información establecida que permite el conocimiento de los diferentes residuos, sus características y tipos, se procede a identificar las propiedades físicas, químicas y biológicas que cada uno de estos residuos contiene para así mismo, establecer posteriormente su manejo y aprovechamiento.

Propiedades físicas, químicas y biológicas

Las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos orgánicos, y las transformaciones que pueden afectar a la forma y composición de estos, deben tenerse en cuenta para desarrollar y diseñar sistemas de gestión integrada de residuos sólidos, ya que deben constituir la base para la toma de decisiones respecto a la gestión.

Tabla 36. *Propiedades físicas de los diferentes residuos.*

Residuo	Peso específico (Kg/m^3)	Contenidos de humedad (%)	Tamaño de la partícula (cm)
Residuos de alimentos	291	79	0-18
Residuos vegetales	101	60	0-40
Papel	89	6	10-50
Cartón	50	5	14-62
Plásticos	65	2	0-40
Vidrio	196	2	0-26
Latas	89	3	2 - 22
Aguas Residuales	N/A	N/A	N/A
Lodos residuales	N/A	N/A	N/A

Fuente: Obtenido y Adaptado de: Universidad Politécnica de Valencia (2013).

El tamaño de partícula es otro de los factores importantes para determinar las propiedades físicas de los residuos, ya que este infiere en la descomposición entre más pequeño, tendrá mayor superficie de contacto con el oxígeno y será degradado más fácil y rápido, igualmente es importante a tener en cuenta para los procesos mecánicos y físicos de recuperación de materiales, por otro lado, se debe definir y tener en cuenta la capacidad de campo, ya que es de importancia para la determinación de la formación de

lixiviados, donde a partir de la cantidad de humedad retenida por un determinado residuos, el exceso de capacidad de campo corresponderá a la formación de lixiviados.

En cuanto a las propiedades químicas de los residuos, se determinan con el fin de evaluar las opciones de recuperación, entre estas se establecen los siguientes:

Tabla 37. *Propiedades químicas de los diferentes residuos.*

Residuo	Análisis próximo (Porcentaje en peso)				Contenido energético (Kcal/Kg)		
	Humedad	Materia Volátil	Carbono fijo	No combustible	Recogidos	Seco	Seco y libre de cenizas
Residuos de alimentos	70,0	21,4	3,6	5,0	998	3.324	3.989
Residuos vegetales	60,0	30,0	9,5	0,5	1.445	3.613	3.658
Papel	10,2	75,9	8,4	5,4	3.777	4.206	4.476
Cartón	5,2	77,5	12,3	5,0	3.912	4.127	4.357
Plásticos	0,2	95,8	2,0	2,0	7.834	7.995	8.902
Vidrio	2,0	-	-	96 – 99+	47	48	33
Latas	5,0	-	-	94 – 99+	167	177	176
Aguas Residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lodos residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Obtenido y Adaptado de: Universidad Politécnica de Valencia (2013).

Entre otros criterios establecidos para el análisis químico de los residuos implica la determinación del porcentaje de C (Carbono), H (Hidrógeno), O (Oxígeno), N (Nitrógeno), S (Azufre) y ceniza. Esto permite que se pueda definir la mezcla de materiales residuales para conseguir relaciones C/N aptas para el proceso de conversión biológica.

Tabla 38. *Datos típicos sobre el análisis elemental del material combustible de los diferentes residuos.*

Residuo	Porcentaje en peso (base seca)					
	Carbono	Hidrógeno	Oxígeno	Nitrógeno	Azufre	Cenizas
Residuos de alimentos	48,0	6,4	37,6	2,6	0,4	5,0
Residuos vegetales	47,8	6,0	38,0	3,4	0,3	4,5
Papel	43,5	5,8	44,0	0,3	0,2	6,0
Cartón	44,0	5,9	44,6	0,3	0,2	5,0
Plásticos	60,0	7,2	22,8	-	-	10,0
Vidrio	0,5	0,1	0,4	<0,1	-	98,9
Metales	4,5	0,6	4,3	<0,1	-	90,5
Aguas Residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lodos residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Obtenido y Adaptado de: Universidad Politécnica de Valencia (2013).

Posterior a esto, se establece la siguiente tabla que define la capacidad energética de los diferentes residuos que son generados en la sede, teniendo en cuenta que el valor de energía típico se encuentra en (Kcal/Kg), se procede a realizar el cálculo de conversión energética para definir el contenido de energía en (KWh/kg), para esto se tiene en cuenta que 1 Kcal – 0,0016 KWh (ANDI, 2018), por lo cual se establece una tabla con los valores típicos en las unidades requeridas.

Tabla 39. *Valores típicos de rechazos inertes y contenido energético de los diferentes residuos.*

Componentes	Rechazos inertes (%)		Energía (Kcal/Kg)		Energía (KWh/Kg)
	Rango	Típico	Rango	Típico	Conversión
Residuos de alimentos	2-8	5,0	833 – 1.667	1.111	1,78
Residuos vegetales	2-6	4,5	556 – 4.444	1.556	2,49
Papel	4-8	6,0	2.778 – 4.444	4.000	6,40
Cartón	3-6	5,0	3.333 – 4.167	3.889	6,22
Plásticos	6-20	10,0	6.667 – 8.889	7.778	12,44
Vidrio	99 – 99+	98,0	28-56	33	0,05
Latas	96 – 99 +	98,0	56 - 278	167	0,27
Aguas Residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Lodos residuales	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Obtenido y Adaptado de: Universidad Tecnológica Nacional de Mendoza (s.f).

El contenido energético de los componentes de los residuos define la capacidad calorífica de los residuos, importante a la hora de conocer cuál es la recuperación de energía que se puede alcanzar con una determinada cantidad de residuo. Los nutrientes esenciales y los elementos del material residual son importantes respecto a la disponibilidad de nutrientes de microbios, y para valorar los usos finales que puedan tener los materiales restantes después de la conversión biológica.

Tabla 40. *Análisis elemental de los materiales orgánicos utilizados como alimentación en procesos de conversión biológica.*

Constituyente	Unidad	Sustrato de alimentación (base seca)			
		Papel de periódico	Papel de oficina	Residuos de jardín	Residuos de comida
NH_4 - N	Ppm	4	61	149	205
NO_3 – N	Ppm	4	218	490	4278
P	Ppm	44	295	3500	4900
PO_4 -P	Ppm	20	164	2210	3200
K	%	0,35	0,29	2,27	4,18
SO_4-S	Ppm	159	324	882	855
Ca	%	0,01	0,10	0,42	0,43

Mg	%	0,02	0,04	0,21	0,16
Na	%	0,74	1.05	0,06	0,15
B	Ppm	14	28	88	17
Se	Ppm	-	-	<1	<1
Zn	Ppm	22	177	20	21
Mn	Ppm	49	15	56	20
Fe	Ppm	57	396	451	48
Cu	Ppm	12	14	7,7	6,9
Co	Ppm	-	-	5,0	3,0
Mo	Ppm	-	-	1,0	<1
Ni	Ppm	-	-	9,0	4,5
W	Ppm	-	-	4,0	3,3

Fuente: Obtenido y Adaptado de: Universidad Tecnológica Nacional de Mendoza (s.f).

La característica biológica más importante de la fracción orgánica de los residuos sólidos es que casi todos los componentes orgánicos pueden ser convertidos biológicamente en gases y sólidos orgánicos e inorgánicos relativamente inertes. La producción de olores y la proliferación de moscas están relacionadas también con la naturaleza putrescible de los materiales orgánicos encontrados en los residuos como los de comida.

Tabla 41. *Datos sobre la fracción biodegradable de residuos orgánicos basados en el contenido de lignina.*

Componente	Sólidos Volátiles (SV) porcentaje de sólidos totales (ST)	Contenidos de lignina (CL) porcentaje de SV	Fracción Biodegradable (FV) (%)
Residuos de comida	7-15	0,4	82
Papel			
- Papel periódico	94,0	21,9	22
- Papel de Oficina	96,4	0,4	82
- Cartón	94,0	12,9	47
Residuos de jardín	50 - 90	4,1	72

Fuente: Obtenido y Adaptado de: Universidad Politécnica de Valencia (2013).

17.2 **Anexo B.** Magnitudes de consumo energético y de agua para los años 2015 – 2018.

Teniendo en cuenta las magnitudes correspondientes al consumo y generación que se presentan en la Sede de Chía de la Universidad El Bosque, se cuenta con diferente información que ha sido tomada por medio de informes realizados en la PTAR de la Sede y la ponderación de los recibos de energía, aseo y alcantarillado, esta información corresponde al Consumo Energético, Residuos de poda y corte, Residuos Sólidos, Aguas Residuales estimadas por el consumo de agua y Lodos Residuales. Para la recolección de información, se tomó como base un mes en específico de los diferentes años referentes al 2015-2018, con el fin de determinar el flujo de algunos de estos residuos como ha variado con relación a la población

estudiantil. A continuación se reflejan los valores correspondientes de algunos de los residuos mencionados anteriormente.

Tabla 42. *Información correspondiente a los residuos, consumo de agua y energía del año 2015.*

ago-15	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo
Recolección transporte	0	18,958	0	0	0	249,397
Disposición final	0	5,828	0	0	0	76,674

Consumo de agua	486 m3	1'514.064	5m^3	33,405	8 m^3	42, 640
Consumo energía	5580	Valor KWh	387.001			

Fuente: Millán, J (2019). Obtenido y modificado de Emserchía y Codensa.

Tabla 43. *Información correspondiente a los residuos, consumo de agua y energía del año 2016.*

ago-16	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo
Recolección transporte	0,1396	21,260	0,1396	21,260	1,98	301,535
Disposición final	0,1396	5,778	0,1396	5,778	1,98	81,955

Consumo de agua	311 m^3	1’103.611	2 m^3	19,810	6 m3	33, 840
Consumo energía	6720	Valor KWh	445.381			

Fuente: Millán, J (2019). Obtenido y modificado de Emserchía y Codensa.

Tabla 44. *Información correspondiente a los residuos, consumo de agua y energía del año 2017.*

ago-17	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo
Recolección transporte	0,1442	22,608	2,42	368,276	0,1442	22,608
Disposición final	0,1442	5,653	2,42	92,069	0,1442	5,653

Consumo de agua	2 m^3	20,436	8 m^3	42,145	339 m3	1’239.802
Consumo energía	8220 KWh	Valor KWh	437.903			

Fuente: Millán, J (2019). Obtenido y modificado de Emserchía y Codensa.

Tabla 45. *Información correspondiente a los residuos, consumo de agua y energía del año 2018.*

ago-18	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo	TDI (Tonelada por período)	Costo
Recolección transporte	0,1597	28,215	0,1597	28,215	1,58	279,150
Disposición final	0,1597	7,125	0,1597	7,125	1,58	70,490

Consumo de agua	276 m^3	1’012518	3 m^3	24,703	2m^3	21,085
Consumo energía	8160 KWh	Valor KWh	503.330			

Fuente: Millán, J (2019). Obtenido y modificado de Emserchía y Codensa.

Igualmente se realizó un promedio del costo total de la disposición final de los residuos, recolección y transporte de los residuos, el consumo de agua y energía.

Tabla 46. *Promedio del consumo de agua, energía y el manejo de residuos.*

Año	Recolección - Transporte	Disposición Final	Consumo de Agua	Consumo de Energía
2015	268.355	82.502	1590109	387.001
2016	344.055	93.511	1.157.261	445.381
2017	413.492	103.375	1.302.383	437.903
2018	335.580	84.740	1.058.306	503.330
Promedio	340.371	91.032	1.277.015	443.404

Fuente: Autor (2019).

17.3 **Anexo C.** Cálculos y densidades del flujo de residuos.

En el presente anexo, se encuentran los cálculos referentes a la caracterización realizada en la Sede de Chía de la Universidad El Bosque, como también el cálculo realizado para determinar la cantidad de residuos de jardín y lodos de la planta de tratamiento de la sede.

Cálculos de la caracterización de flujos de residuos.

Teniendo en cuenta los cálculos a realizar, se determina el porcentaje de los componentes de acuerdo con el tipo de residuo orgánico e inorgánico, así mismo, se efectúan los cálculos para conocer la producción semanal de cada componente como se muestra a continuación:

- Porcentaje de componentes de residuos orgánicos e inorgánicos.

Para realizar la estimación del porcentaje de cada uno de los componentes identificados en la caracterización, se utilizó la siguiente fórmula:

$$\%\ Componente = \frac{Kg\ Componente}{Total\ Componentes\ (Kg)} * 100$$

A partir de la fórmula anterior, se determina el porcentaje de los residuos de comida como ejemplo hallado en el Cuadrante l, teniendo en cuenta los datos de la tabla 5.

$$\%\ Residuos\ de\ comida = \frac{9{,}7\ kg}{12{,}364\ kg} * 100$$

$$\%\ Residuos\ de\ comida = 78{,}45\%$$

Este procedimiento se realiza para cada uno de los componentes encontrados en la caracterización del cuadrante l y lll, así como para el promedio de estos cuadrantes. Los resultados obtenidos son evidenciados en la tabla 5.

- Producción semanal de cada componente.

Para la estimación de la producción semanal por cada uno de los componentes, se utilizaron los porcentajes calculados en la tabla 5 y la producción estimada de residuos sólidos por semana. La fórmula efectuada para esto se presenta a continuación:

$$Producción\ Semanal\ por\ componente = \frac{\%\ Componente}{100} * Producción\ semanal$$

A partir de la fórmula presentada, se establece el procedimiento para calcular cada uno de los componentes a la semana, teniendo en cuenta los datos de la tabla 6.

$$Producción\ Semanal\ de\ residuos\ de\ comida = \frac{75{,}26}{100} * 0{,}15\ Ton/semana$$

$$Producción\ Semanal\ de\ residuos\ de\ comida = 0{,}1129\ Ton/semana$$

Así mismo, se realizó la multiplicación del total de los residuos obtenidos semanal por 4 con el fin de determinar la cantidad total de residuos sólidos por componente generados en el mes.

Cálculos de los residuos de lodos y jardín.

Para determinar la cantidad de residuos referentes a jardines y lodos residuales, se tomó como base la información presentada por el señor encargado de mantenimiento Guillermo Pinzón, el cual realizó las

medidas pertinentes para cuantificar la cantidad de residuos de lodos y de jardín, ya que ellos no realizan la medición de la generación de estos residuos, así mismo, se tiene en cuenta la información que se presenta en la siguiente tabla relacionada a las densidades para conocer la cantidad de estos en kg/mes.

Tabla 47. *Densidad de los residuos de jardín y lodos residuales.*

Componente	Densidad	Fuente
Residuos de Jardín	3.86 Kg/m^3	(Tchobanoglous, Theissen & Eliassen, 1990)
Lodos Residuales	1.02 Ton/m^3	(López, Ramírez, Cardoso, Mijaylova & Moeller, 2000)

Fuente: Autor (2019).

En cuanto a las medidas tomadas para el lecho de secado, como se muestra en el Anexo G, tiene unas dimensiones de ancho (0,7 m), largo (1.50 m) y alto (1 m), sin embargo, teniendo en cuenta que el total del lecho secante no sobrepasaba las medidas de altura, se despreciaron 10cm (0,1m) para calcular el volumen de lodos residuales, de tal forma, se realizaron los siguientes cálculos a fines de conocer la masa total de lodos generados en el mes.

$$Volumen\ (V) = Alto(h) * Ancho(a) * Largo(l)$$

$$V = 0{,}9m * 0{,}7m * 1.50m$$

$$V = 0{,}95m^3$$

Así mismo, conociendo el volumen del lecho de secado donde corresponde netamente a los lodos residuales y teniendo en cuenta las densidades identificadas en la tabla anterior, se procede a calcular la masa de lodos de la siguiente forma:

$$Densidad\ (d) = \frac{Masa(m)}{Volumen(v)}$$

Despejando la ecuación para efectuar el cálculo de la masa, se tiene la siguiente fórmula:

$$Densidad\ (d) * Volumen\ (v) = Masa(m)$$

Tomando los valores hallados y recuperados anteriormente se tiene que:

$$\left(\frac{1.02Ton}{m^3}\right) * (0{,}95m^3) = Masa(m)$$

$$\mathbf{0.969\ Ton/mes = Masa(m)}$$

$$\mathbf{969\ Kg/mes = Masa(m)}$$

Por otra parte, teniendo como base la información presentada por el señor, indica que la cantidad de carretillas de residuos de jardín generados en el mes corresponden a 50, conociendo la densidad y la capacidad de la carretilla correspondiente a 6 pies cúbicos equivalentes a 0.1699901 m^3, se dispone a realizar el cálculo de la masa de los residuos de jardín, de la siguiente manera:

$$0.1699901\ m^3 * 50 = Volumen(v)$$
$$8{,}50\ m^3/mes = Volumen(v)$$

Teniendo la densidad y el volumen de residuos de jardín mensual, se procede a realizar el cálculo de la cantidad de estos producidos al mes.

$$\left(\frac{3{,}86Kg}{m^3}\right) * (8{,}50m^3) = Masa(m)$$
$$\mathbf{32,81Kg/mes}) = \boldsymbol{Masa(m)}$$
$$\mathbf{0,0328\ Ton/mes}) = \boldsymbol{Masa(m)}$$

Cálculos del potencial de nutrientes por tipo de residuo

Para la realización de este cálculo, se toma como referencia la Tabla 21 de la cantidad de residuos definidos en la Sede mensual y la Tabla 20 del contenido de nutrientes teórico por residuo. Así mismo, dada la información se procede a realizar la cuantificación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio contenido por estos:

$$\boldsymbol{Nitrógeno}: 2{,}61\% * 451{,}56\frac{Kg}{mes} = 11{,}78\ Kg/mes$$

$$\boldsymbol{Fósforo}: 0{,}58\% * 451{,}56\frac{Kg}{mes} = 2{,}62\ Kg/mes$$

$$\boldsymbol{Potasio}: 1{,}14\% * 451{,}56\frac{Kg}{mes} = 5{,}15\ Kg/mes$$

Este procedimiento de cálculo, se realiza de igual modo para cada uno de los flujos de residuos identificados relacionando las dos tablas anteriormente mencionadas.

Cálculos del poder energético de los residuos

Teniendo en cuenta la teoría establecida para los lodos residuales y su valor calorífico el cual se identifica en la siguiente tabla, se promedian los valores para estimar un valor aproximado del valor que respecta a los lodos residuales.

Tabla 48. *Valor calorífico de los lodos residuales.*

Ciudad	Valor Calorífico	Unidad
Kumasi	19,1	Mj/Kg
Dakar	16,6	Mj/Kg
Kampala	16,2	Mj/Kg
Promedio	17,3	Mj/Kg

Fuente: Murray, Niwagaba, Kang, Regulinski, & Strande (2014).

Promediando la información se tiene un aproximado del valor calorífico de los lodos residuales con la cual se procede a realizar el cálculo del potencial energético de estos residuos a partir de la siguiente fórmula establecido por Serrato & Lesmes (2016):

$$PE = Mrs * E$$

Donde:

PE: Potencial energético (Tj/año)

Mrs: Masa de residuo seco (t/año)

E/PCI: Energía del residuo por unidad de masa (Tj/t)

Para determinar el valor de la masa seca del lodo residual en KWh/mes, se toma como referencia lo establecido por Ruiz & Quevedo (2017), los cuales definen que el porcentaje estimado en Colombia para la base seca de los lodos corresponde al 34,3% del total de los residuos de lodos. Con relación a esto, se realiza un cálculo para estimar el contenido de masa del residuo seco.

$$\frac{969kg}{mes} * \frac{34{,}3\%}{100\%} = 332{,}37Kg/mes$$

Así mismo, conociendo el valor de la masa de residuos seco, se procede a realizar el cálculo del potencial energético de los mismos de acuerdo con la ecuación anteriormente establecida.

$$PE = 332{,}37kg/mes * 17{,}3Mj/kg$$

$$PE = 5750{,}001\ Mj/kg$$

Conociendo el valor de 1 Mj – 0.277778 KWh se realiza la conversión de la siguiente manera:

$$PE = 5750{,}001\frac{Mj}{kg} * \frac{0.277778\ KWh}{1\ Mj}$$

$$\boldsymbol{PE = 1597{,}22\ KWh/mes}$$

En cuanto al contenido energético definido para los residuos de jardín y de comida, tomando como base la Tabla 39 de los Anexos y la cantidad de estos generados Tabla 21, se procede a realizar el cálculo, el cual corresponde a:

$$451{,}56\frac{Kg}{mes} * \frac{1{,}78KWh}{Kg} = 803{,}78KWh/mes$$

Dando, así como resultado el contenido energético de los residuos de comida, este procedimiento es definido igualmente para los residuos de jardín.

Cálculos de la demanda de agua en la sede

Para realizar el cálculo de demanda de agua por persona, se establece la siguiente ecuación donde se toma como referencia la dotación bruta definida de acuerdo con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2010), el cual indica un consumo en instituciones de

educación media y superior de 25 L/alumno-jornada, realizando la conversión se estima un consumo de 0,025m^3/alumno-jornada.

$$Qmd = \frac{P\ x\ d_{bruta}}{86400}$$

Donde Qmd: caudal medio diario.

P: representa el número de habitantes proyectado.

d: dotación bruta.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procede a realizar el cálculo para el año 2015, obteniendo el siguiente valor como demanda de agua por la población para el año en mención:

$$Qmd = \frac{\frac{5704\ personas\ x\ 0{,}025m^3}{persona/día}}{86400s/día}$$

$$\boldsymbol{Qmd = 0{,}0017m^3/s}$$

El caudal medio diario, Qmd, es el caudal calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Este corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año.

Cálculos de las proyecciones para la viabilidad financiera

Relacionando las tablas de consumo energético, demanda de agua y disposición de residuos, se efectúa la proyección de los costos que estos corresponderán para los dos tipos de estados, el actual y la apuesta. Realizando la proyección de los tres aspectos mencionados anteriormente para el año del 2019, se tiene la siguiente información:

Recolección y transporte de residuos estado actual.

$$R\ y\ T\ Estado\ Actual = 1080\frac{kg}{mes} * \frac{\$567{,}29}{kg} = \boldsymbol{\$612.673{,}2/mes}$$

Disposición Final de residuos estado actual.

$$DF\ Estado\ Actual = 1080\frac{kg}{mes} * \frac{\$151{,}72}{kg} = \boldsymbol{\$163.857{,}6/mes}$$

Demanda de Agua estado actual.

$$DA = 277{,}6\frac{m3}{mes} * \frac{\$10584{,}46}{m3} = \boldsymbol{\$2'938.246{,}1/mes}$$

Consumo de Energía estado actual.

$$CE\ Estado\ Actual = 9480\frac{KWh}{mes} * \frac{\$61{,}84}{KWh} = \boldsymbol{\$586.243{,}2/mes}$$

Por medio de la información definida en los cálculos, se realiza la proyección al 2030 de cada uno de estos aspectos, los cuales generan un costo a la sede de manera mensual y con el fin de conocer el costo anual, se multiplica la suma de estos valores por 9 siendo estos los meses en los que opera la sede.

Recolección y transporte de residuos estado apuesta.

$$R\ y\ T\ Estado\ Actual = \ 1080\frac{kg}{mes} * 75{,}26\% = 812{,}808 kg/mes$$

Lo anterior para tomar en cuenta el contenido de residuos orgánicos por año correspondiendo a un total para el 2019 de 812,81kg/mes.

$$R\ y\ T\ Estado\ Actual = \frac{1080kg}{mes} - \frac{812{,}808\ kg}{mes} = \frac{267{,}17kg}{mes}$$

Dada la resta, se define que el total de residuos llevados para su recolección y transporte es de 267,17 kg/mes.

$$R\ y\ T\ Estado\ Actual = \ 267{,}17\frac{kg}{mes} * \frac{\$567{,}29}{kg} = \$\mathbf{151.575,3}$$

Disposición Final de residuos estado apuesta.

Teniendo en cuenta que la cantidad dispuesta es la misma que la de recolección y transporte se estima el costo de esta actividad.

$$DF\ Estado\ Actual = \ 267{,}17\frac{kg}{mes} * \frac{\$151{,}72}{kg} = \$\mathbf{40.538,4/mes}$$

Demanda de Agua estado apuesta.

Tomando como base que el 75% del agua se recircularía para uso en sistemas sanitarios y otros, se calcula la cantidad de esta que será consumida por el Servicio dado por EMSERCHIA E.S.P.

$$DA = \ 277{,}6\frac{m3}{mes} * 75\% = 208{,}2\ m3/mes$$

Así mismo, se toma el valor consumido convencionalmente y se resta el valor de recirculación, para conocer el costo del total consumido de agua.

$$DA = \ 277{,}6\frac{m3}{mes} - \ 208{,}2\frac{m3}{mes} = 69{,}4\ m3/mes$$

$$DA = \ 69{,}4\frac{m3}{mes} * \frac{\$10584{,}46}{m3} = \$\mathbf{734.561,5/mes}$$

Consumo de Energía estado apuesta.

Para la realización de este cálculo, se toma la cantidad de residuos calculados anteriormente referentes a los de comida, correspondientes a 818,808 Kg/mes que serían los aprovechados como potencial

energético, sumando de igual modo, los valores energéticos ya calculados para los residuos de jardín y lodos residuales para obtener lo siguiente:

$$CE\ Estado\ Actual = \left(818{,}81\frac{kg}{mes} * 1{,}78\ KWh\right) + 81{,}7KWh + 1597{,}22KWh$$

$$CE\ Estado\ Actual = 3125{,}72Kwh/mes$$

Restando la cantidad de energía generada por tipo y flujo de residuo, se establece que:

$$CE\ Estado\ Actual = 9480\frac{KWh}{mes} - 3125{,}27\frac{\$61{,}84}{KWh} = 6354{,}28\ KWh/mes$$

$$CE\ Estado\ Actual = 6354{,}28\frac{KWh}{mes} * \frac{\$61{,}84}{KWh} = \$\mathbf{392.948{,}8/mes}$$

Cálculos de los ahorros generados

Para estimar los ahorros por cada uno de los aspectos mencionados anteriormente se proyectan los datos del consumo energético, demanda de agua, transporte y disposición de residuos los cuales se establecen por medio del aprovechamiento de cada uno de estos, como se muestra a continuación:

Tabla 49. *Nuevos consumos de agua, energía y disposición de residuos.*

Año	Residuos Orgánicos (Kg/mes)	Residuos Inorgánicos para disponer en el RS (Kg/mes)	Agua sanitaria para recirculación (m^3/mes)	Agua sin recircular (consumo de agua) (m^3/mes)	Energía Recuperada (KWh/mes)	Energía que se dispone convencional (KWh/mes)
2019	812,8	267,2	208,2	69,4	3125,72	6354,28
2020	767,7	252,3	237,7	79,2	3045,34	7358,66
2021	835,4	274,6	267,2	89,1	3165,91	8162,09
2022	982,1	322,9	296,7	98,9	3427,13	8824,87
2023	993,4	326,6	326,2	108,7	3447,23	9728,77
2024	1101,1	361,9	355,7	118,6	3638,80	10461,20
2025	1180,1	387,9	385,1	128,4	3779,46	11244,54
2026	1238,8	407,2	414,7	138,2	3883,95	12064,05
2027	1332,1	437,9	444,2	148,1	4050,06	12821,94
2028	1401,3	460,7	473,6	157,9	4173,31	13622,69
2029	1477,4	485,6	503,1	167,7	4308,61	14411,39
2030	1558,6	512,4	532,6	177,5	3125,72	6354,28

Fuente: Autor (2019).

Tomando como base la información anterior, se procede a realizar el cálculo del costo de aprovechamiento que se da para ca da uno de los residuos, calculando los siguientes ahorros de acuerdo con los Residuos Orgánicos, las Aguas Sanitarias y la Energía Recuperada, obteniendo:

Tabla 50. *Ahorros por los diferentes tipos de residuos y consumos en la sede.*

Ahorro Energía ($/mes)	Ahorro Agua ($/mes)	Ahorro Transporte y Recolección ($/mes)	Ahorro Disposición Final ($/mes)
$ 193.294,42	2203684,6	461097,85	123319,2
$ 188.323,86	2515661,5	435481,30	116468,2
$ 195.779,69	2827638,5	473906,12	126744,8
$ 211.934,00	3140409,3	557159,90	149010,7
$ 213.176,64	3452386,2	563564,04	150723,5
$ 225.023,13	3764363,2	624616,81	167051,9
$ 233.721,60	4076340,2	669445,77	179041,3
$ 240.183,33	4389111,0	702747,28	187947,6
$ 250.455,81	4701087,9	755688,14	202106,5
$ 258.077,33	5013064,9	794966,85	212611,5
$ 266.444,43	5325041,8	838088,04	224144,1
$ 275.391,43	5637018,8	884197,82	236476,0
Total, de Ahorro: $2'751.805,65	Total, de Ahorro: $47'045.807,81	Total, de Ahorro: $7'760.959,93	Total, de Ahorro: $2'075.645,33
Ahorro Total de la Recuperación de residuos: $59'634.218,72			

Fuente: Autor (2019).

17.4 **Anexo D.** Infraestructura de la Sede de Chía – Cundinamarca.

Para conocer la infraestructura existente actualmente en la sede, se procede a realizar una búsqueda de esta, la cual se divide en tres secciones, la primera correspondiente a las instalaciones de la Sede tales como los escenarios deportivos, puntos de comida, zonas de descanso y recreación, bloques, auditorios, laboratorios, rutas de fácil acceso y puntos de encuentro. La segunda enseña lo puntos correspondientes en las instalaciones a los bloques únicamente y por último se presentan los puntos de comida.

Figura 33. *Infraestructura general de las instalaciones de la Sede de Chía de la Universidad El Bosque.*

Fuente: Universidad El Bosque (2019)
Obtenido de https://www.uelbosque.edu.co/nuestro-bosque/infraestructura

Por otra parte, se procede a identificar de la infraestructura establecida, cuáles de estos corresponden a los bloques estimados para la toma de clase por los estudiantes, estos se muestran a continuación:

Figura 34. *Infraestructura de los bloques de la Sede de Chía de la Universidad El Bosque.*

Fuente: Universidad El Bosque (2019)
Obtenido de https://www.uelbosque.edu.co/nuestro-bosque/infraestructura

Teniendo en cuenta los elementos presentes con relación a los puestos de comida que se identifican a continuación, se define igualmente que existen otros puestos de comida externos que se ubican en unos carritos detrás de la cafetería que está definida para proveer comidas y otro puesto enfrente del quiosco, los cuales no se muestran en el mapa.

Figura 35. *Infraestructura de los puestos de comida de la Sede de Chía de la Universidad El Bosque.*

Fuente: Universidad El Bosque (2019)
Obtenido de https://www.uelbosque.edu.co/nuestro-bosque/infraestructura

17.5 **Anexo E.** Encuesta y entrevista.

A continuación, se establecen las plantillas de la información que se requería recuperar para el proyecto, estas fueron usadas tanto para entrevistas como para encuestas.

Figura 36. *Formatos primera encuesta.*

Nombre de encuestador: Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
X semestre

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Encuesta de recolección de información

La presente encuesta busca la recuperación de información pertinente que será utilizada como base de datos referentes para el desarrollo del proyecto "Análisis de escenarios de aprovechamiento potencial sobre flujos de residuos generados en la Sede de Chía – Cundinamarca, Universidad El Bosque", a fines de dar solución a una problemática, como también definir estrategias para mejorar los sistemas de producción de residuos y así mismo, dar un aprovechamiento a estos con el objetivo de establecer principios de economía circular.

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Cargo: _____

1. ¿Cuál será la planeación de la sede de Chía a futuro, en cuanto a su expansión y cambios de infraestructura?

_____

_____

2. ¿Se realizarán cambios permanentes o temporales?

_____

3. ¿Cuánta capacidad de estudiantes tienen las aulas?

_____

4. ¿Cuántas aulas están establecidas en la Sede actualmente?

_____

5. ¿Son utilizadas todas las aulas de clase diariamente?

Si__ No__ En ocasiones___ ¿Por qué? _____

6. ¿Cuántos estudiantes aproximadamente toman sus clases en la Sede de Chía actualmente?, ¿De qué carreras?

_____

_____

7. ¿De los estudiantes que ingresan semestralmente a la Universidad, cuantos de ellos toman sus clases en la Sede?

_____

8. ¿A futuro cuántos de ellos se planeará que serán ubicados en la sede? _____

Nombre de encuestador: Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
X semestre

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

9. ¿Desde que se construyó la Sede de Chía de la Universidad El Bosque, se tienen registros de los estudiantes que ingresan a esta sede a recibir sus clases hasta la actualidad?

Si__ No__ Cuántos _____

10. ¿Qué clase de normatividad aplica a la sede de Chía?, para el cumplimiento de vertimientos de aguas residuales, manejo de residuos sólidos, entre otras.

_____

_____

11. ¿Qué tipo de programas relacionados en cuanto al aspecto ambiental tienen desarrollado o quieren desarrollar para el manejo de las aguas vertidas y los residuos sólidos?, (ciclo cerrado u otro tipo de planes).

_____

_____

12. ¿Cuentan con registros de los tipos y cantidades de vertimientos y **residuos orgánicos** e inorgánicos que son generados en la sede?

Si___ No____. Si los tiene ¿Desde cuándo se han registrado? _____

13. ¿Existe alguna caracterización de residuos que se haya hecho anteriormente en la Sede? (sectores donde se generan los residuos).

Si__ No__

_____

14. ¿La PTAR agrupa los desechos generados en toda la Sede? (no excluye alguna estructura).

Si__ No__

15. ¿Qué clase de tratamiento de agua residual se lleva a cabo en la PTAR, datos y tipos de residuos que entran, salen, volumen, otros?, ¿Que otro tipo de flujos de residuos son generados?

Marque con una x las que son generadas de lo contrario haga caso omiso a la opción.

Aceites__. Cantidad _____ Origen de generación_____
Residuos de unidades sanitarias ___. Cantidad _____Origen de generación_____
Residuos orgánicos __. Cantidad _____ Origen de generación _____
Residuos de poda y corte __. Cantidad _____ Origen de generación_____
Lodos de PTAR ___. Cantidad _____ Origen de generación _____
Vertimientos ___. Cantidad _____ Origen de generación _____

*Nota: Origen de generación se refiere a los diferentes escenarios o estructuras donde puedan ser generados los residuos (Ej.: baños, cocinas, jardines, etc.).

Nombre de encuestador: Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
X semestre

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

16. ¿En la PTAR cuentan con estudios, donde se hayan tomado muestras de laboratorio que permitan conocer los componentes y datos con relación a las aguas residuales tratadas y sin tratar?

Si__ No__. Si cuenta con el estudio de que año es _____

17. ¿Qué tipo de manejo se esta realizando a los residuos sólidos (lodos) generados en la planta de tratamiento?

_____

_____

18. ¿Qué tecnologías han sido establecidas para el tratamiento de los lodos y las aguas residuales para su debido aprovechamiento?

_____

_____

19. ¿Qué tipo de metas sugiere o tiene el Sistema de Gestión Ambiental de la Universidad, para ser una institución ambientalmente sostenible? (para la sede)

_____

_____

Agradezco la atención y argumentación de cada una de las preguntas hechas anteriormente, siendo estas de vital importancia para el desarrollo del proyecto en curso.

Mil gracias.

Atentamente:
Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
Universidad El Bosque
X Semestre

Figura 37. *Formatos segunda encuesta.*

Nombre de encuestador: Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
X semestre

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

Encuesta de recolección de información

La presente encuesta busca la recuperación de información pertinente que será utilizada como base de datos referentes para el desarrollo del proyecto "Análisis de escenarios de aprovechamiento potencial sobre flujos de residuos generados en la Sede de Chía – Cundinamarca, Universidad El Bosque", a fines de dar solución a una problemática, como también definir estrategias para mejorar los sistemas de producción de residuos y así mismo, dar un aprovechamiento a estos con el objetivo de establecer principios de economía circular.

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Cargo: _____

1. ¿Cuál es la disposición final de los lodos de PTAR que son generados?
   _____
2. ¿Cada cuanto son generados, recolectados y usados?
   Generación_____Recolección_____Uso_____
3. ¿En cuanto a la recolección o disposición de los lodos como son medidos?
   Canecas___ Carretillas___ Bolsas___ Otros ___ ¿Cuáles? _____

   Dado el caso: ¿Qué medidas tienen estos recipientes? (Valor estimado o real)
   _____
4. Con relación a los residuos generados por poda y corte de jardinería.
   ¿Cuál es la disposición final de estos?
   _____
5. ¿Cada cuanto son generados, recolectados y usados?
   Recolección_____ Generación _____ Uso_____
6. ¿Aproximadamente si se tuviera que dar un recipiente para estimar la cantidad de estos cual sería?
   Canecas___ Carretillas___ Bolsas___ Otros ___ ¿Cuáles? _____
7. ¿Qué medidas tienen estos recipientes?
   _____
8. ¿Qué tanta cantidad de las aguas que son tratadas por la PTAR son usadas para riego de jardines?
   _____
9. ¿Dando un aproximado que cantidad de agua es tratada por la PTAR mensual o anual?

Nombre de encuestador: Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
X semestre

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

_____

10. Podría adjuntar algún documento o contar una reseña histórica del comienzo o inauguración de la sede, teniendo en cuenta el año de apertura, el comienzo de estudiantes, instalaciones iniciales, servicios públicos con los que contaba, que se hacía previo a tener la PTAR, con cuantas unidades sanitarias contaba, entre otros.
    _____

Agradezco la atención y argumentación de cada una de las preguntas hechas anteriormente, siendo estas de vital importancia para el desarrollo del proyecto en curso.

Mil gracias.

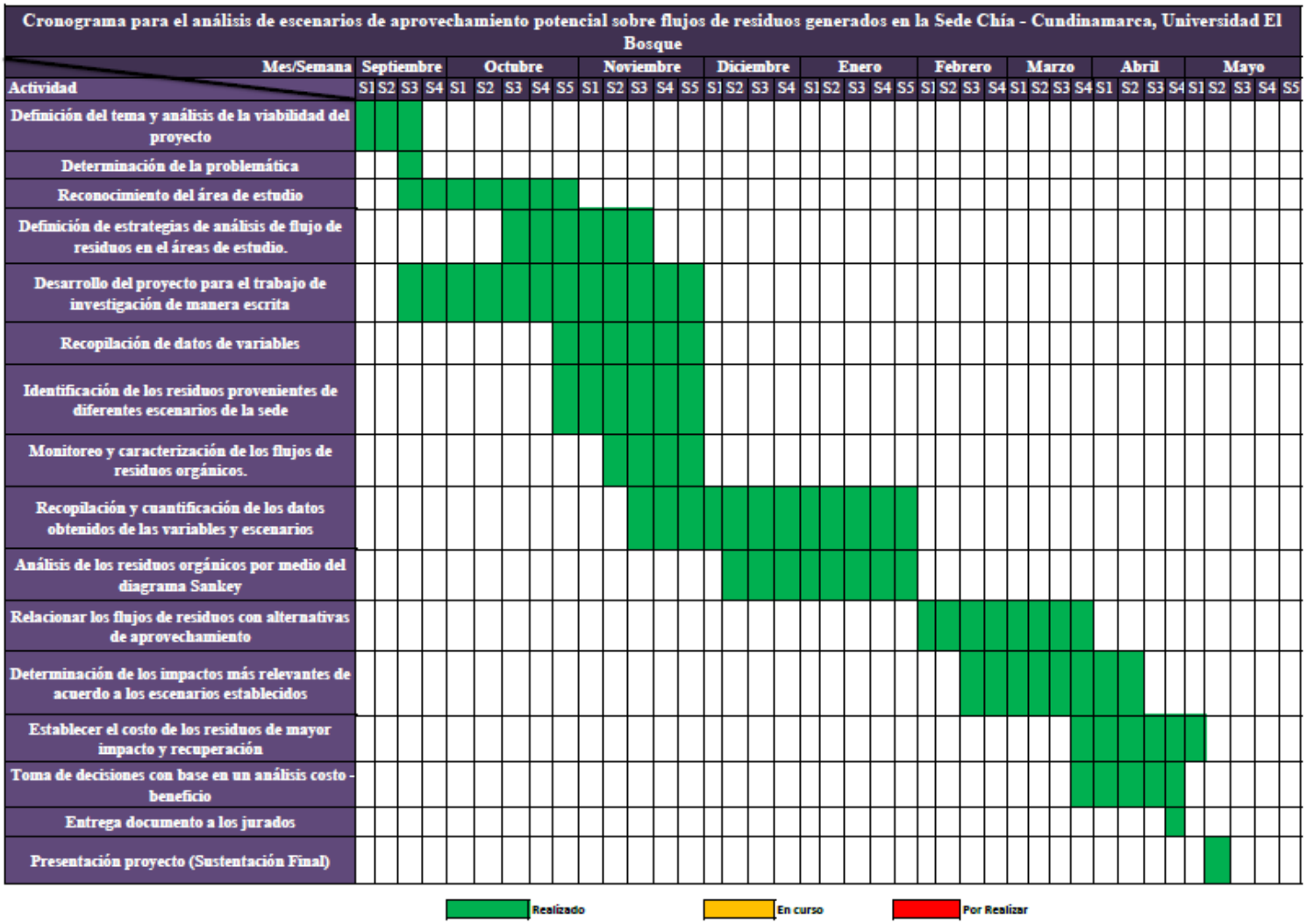
Atentamente:
Lina Mercedes Almanza Guzmán
Estudiante de Ingeniería Ambiental
Facultad de Ingeniería
Universidad El Bosque
X Semestre

17.6 **Anexo F.** Cronograma y presupuesto

Cronograma

A continuación, se muestra el cronograma de actividades correspondientes al proyecto de análisis de escenarios de aprovechamiento potencial sobre flujos de residuos generados en la sede de Chía – Cundinamarca, Universidad El Bosque, el cual será desarrollado y entregado aproximadamente en 9 meses desde la determinación de la problemática a solucionar.

Tabla 51. *Cronograma de actividades.*



Fuente: Autor (2018).

Presupuesto

El presupuesto que se muestra a continuación, hace referencia al valor apróximado que se estima al costo total del proyecto basado en diferentes rubros que se establecen en el desarrollo del mismo.

Tabla 52. *Presupuesto del proyecto.*

Rubros	Valor unidad	Cantidad	Total, **en pesos**
1. Personal			**460.000**
Talento Humano	420.000	1 mes	420.000
Trabajador Servicios Generales	40.000		40.000

2. Equipos			**84.000**
Computador	1.000	84 días	84.000
3.Materiales			**84.000**
Internet	1.000	84 días	84.000
Programa	200.000	1	200.000
4. Alimentación			**300.000**
Comidas	20.000/persona	15 días	300.000
5.Salidas de campo			**144.000**
Pasajes (Ida y regreso)	9.600/persona	15 días	144.000
6. Imprevistos			**100.000**
	Total		**1'172.000**

Fuente: Autor (2018).

17.7 **Anexo G.** Evidencias Fotográficas.

Figura 38. *Unidades Sanitarias y cafeterías de la Sede.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 39. *Puntos ecológicos y canecas convencionales de la Sede.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 40. *Cuarto de almacenamiento de residuos externo e interno.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 41. *Residuos totales en el cuarto de almacenamiento.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 42. *Proceso de caracterización de residuos, metodología Edith Alayón.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 43. *Residuos de Jardín recolectados y dispuestos.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 44. *Lodos Residuales de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 45. *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas de la Sede de Chía.*

Fuente: Autor (2019).

Figura 46. *Personal de mantenimiento de la Sede de Chía de la Universidad El Bosque.*

Fuente: Autor (2019).

17.8 **Anexo H.** Informe de Caracterización de Vertimientos de la Universidad El Bosque.

Figura 47. *Informe de Caracterización de Vertimientos.*

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

CARACTERIZACION
DE VERTIMIENTOS

CONOSER LTDA

Agosto de 2017

IT-3180680

CARACTERIZACIÓN DEL VERTIMIENTO
-PTAR Domestica-

1. ANTECEDENTES

La Universidad El Bosque, se encuentra localizada en el Km. 20 Autopista Norte, en Chía, Cundinamarca, y tiene como actividad prestar los servicios de campus universitario.

Con el fin de estudiar la calidad de sus vertimientos, la eficiencia de su sistema de tratamiento y el cumplimiento de la Norma Distrital de acuerdo con lo establecido en la Resolución 0631 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Aguas Residuales Domesticas a Cuerpos de Agua Con una Carga Menor o Igual a 625 Kg/día DBO5), se realizó la caracterización de estas aguas el día 18 de Agosto de 2017. En este documento se resumen los resultados.

2. SITIOS DE MUESTREO

Se realizó el muestreo de las aguas residuales en dos puntos identificados como:

- Entrada PTAR ARD (Ver Fotos 1 y 2). Las coordenadas del punto son: N: 04º50.740´, W: 074º01.948´ y elevación: 2560 m
- Salida PTAR ARD (Ver Fotos 3 y 4). Las coordenadas del punto son: N: 04º50.759´, W: 074º01.945´ y elevación: 2578 m.

Las aguas residuales son originadas por las actividades de los baños y la cafetería. Como sistema de pretratamiento de los efluentes se tienen trampa de grasas, homogenizador, sedimentador, tratamiento biológico, y desinfección, para luego ser reutilizada para riego de prados y jardines.

3. DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO

Las muestras fueron compuestas mediante la integración de alícuotas constantes de 200 mL para la entrada y proporcionales al caudal para la salida, tomadas cada treinta minutos. Los caudales de la salida se midieron por el método volumétrico, de acuerdo con el Protocolo de Toma y Preservación de Muestras CON-SGC-AP-M-16. No se aforo caudal para la entrada ya que las condiciones del punto no lo permitían.

La temperatura y el pH, se midieron cada treinta minutos, con un potenciómetro digital, calibrado diariamente con soluciones buffer de 4 y 7 unidades. Los sólidos sedimentables se midieron en cono Imhoff cada hora.

El muestreo fue realizado en una jornada de trabajo entre las 08:20 y las 16:20 horas para la Entrada PTAR ARD, y entre las 08:30 y las 16:30 horas para la Salida PTAR ARD del día 18 de Agosto de 2017.

Para el punto de la entrada, se tomaron tres muestras; una puntual en un frasco de vidrio boca ancha para los análisis de sustancias solubles en hexano aceites y grasas; dos integradas mediante la composición de alícuotas constantes, una para los análisis de DBO_5, y solidos suspendidos totales, y una última para el análisis de DQO.

Para el punto de la salida, se tomaron doce muestras; ocho puntuales, dos en frascos de vidrio boca ancha para los análisis de sustancias solubles en hexano aceites y grasa, e hidrocarburos, y seis en frascos esterilizados para los análisis bacteriológicos; cuatro integradas mediante la composición de alícuotas proporcionales al caudal, dos para los análisis de DBO_5, solidos suspendidos totales, detergentes (SAAM), ortofosfatos, nitratos, y nitritos, y dos últimas para los análisis de DQO, fosforo, nitrógeno amoniacal, y nitrógeno total.

Las muestras para los análisis de aceites y grasas, hidrocarburos, y bacteriológicos fueron tomadas en forma puntual y aleatoria a las 12:20 horas para el punto de la entrada, y a las 10:30 horas para el punto de la salida, mientras que las alícuotas para la integración de las muestras compuestas se tomaron cada treinta minutos.

El volumen mínimo de muestra compuesta proyectado para la realización de los análisis fue de 6,0 litros.

Las muestras fueron debidamente tomadas y preservadas de acuerdo con la siguiente tabla.

Parámetro	Vol. de Muestra	Tipo de Muestra	Envase	Método Preservación
DBO_5, SST, Detergentes (SAAM), Ortofosfatos, Nitratos, Nitritos	1 litro	Compuesto	Vidrio Ámbar	Refrigeración
DQO, Fosforo, Nitrógeno Amoniacal, Nitrógeno Total	1 litro	Compuesto	Vidrio Ámbar	H_2SO_4, pH < 2 unidades
Aceites y Grasas, Hidrocarburos	2 litros	Puntual	Vidrio Boca Ancha	H_2SO_4, pH < 2 unidades
Coliformes Totales, Coliformes Fecales	0,6 litros	Puntual	Plástico Esterilizado	Refrigeración
pH, Temperatura	100 mL	Puntual, Cada 30 Min	N.A.	Medición Campo
S. Sedimentables	1 litro	Puntual, Cada hora	Cono Imhoff	Medición Campo

Posteriormente fueron transportadas hacia el laboratorio de Conoser Ltda., el tiempo de transporte fue de cuarenta minutos. A su arribo, se sembró la correspondiente a la DBO_5, se realizó la medición de los sólidos suspendidos totales, detergentes (SAAM), la demanda química de oxígeno, y se verifico la preservación de las muestras solubles en hexano aceites y grasas, hidrocarburos, ortofosfatos, nitratos, nitritos, fosforo, nitrógeno amoniacal, nitrógeno total, y bacteriológicos.

4. TECNICAS ANALITICAS

Las técnicas analíticas utilizadas fueron las aprobadas por el IDEAM y por el Método Estándar para Análisis de Aguas y Aguas Residuales de la AWWA, APHA y WEF, Ed. 22 según se muestra a continuación:

Parámetro	Método	Código	L. Detección	% Incert
Aceites y Grasas	Gravimetrico Extraccion Soxhlet	5520 D	5 mg/L	7,40
Coliformes Fecales*	Sustrato Definido	SM 9223 B	1,0 NMP/100 mL	*
Coliformes Totales*	Sustrato Definido	SM 9223 B	1,0 NMP/100 mL	*
DBO_5	Incubacion 5 dias / Electrometrico	5210 B / 4500 G	3 mg/L	9,20
DQO	Refujo cerrado	5220 C	50 mg/L	5,50
Detergentes (SAAM)	Extracción	5540 C	0,4 mg/L	8,30
Fosforo*	Cloruro Estañoso	4500 B-D	0,05 mg/L	*
Ortofosfatos*	Colorimétrico	SM 4500 P D	0,05 mg/L	*
Nitratos*	Salicilato de Sodio	4500 E	0,3 mg/L	*

Parámetro	Método	Código	L. Detección	% Incert
Nitritos*	Colorimétrico	4500 B	0,003 mg/L	*
Nitrógeno Amoniacal*	Destilación - Volumetrico	4500 B-C	0,5 mg/L	*
Nitrógeno Total*	Macro - Kjeldahl	4500 B	0,5 mg/L	*
pH	Potenciometrico	4500 B	NA	0,61
Solidos Sedimentables	Cono Imhoff	2540 F	0,5 ml/Lh	8,90
Solidos Suspendidos Totales	Gravimétrico	2540 D	5 mg/L	5,00
Temperatura	Potenciometrico	2550 B	NA	N.A

5. RESULTADOS

Los resultados de los análisis de campo y laboratorio se presentan en las Tablas 1 y 2. En la Tabla 1, se comparan con los limites establecidos en Resolución 0631 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Aguas Residuales Domesticas a Cuerpos de Agua Con una Carga Menor o Igual a 625 Kg/día DBO5),y en la Tabla 2, se observan las remociones del sistema.

5.1 Entrada PTAR ARD

La variación de los análisis de campo respecto al tiempo se muestra en las Figuras 1 y 2 y en el Anexo 1, formato SGC-AP-LRL-16.

El pH se encontró entre 8,05 y 9,38 unidades, la temperatura se encontró entre 18,1 y 21,8ºC. Los sólidos sedimentables se encontraron entre 30 y 60 mL/L hr.

5.2 Salida PTAR ARD

La variación de los resultados de los análisis de campo respecto al tiempo se muestra en las Figuras 3 a 5, y en el Anexo 1, formato SGC-AP-LRL-16.

5.2.1 pH

Los cambios de pH del efluente se muestran en la Figura 3. El pH varió entre 6,24 y 7,81 unidades.

5.2.2 Temperatura

Las variaciones de la temperatura del efluente se muestran en la Figura 4. La temperatura de la descarga varió entre a 18,1 y 21,8 ºC.

5.2.3 Caudal

Las variaciones del caudal se muestran en la Figura 5. El caudal se encontró entre 0,0485 y 0,462 L/s.

5.2.4 Materia Orgánica

La concentración de materia orgánica para la salida fue de 34 mg/L en términos de DBO_5, y de 106 mg/L en términos de DQO.

5.2.5 Sólidos Suspendidos Totales

La concentración de sólidos suspendidos totales fue de 36 mg/L en la salida.

5.2.6 Sólidos Sedimentables

Los valores de sólidos sedimentables en la descarga final, se encontraron siempre en 0,5 mL/L-h.

6. REMOCIONES

Las remociones del sistema de tratamiento se presentan en la Tabla 2. Para su cálculo se asume que los caudales de entrada son iguales a los de la salida ya que no hay acumulación de agua en el sistema. Las remociones globales se encontraron entre 82% y 93%.

7. CONCLUSIONES

El vertimiento de la Salida PTAR ARD, de la Universidad El Bosque, cumpliría con los limites establecidos en la Resolución 0631 del 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Aguas Residuales Domesticas a Cuerpos de Agua Con una Carga Menor o Igual a 625 Kg/día DBO5), en lo referente a materia orgánica (DBO_5,DQO), pH, solidos sedimentables, solidos suspendidos totales, y temperatura, e incumpliría en aceites y grasas.

CONSULTORIA Y SERVICIOS AMBIENTALES
CONOSER Ltda.
UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Página 9 de 10

PARAMETRO	Muestra No. 51863 / 51868 Salida PTAR Domestica	Resolución 0631/15 MADS - Aguas Residuales Domesticas a Cuerpos de Agua Con una Carga Menor o Igual a 625 Kg/día DBO5	Cumplimiento
Aceites y Grasas (mg/L)	85	20 Máx.	No
Coliformes Fecales (NMP / 100mL)	< 1,0	–	–
Coliformes Totales (NMP / 100mL)	< 1,0	–	–
DBO_5 (mg/L)	34	90 Máx	Si
DQO (mg/L)	106	180 Máx	Si
Fosforo (mg/L)	2,99	Analisis y Reporte	–
Hidrocarburos (mg/L)	< 0,9	Analisis y Reporte	–
Nitratos (mg/L)	14,0	Analisis y Reporte	–
Nitritos (mg/L)	0,862	Analisis y Reporte	–
Nitrogeno Amo. (mg/L)	74,2	Analisis y Reporte	–
Nitrogeno Total (mg/L)	101,0	Analisis y Reporte	–
Ortofosfatos (mg/L)	0,54	Analisis y Reporte	–
pH (Unidades)	6,24 - 7,81	6 a 9	Si
SAAM (mg/L)	0,45	Analisis y Reporte	–
SS (mL/L-h)	0,5	5,0 Máx	Si
SST (mg/L)	36	90 Máx	Si
Temperatura (°C)	18,1 - 21,8	40 Máx	Si
UNIVERSIDAD EL BOSQUE	TABLA 1 COMPARACIÓN CON NORMAS (Agosto 18 de 2017)	CONOSER LTDA	

Consultoría y Servicios Ambientales - Conoser Ltda.
Carrera 27B No 70 – 10 Barrio los Alcázares. PBX: 2312699
E – Mail: conoser@hotmail.com

CONSULTORIA Y SERVICIOS AMBIENTALES
CONOSER Ltda.
UNIVERSIDAD EL BOSQUE
Página 10 de 10

PARAMETRO	Muestra No. 51864 Entrada PTAR Domestica	Muestra No. 51868 Salida PTAR Domestica	Remociones (%)
Aceites y Grasas (mg/L)	474	86	82
DBO_5 (mg/L)	380	34	91
DQO (mg/L)	970	106	89
pH (Unidades)	8,05 - 9,38	6,24 - 7,81	–
SS (mL/L-h)	30,0 - 60,0	0,5	–
SST (mg/L)	483	36	93
Temperatura (°C)	18,1 - 21,8	18,1 - 21,8	–
UNIVERSIDAD EL BOSQUE	TABLA 2 REMOCIONES (Agosto 18 de 2017)	CONOSER LTDA	

<Fin de texto>
R: SS

Consultoría y Servicios Ambientales - Conoser Ltda.
Carrera 27B No 70 – 10 Barrio los Alcázares. PBX: 2312699
E – Mail: conoser@hotmail.com

Fuente: Unidad de Gestión Ambiental – Universidad El Bosque (2018).

18 Glosario

Contaminante: es toda materia o sustancia, sus combinaciones o compuestos, los derivados químicos o biológicos, así como toda forma de energía, radiaciones ionizantes, vibraciones o ruido, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, aguas, suelo, flora, fauna o cualquier elemento ambiental, alteren o modifiquen su composición, o afecten la salud humana (Henao, 2008).

Emisión: sustancia en cualquier estado físico liberada de forma directa o indirecta al aire, agua, suelo o subsuelo (Henao, 2008).

Fracción Orgánica de Residuos: parte de los residuos constituida por desperdicios de origen doméstico, como por ejemplo verduras, frutas, carnes, pescados, harinas o derivados, etc., susceptible de degradarse biológicamente, y también por los residuos de jardinería y poda. Se designa así, por extensión, a todo el contenido del contenedor especializado destinado a la recogida segregada de materia orgánica o contenedor marrón (Henao, 2008).

Material recuperable: todo aquel material que puede utilizarse como materia prima y devolverse al flujo de materiales y cuyo procesamiento puede ser económicamente viable.

Materias primas: sustancias que permanecen en su estado natural u original, antes de ser sometida a un procesamiento o proceso de fabricación. Materiales primarios de un proceso de fabricación.

Minimización: el conjunto de medidas tendientes a evitar la generación de los residuos sólidos y aprovechar, tanto sea posible, el valor de aquellos cuya generación no sea posible evitar.

Orgánico: perteneciente o derivado de los organismos vivos. Que pertenece a los compuestos químicos que contienen carbono (Henao, 2008).

Proceso Productivo: conjunto de actividades relacionadas con la extracción, beneficio, transformación, procesamiento y/o utilización de materiales para producir bienes y servicios.

Producción Limpia: proceso productivo en el cual se adoptan métodos, técnicas y prácticas, o incorporan mejoras, tendientes a incrementar la eficiencia ambiental de los mismos en términos de aprovechamiento de la energía e insumos y de prevención o reducción de la generación de residuos (Henao, 2008).

Recolección selectiva: recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor.

Recolección: la acción de recibir los residuos sólidos de sus generadores y trasladarlos a las instalaciones para su transferencia, tratamiento o disposición final (Henao, 2008).

Residuo: todo material en estado sólido, líquido o gaseoso ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la Naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar.

Residuos orgánicos: los residuos orgánicos son los residuos que pueden ser degradados, como los residuos de comida, restos de animales y restos del jardín. Son todos aquellos residuos que se descomponen gracias a la acción de los desintegradores (Henao, 2008).