

**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA COMO APOYO TÉCNICO – ADMINISTRATIVO EN
LA REALIZACIÓN DE DISEÑOS Y ESTUDIOS PREVIOS PARA LA
FABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE
TRATAMIENTO COMPACTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA TIPO
AEROBIO.**



PRESENTADO POR:
LEYDY VANESSA RUBIANO BORJA
CODIGO: 100412010951

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN

NOVIEMBRE DE 2020

**TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA PARA OBTENER EL TITULO
DE INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA COMO APOYO TÉCNICO – ADMINISTRATIVO EN
LA REALIZACIÓN DE DISEÑOS Y ESTUDIOS PREVIOS PARA LA
FABRICACIÓN, CONSTRUCCIÓN E INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE
TRATAMIENTO COMPACTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA TIPO
AEROBIO.**



**PRESENTADO POR:
LEYDY VANESSA RUBIANO BORJA
CODIGO: 100412010951**

**DIRECTOR:
INGENIERO ALBERTO JOSÉ CALDAS CONSTAIN**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
POPAYÁN
NOVIEMBRE2020**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Alberto José Caldas C.

DIRECTOR

[Signature]

JURADO

Popayán, noviembre 13 de 2020

DEDICADO A:

Mi madre que nunca se ha rendido, su ejemplo me enseñó el significado de
fortaleza y resistencia con todo el amor del mundo.

a mi abuela que fundió bases en mi vida e hizo de mi un ser con principios y
valores,

y a mi tía, que siempre me ha tendido sus manos cuando lo he necesitado.

Aquí esta, mi logro es su logro.

Infinitas gracias.

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	VIII
RESUMEN	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
JUSTIFICACIÓN	XVII
1. OBJETIVOS	1
OBJETIVO GENERAL.	1
OBJETIVOS ESPECIFICOS.	1
2. INFORMACIÓN GENERAL	2
2.1 EMPRESA RECEPTORA	2
2.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA	2
2.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA	3
2.4. DURACIÓN DE LA PASANTÍA	3
3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS	4
3.1 PROYECTO SAN CRISTOBAL RESIDENCIAL – Proyecto planteado en el anteproyecto	4
3.1.1 GENERALIDADES	4
3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA LABOR EJECUTADA COMO PASANTE:	5
3.2 PROYETO BOSQUES DE LA ALHAMBRA	5
3.2.1 GENERALIDADES	5
3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA LABOR EJECUTADA COMO PASANTE:	6
3.2.2.1 DISEÑO	8
3.2.2.2 FABRICACIÓN	13

3.2.2.3 INSTALACIÓN	17
3.2.2.4 FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO	20
3.2.2.5 MANUAL DE OPERACIÓN Y ENTREGA	24
3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL	25
3.3.1 GENERALIDADES	25
3.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA LABOR EJECUTADA COMO PASANTE	25
3.3.2.1 ESTUDIO DE MERCADO	25
3.3.2.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO.	26
3.3.2.3. DISEÑO	28
3.3.2.4 FABRICACIÓN	30
3.3.2.5 VENTAS	32
4. CONCLUSIONES	33
9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	35
10. ANEXOS	36

LISTA DE GRÁFICAS

<i>Ilustración 1 Ubicación Proyecto San Cristobal Residencial. Fuente: Google Earth</i>	4
<i>Ilustración 2 Ubicación proyecto Club residencial bosques de la Alhambra. Fuente: Google Earth</i>	6
<i>Ilustración 3. Foto extraída de la hoja de cálculo del proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de calculo Bosques de la Alhambra – Odonata</i>	11
<i>Ilustración 4. Ejemplo calculo correcto e incorrecto en la hoja de cálculo planta aeróbica Odonata</i>	12
<i>Ilustración 5 Dimensiones sedimentador primario, proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de cálculo PROYECTO Bosques de la Alhambra</i>	12
<i>Ilustración 6 Dimensiones Filtro percolador, proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de cálculo PROYECTO Bosques de la Alhambra</i>	13
<i>Ilustración 7 Dimensiones sedimentador secundario o clarificador, proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de cálculo PROYECTO Bosques de la Alhambra</i>	13
<i>Ilustración 8: Estructura metálica de soporte para sedimentador. Fuente: Propia</i>	14
<i>Ilustración 9 Capa de amarre con la estructura metálica para sedimentador primario y filtro percolador. Fuente Propia</i>	15
<i>Ilustración 10 Tanques sellados interna y externamente. Colorante amarillo. Fuente: Propia.</i>	15
<i>Ilustración 11. Fabricación de tolva sedimentador primario y en paralelo las tapas de los tanques. Fuente: Propia</i>	16
<i>Ilustración 12. Tanque filtro percolador con la tubería interna instalada. Fuente: Propia</i>	16
<i>Ilustración 13. Sedimentadores primario y secundario completos para la instalación en campo. Fuente: Propia</i>	17
<i>Ilustración 14 Extraído de los planos de planta y perfil proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Odonata</i>	18
<i>Ilustración 15. A) Instalación de los tanques trampa de grasa, sedimentador primario, filtro percolador y clarificador. B) y C) Se instala la tubería sanitaria correspondiente. Fuente: Propia</i>	19
<i>Ilustración 16. Instalación del filtro percolador. A) Ingreso de rosetones plásticos al filtro percolador. B) Flautas en PVC del filtro percolador. Fuente: Propia</i>	19
<i>Ilustración 17. Sistema de tratamiento Bosques de Alhambra instalado. Fuente: Propia</i>	20
<i>Ilustración 18 a) Entrada al sistema tubería 10". b) válvulas de manejo para trampa de grasas, desarenador y salida a la primera estación de bombeo. Fuente: Propia</i>	21
<i>Ilustración 19 Lecho de secado. Fuente: Propia</i>	21
<i>Ilustración 20 a) Desde la estación de bombeo se conduce el agua al sedimentador primario. b) Sedimentador primario. Fuente: Propia</i>	22

<i>Ilustración 21 a) Filtro percolador b) Tubería superior, paso de agua desde el tanque sedimentador primario a filtro percolador Fuente: Propia</i>	22
<i>Ilustración 22 a) Vista de trayecto del fluido desde el filtro percolador hacia la estación de bombeo 2 para continuar al clarificador. b) Estación de bombeo 2. Fuente: Propia</i>	23
<i>Ilustración 23 A) Clarificador o sedimentador secundario. B) Evidencia del trayecto del agua proveniente del filtro percolador hacia estación de bombeo 2 continuando al clarificador. Fuente: Propia</i>	23
<i>Ilustración 24. Cuadro comparativo de empresas fabricantes de sistemas integrados individuales. Fuente: Propia</i>	26
<i>Ilustración 25- Cuadro comparativo en capacidad. Fuente: Propia</i>	27
<i>Ilustración 26. Cuadro comparativo en material. Fuente: Propia</i>	27
<i>Ilustración 27 Cuadro comparativo en precio. Fuente: Propia</i>	28
<i>Ilustración 28 Conclusión estudio de mercado para PTAR individual. Fuente propia</i>	28
<i>Ilustración 29 Resumen cálculos tanque séptico integrado fabricado. Fuente: Memoria de calculo sistema integrado individual Odonata</i>	30
<i>Ilustración 30. Base del sistema, lamina de amarre en la estructura metálica. Fuente Propia</i>	30
<i>Ilustración 31. Compartimientos internos Sistema individual. Fuente: Propia.</i>	31
<i>Ilustración 32. Sistema individual, acabados. Fuente: Propia</i>	31
<i>Ilustración 33. Sistema séptico individual Odonata en las instalaciones de un cliente listo para conectarse. Fuente Propia</i>	32

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1 Aspectos generales de diseño</i>	7
---	---

GLOSARIO

AGUAS RESIDUALES: agua residual de origen doméstico, comercial e institución que contiene desechos humanos.

AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS, (ARD). Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a: descargas de los retretes y servicios sanitarios; descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (No se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

ALCANTARILLADO NO CONVENCIONAL: alcantarillados alternativos al alcantarillado convencional de aguas residuales, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento

AMBIENTE AEROBIO: proceso que requiere o no es destruido por la presencia de oxígeno.

AMBIENTE ANAERÓBICO: proceso desarrollado en ausencia de oxígeno molecular.

AUTORIDAD AMBIENTAL: para efectos del presente documento, se consideran como autoridades ambientales competentes, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, las Corporaciones Autónomas Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible, los municipios, distritos o áreas metropolitanas cuya población urbana fuere igual o superior a un millón de habitantes (1.000.000) y las Autoridades Ambientales Distritales a que se refiere la Ley 768 de 2002 o aquella que la modifique, adicione o sustituya.

CÁMARA O COMPARTIMIENTOS: compartimiento con paredes, empleado para un propósito específico.

CARGA ORGÁNICA: producto de la concentración media de DBO por el caudal medio determinado en el mismo sitio; se expresa en kilogramos por día (Kg/d).

CARGA SUPERFICIAL: caudal o masa de un parámetro por unidad de área y por unidad de tiempo, que se emplea para dimensionar un proceso de tratamiento ($m^3/(m^2 \text{ día})$, Kg DBO/ (día).

CAUDAL MÁXIMO HORARIO: caudal a la hora de máxima carga.

CAUDAL MEDIO: caudal medio anual.

COLOIDE: mezcla compuesta por partículas en fase fluida y sólida de tamaño inferior a una micra.

CONCENTRACIÓN: denominase concentración de una sustancia, elemento o compuesto en un líquido, la relación existente entre su peso y el volumen del líquido que lo contiene.

COTA BATEA: nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

COTA CLAVE: nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

CRITERIOS DE DISEÑO: normas o guías de ingeniería que especifican objetivos, resultados o límite que deben cumplirse en el diseño de un proceso, estructura o componente de un sistema.

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO) O DEMANDA DE OXÍGENO: cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonacea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

DESARENADORES: cámara diseñada para permitir la separación gravitacional de sólidos minerales (arena).

DESECHOS PELIGROSOS: desechos potencialmente dañinos para el ambiente, debido su toxicidad, alta capacidad de combustión, corrosividad, reactividad química u otra propiedad nociva.

DISPOSICIÓN FINAL: disposición del efluente de una planta de tratamiento o de los lodos tratados.

EFICIENCIA DE TRATAMIENTO: relación entre la masa o concentración removida y la masa de concentración en el efluente, para un proceso o planta de tratamiento un parámetro específico; normalmente se expresa en porcentaje.

ESTACIÓN DE BOMBEO: componente destinado a aumentar la presión del agua con el objeto de transportarla a estructuras más elevadas.

FILTRO ANAEROBIO Consiste en una columna llenada con varios tipos de medios sólidos usados para el tratamiento de la materia orgánica carbonacea en aguas residuales

FILTRO ANAERÓBICO DE FLUJO ASCENDENTE (FAFA): los filtros anaeróbicos de flujo ascendente (FAFA), son tanques enterrados que pueden construirse como una cámara anexa al final del pozo séptico; también, puede construirse como una cámara independiente. Igualmente, en los sistemas prefabricados podrán venir integrado al pozo séptico o adquirirse como un tanque independiente que se conecta al efluente del pozo séptico.

FILTRO PERCOLADOR: tanque que contiene un lecho de material grueso, compuesto en la gran mayoría de los casos de materiales sintéticos o piedras de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual se aplican las aguas residuales por medio de brazos distribuidores fijos o móviles. Este es un sistema de tratamiento aerobio.

LECHOS DE SECADO: dispositivos que eliminan una cantidad de agua suficiente de todos para que puedan ser manejados como material sólido.

MATERIA ORGÁNICA: es la fracción más relevante de los elementos contaminantes en las aguas residuales domésticas y municipales debido a que es la causante del agotamiento de oxígeno de los cuerpos de agua. Está formada principalmente por CHONS (Carbono, Hidrógeno, Oxígeno, Nitrógeno y Azufre) constituyendo las proteínas (restos de origen animal y vegetal), los carbohidratos (restos de origen vegetal), los aceites y grasas (residuos de cocina e industria) y los surfactantes (detergentes).

NITRÓGENO: es el componente principal de las proteínas y es un nutriente esencial para las algas y bacterias que intervienen en la depuración del agua residual. Puede presentarse en forma de nitrógeno orgánico (presente en las proteínas), nitrógeno amoniacal² (producto de la descomposición del nitrógeno orgánico)³ y formas oxidadas como nitritos y nitratos. Valores excesivamente altos de nitrógeno amoniacal (>1500 mg/L) se consideran inhibitorios para los microorganismos responsables del TAR.

OXÍGENO DISUELTTO: Es un parámetro fundamental en los ecosistemas acuáticos y su valor debería estar por encima de los 4 mg/L para asegurar la sobrevivencia de la mayor parte de los organismos superiores. Se usa como indicador de la contaminación o, por decirlo así, de la salud de los cuerpos hídricos. Para el correcto funcionamiento de los tratamientos aerobios de las aguas residuales, es necesario asegurar una concentración mínima de 1 mg/L.

PERÍODO DE DISEÑO: tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de ésta, en el cual su(s) capacidad(es) permite(n) atender la demanda proyectada para este tiempo.

POBLACIÓN EQUIVALENTE: población estimada al relacionar la carga total o volumen total de un parámetro en un efluente (DBO, sólidos en suspensión, caudal) con el correspondiente aporte per cápita (kgDBO/hab/fia), L/hab/dia.

SÓLIDOS: la materia orgánica se presenta, a menudo, en forma de sólidos. Estos sólidos pueden ser suspendidos (SS), disueltos (SD), los que también pueden ser volátiles (SV), los cuales se presumen orgánicos, o fijos (SF) que suelen ser inorgánicos. Parte de los sólidos suspendidos pueden ser también sedimentables (SSed).

TANQUE SÉPTICO: sistema individual de disposición de aguas residuales para una vivienda o conjunto de viviendas; combina la sedimentación y la digestión. Los sólidos sedimentados acumulados se remueven periódicamente y se descargar normalmente en una instalación de tratamiento.

TECNOLOGÍAS AVANZADAS EN TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: proceso de tratamiento físico-químico o biológico usado para alcanzar un grado de tratamiento superior al de tratamiento secundario. Puede implicar la remoción de varios parámetros, como remoción de sólidos en suspensión, complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos o nutrientes.

TRAMPA DE GRASAS: son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua es aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según el tipo de materia flotante que vaya a removerse. el diseño debe realizarse de acuerdo con las características propias y el caudal del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo expresada en Kg. de grasa debe ser de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño (caudal máximo horario) expresado en litros por minuto. El tanque debe tener 0.25m² de área por cada litro por según, una relación ancha/longitud de 1:4 hasta 1:18 y una velocidad ascendente mínima de 4mm/s. Es indispensable este tratamiento preliminar, para garantizar el correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

TRATAMIENTO PRIMARIO. Tratamiento en el que se remueve una porción de los sólidos suspendidos y de la materia orgánica del agua residual. Esta remoción

normalmente es realizada por operaciones físicas como la sedimentación. El efluente del tratamiento primario usualmente contiene alto contenido de materia orgánica y una relativamente alta DBO.

TRATAMIENTO SECUNDARIO. Es aquel directamente encargado de la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos.

TRATAMIENTO TERCIARIO. Remoción de sólidos suspendidos residuales (después del tratamiento secundario), usualmente por un medio de filtración granular o microfiltración. Se incluye la desinfección. Eliminación de compuestos orgánicos biodegradables, sólidos suspendidos y nutrientes (nitrógeno, fósforo) y remoción de materiales remanentes disueltos y en suspensión después de un tratamiento biológico, cuando sea necesario para la reutilización de agua.

RESUMEN

La pasantía consiste en trabajo de apoyo tanto técnico como administrativo en la implementación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, el cual se realiza como solución in situ, para dar descarga, tratamiento y disposición final de los vertimientos provenientes del proyecto BOSQUES DE LA ALHAMBRA, con el objetivo primordial de proteger el recurso agua y suelo, así como la dinámica ecosistémica de los mismos. La formulación del proyecto de tratamiento de aguas residuales, parte de la información suministrada por el propietario del proyecto CONSTRUCTORA ARINSA. y los estudios previos que avalan la ejecución del mismo, como persona jurídica encargada de la ejecución del mismo, obtenida de los planos urbanísticos del terreno, su ubicación respecto a la fuente de agua superficial más cercana y estudios de suelos, como matrices de consideración, que permitirán establecer los estudios necesarios para proteger mediante la gestión integral de los residuos líquidos provenientes del proyecto urbanístico, los recursos naturales que hacen parte de la dinámica ecosistémica del sector.

Como objetivo paralelo al anterior, se brinda acompañamiento técnico en el diseño y fabricación de un sistema integrado de tratamiento de agua residual doméstica de 2000L, proyectando la viabilidad económica de la implementación de esta línea.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la Resolución FIC-820 de 2014 (reglamento de trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil), mediante la cual se establece la modalidad de pasantía como práctica profesional para optar por el título profesional de Ingeniera Civil en la Universidad del Cauca, se realizó una participación activa como auxiliar de Ingeniería brindando apoyo técnico – administrativo en la realización de diseños y estudios previos para la fabricación, construcción e instalación de sistema de tratamiento compacto de agua residual domestica tipo aerobio, que consistió en el seguimiento del proceso pretendiendo complementar los objetivos actuales de ODONATA, que en este momento tiene como proyectos la fabricación e instalación de un sistema de tratamiento de agua residual doméstica, en el proyecto denominado Bosques de la Alhambra (169 viviendas), ubicado en el sector de la lulera sobre la variante norte Vía Popayán; así como el acompañamiento en la implementación de una línea de producción de sistemas de tratamiento de agua residual con capacidad para una unidad familiar con capacidad para 2000 litros.

En este documento se presenta información inicial del proyecto y de las actividades realizadas durante el periodo de la pasantía, basadas en los objetivos planteados en el anteproyecto, labores requeridas por la empresa contratista.

Odonata me brindó la oportunidad de participar como apoyo técnico – administrativo en la empresa del cual obtuve un gran aprendizaje en ámbitos técnicos y sociales, que contribuyeron a la primer formación profesional y personal.

Es de mencionar que esta pasantía tiene como finalidad académica afianzar y adquirir conocimientos a partir de la praxis profesional, generar un proceso de adaptación al medio ingenieril y abrir procesos de experticia en el manejo de personal. Como futura egresada en el programa de ingeniería civil de la Universidad del Cauca, ha sido de gran importancia complementar las enseñanzas obtenidas en las aulas y laboratorios de la institución, con la participación en procesos de trabajo,

que contemplan el involucrarse en ámbitos constructivos y administrativos en la ejecución de dicho proyecto

JUSTIFICACIÓN

En la formación del ingeniero civil se debe tener cuenta que además de la sólida base teórica adquirida durante la etapa académica, es también importante la práctica, el ejercicio serio y responsable de la actividad profesional, dado que permite comprobar nuestros criterios.

El objetivo del ingeniero civil es modificar el entorno de manera favorable para suplir necesidades esenciales en términos de infraestructura; es por ello que cualquier rama seleccionada dentro de esta área, debe ser ejercida en un contexto social, cultural y económico.

La Universidad del Cauca por medio del artículo tercero del acuerdo número 27 de 2012 reglamenta la pasantía como modalidad de trabajo de grado para optar por el título de profesional; en esta modalidad se desarrollaran actividades prácticas y teóricas que contribuirán en la formación del ámbito profesional lo que se expondrá en la supervisión técnica de la construcción del puente vehicular sobre el rio cauca, en razón al aporte y la importancia de la obra en la movilidad futura para el municipio de Popayán.

Al finalizar el desarrollo de la pasantía se logrará contar con una mayor capacidad para planear, dirigir, organizar y controlar cada uno de los procesos constructivos que constituyen una obra.

1. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Brindar apoyo técnico – administrativo en la realización de diseños y estudios previos para la fabricación, construcción e instalación de sistemas de tratamiento compacto de agua residual doméstica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Brindar acompañamiento técnico en el diseño y la fabricación de un sistema de tratamiento aeróbico de agua residual doméstica, para proyecto urbanístico denominado Bosques de la Alhambra.
2. Brindar acompañamiento técnico en el diseño y la fabricación de un sistema integrado de tratamiento de agua residual doméstica de 2000L
3. Supervisar y coordinar el proceso de instalación del sistema de tratamiento aeróbico de agua residual domestica para proyecto Bosques de la Alhambra.
4. Proyectar la viabilidad económica de la implementación de la línea de sistemas integrados de tratamiento de agua residual domestica de 2000L
5. Elaborar un Informe enfocado en el cumplimiento de las labores desempeñadas como pasante de ingeniería civil.
6. Brindar informes y documentos derivados de la actividad de pasantía a la empresa según sean requeridos.

2. INFORMACIÓN GENERAL

2.1 EMPRESA RECEPTORA

Nombre: Fundación para el desarrollo ambiental, social y cultural – Odonata.



NIT.: 900.542.813-1

Dirección: Carrera 6 # 44N-46 – Oficina 1

Km 1. Vía Timbio – Fabrica

Teléfono: 301 629 00 57

Correo: fundacionodonata@hotmail.com

Tipo de sociedad: ESAL

Actividad principal: Diseño, fabricación e instalación de sistemas compactos de tratamiento de agua potable y agua residual.

Representante legal: Rodrigo Alberto Álvarez Agudelo

2.2. TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

Ingeniero José Alberto Caldas Constain

2.3. TUTOR POR PARTE DE LA ENTIDAD RECEPTORA

Gerente y representante legal de la empresa ingeniero Rodrigo Alberto Álvarez Agudelo

2.4. DURACIÓN DE LA PASANTÍA

De acuerdo a lo establecido en las directrices de los reglamentos académicos universitarios, la práctica profesional tendrá una duración no menor a tres (3) meses. La modalidad adoptada con la que se desarrolló el trabajo de grado tuvo una duración de 576 horas, iniciándose en el mes de 23 de octubre y terminando el 31 de marzo del año 2020 con jornadas de 5 horas diarias los días lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábados; el tiempo se contó por el estudiante y es aprobado por el Ingeniero a cargo de la supervisión de la pasantía.

3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROYECTOS

3.1 PROYECTO SAN CRISTOBAL RESIDENCIAL – Proyecto planteado en el anteproyecto

3.1.1 GENERALIDADES

Propietario: FRANKI URIEL RIOS HERRERA

NIT: 4.616.356 de Popayán.

Descripción: Lote de terreno, ubicado en el Municipio de Popayán, Departamento del Cauca.

Presencia de fuentes de agua: No hay presencia en el área de influencia.

No de Matricula: 120-189201, área: 41.34 m²

Teléfono comercial: 3185714619



Ilustración 1 Ubicación Proyecto San Cristobal Residencial. Fuente: Google Earth

El proyecto consta de 150 casas, con un sistema de alcantarillado tipo separado, lo que indica que la población de diseño corresponde a 750 habitantes, estimando

cinco (5) habitantes por vivienda sin posibilidad de ampliación posterior, además se considera que, durante el periodo de diseño, que según la RAS 2000 es de veinte (20) años, la población al interior del proyecto no crecerá, por ende, será permanente.

El nivel de complejidad del proyecto se clasifica como bajo, de acuerdo a la proyección de crecimiento poblacional, nivel de estratificación y poder económico.

3.1.2 DESCRIPCIÓN DE LA LABOR EJECUTADA COMO PASANTE:

No fue posible realizar los estudios y diseños de este proyecto, sin embargo, con el propósito de cumplir los objetivos planteados en el anteproyecto se elaboró un diseño alternativo para el proyecto denominado: BOSQUES DE ALAMBRA, el cual se describe a continuación.

3.2 PROYETO BOSQUES DE LA ALHAMBRA

3.2.1 GENERALIDADES

Propietario: ARINSA ARQUITECTOS E INGENIEROS SA

NIT: 817.002.218-1.

Gerente General y representante legal: Beatriz Eugenia Escobar García

Descripción: Construcción, transporte, instalación y puesta en funcionamiento de planta de tratamiento de aguas residuales, aeróbica, con capacidad de 1.1 LPS para el proyecto Bosques de la Alhambra.

Presencia de fuentes de agua: No hay presencia en el área de influencia.

Matrícula: 0000051512

Teléfono comercial: (2) 8234763 – 3176578520

Ubicación del proyecto: Popayán Cauca.



Ilustración 2 Ubicación proyecto Club residencial bosques de la Alhambra. Fuente: Google Earth

El proyecto consta de 3 etapas de viviendas en lotes de 63.25 m² y áreas construidas de 72.5 m². En total son 169 viviendas. Con un sistema de alcantarillado tipo separado, lo que indica que la población de diseño corresponde a 845 habitantes, estimando cinco (5) habitantes por vivienda sin posibilidad de ampliación posterior, además se considera que, durante el periodo de diseño, que según la RAS 2000 es de veinte (20) años, la población al interior del proyecto no crecerá, por ende, será permanente.

El nivel de complejidad del proyecto se clasifica como bajo, de acuerdo a la proyección de crecimiento poblacional, nivel de estratificación y poder económico.

3.2.2. DESCRIPCIÓN DE LA LABOR EJECUTADA COMO PASANTE:

El ingeniero supervisor entrega la información con respecto al proyecto BOSQUES DE ALHAMBRA de la constructora ARINSA, en reemplazo al proyecto SAN CRISTOBAL RESIDENCIAL, puesto que ambos proyectos estaban en gestión y se priorizó el proyecto aquí mencionado por tema financiero. El cambio no afecta el desarrollo de la pasantía, dado que se cumple con las mismas actividades planteadas en el anteproyecto, se trata de la implementación de una planta de tratamiento de agua residual tipo aeróbica con las mismas características.

Con la información, se realizó el apoyo a los estudios y diseños previos de la planta de tratamiento tipo aeróbica. Se reviso que estuviera la información solicitada para poder iniciar los diseños. Se relacionan los aspectos generales sugeridos por la resolución 0330 de 2017 en el titulo 2 capitulo 1, utilizando los datos arrojados por el urbanismo y el diseño hidráulico del proyecto.

ASPECTO				REFERENCIA	
Población de diseño	169 casas	5 habitantes por casa	Total: 845 personas	Constructora Arinsa Arquitectos e Ingenieros S.A	
Periodo de diseño	25 años			Resolución 0330 de 2017, Titulo 2, cap.1, art. 40	
Catastro de redes	Proyectado año 2020			Resolución 0330 de 2017, Titulo 2, cap.1, art. 42	
Dotación neta máxima	Ubicación: Popayán	Altura: 1760 msnm	Altura promedio: 1000-2000 msnm	Dotación neta máxima: 130 L/Hab.dia	Resolución 0330 de 2017, titulo 2, cap.1, art.43
Caudal de diseño (Qd)	1.1LPS			Constructora Arinsa Arquitectos e Ingenieros S.A	

Tabla 1 Aspectos generales de diseño

Con la información anterior se corroboró la viabilidad de la implementación de la planta de tratamiento, y se debe tener las memorias de cálculo para obtener el permiso de vertimientos suministrado por la autoridad ambiental del departamento, la Corporación Regional del Cauca CRC gestionado para la Constructora Arinsa para el proyecto bosques de Alhambra.

3.2.2.1 DISEÑO

El diseño hidráulico incluye todos los esquemas, cálculos y modelaciones necesarias para la definición de las obras, precisando parámetros tales como: diámetros, caudales, velocidades, especificaciones de materiales, y demás aspectos técnicos que permitan asegurar el desempeño adecuado de los sistemas. Los esquemas y caudales constituyen la memoria del cálculo que soporta las determinaciones de los elementos diseñados. (1) (Resolución 0330, 2017)

a) Consideraciones técnicas

Las memorias de cálculo de diseño de la planta de tratamiento de agua residual aeróbico se basan en las consideraciones técnicas donde se establece el caudal de diseño de aguas residuales domésticas, caudal calculado de forma presuntiva según los parámetros establecidos en la *el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS* resolución 0330 de 2017.

Se continuó con el cálculo de las cargas contaminantes, debido a la ausencia de vertimientos, se hizo necesario acudir a la declaración de vertimientos presuntiva, teniendo en cuenta que existen caracterizaciones típicas de aguas residuales las cuales son de gran ayuda como referencia de los parámetros de importancia a analizar y de su magnitud, teniendo en cuenta que cada agua residual es única en sus características y que en lo posible los parámetros de polución deben evaluarse en el laboratorio para cada agua residual específica.

En la siguiente tabla se resume las características de un agua residual doméstica típica (Rojas, 2016)

PARÁMETRO	MAGNITUD
DBO	200mg/L
DQO	400mg/L
Sólidos suspendidos totales	200mg/L
Sólidos suspendidos volátiles	150mg/L
Nitrógeno amoniacal	30mg/L-N
Ortofosfatos	10mg/L-P

Tabla 2: Características de un agua residual doméstica típica

Para el proyecto Bosques de Alhambra se tomaron los valores registrados en la tabla 2, asumiendo un valor por encima de los valores típicos, dado que estos son datos requeridos en el tratamiento principal de la planta. Para el tema de cargas contaminantes, se tiene en cuenta los parámetros DBO Y Sólidos suspendidos totales y se afecta por un valor de seguridad por lo anteriormente mencionado.

Se calculó la eficiencia de remoción esperada para dichas cargas, aplicando el tren de tratamiento que incluye el sistema de tratamiento de agua residual doméstica. Este paso se realiza teniendo como bibliografía el libro Tratamiento de aguas residuales, Teoría y principios de diseños del autor Julio A. Rojas de la editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

b) Trampa de grasas y sistema de cribado

El diseño de la trampa de grasas y sistema de cribado es esencial como tratamiento previo de la planta de tratamiento. En este proceso, se separa el material grueso, arena, grava y la grasa presente en el afluente a tratar.

Para la metodología de diseño se subdivide en desarenador, cribado y trampa de grasas, sin embargo, el tratamiento es integral, es decir, todo el proceso se lleva a cabo en un solo contenedor.

El diseño se basa en los parámetros generales como lo son la velocidad de decantación, tiempos de retenciones mínimos y máximos, diámetros mínimos y máximos, alturas máximas y volúmenes, establecidos en la sección 3 Tratamientos descentralizados, artículo 172 de la resolución 0330 de 2017 de RAS

c) Tratamiento primario

Mediante el sedimentador primario se realiza el tratamiento de aguas residuales antes del ingreso al filtro percolador, con lo cual se pretende la eliminación de sólidos orgánicos suspendidos y coloidales.

Para el diseño del sedimentador es fundamental tener en cuenta parámetros como: caudal de diseño, pendiente de fondo, sistema de barrelos, profundidad del tanque de tratamiento primario, carga superficial promedio y pico, tiempo de

retención hidráulica. Los valores mínimos y máximos que definen estas variables, se encuentran en la literatura Resolución 0330 Sección 3 artículo 189¹. Requisitos mínimos de diseño para sedimentadores primarios.

Los resultados se chequean y comparan con los parámetros de la RAS², los cuales definen la altura y diámetro del tanque de tratamiento primario.

d) Filtro percolador

El filtro percolador tiene como propósito degradar la materia orgánica por medio de microorganismos adheridos al material de alta superficie específica, la Fundación Odonata hace uso de rosetones plásticos. El sistema opera bajo condiciones aeróbicas, filtrando el agua que ingresa al sistema por gravedad.

Para el diseño del Filtro percolador se tienen en cuenta los siguientes parámetros: tipo de lecho, carga hidráulica, carga orgánica, relación de recirculación, muestras de filtro, desprendimientos, profundidad, remoción DBO en porcentaje y calidad del efluente, los cuales se encuentran en la Sección 4 - artículo 194 Requisitos mínimos de diseño para filtros percoladores de la Resolución 0330 de 2017 RAS

e) Clarificador

Uno de los procesos mas importantes dentro del tren de tratamiento del agua residual es el que se realiza dentro del clarificador o sedimentador secundario, puesto que permiten la remoción de los sólidos en suspensión y la sedimentación del lodo Su eficiencia depende de factores hidráulicos como el flujo del agua residual y tiempo de retención hidráulica, factores físicos externos entre los que encontramos la configuración interna del tanque, el área de superficie y su profundidad. Los parámetros de diseño son guiados por la literatura de la Resolución 0330 de 2017 en la Sección 4 - artículo 194 Requisitos mínimos de diseño para sedimentadores secundarios o clarificadores.

¹ (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)

² Ibid.

Los procesos anteriormente mencionados son calculados mediante una hoja de cálculo elaborada por ingenieros pertenecientes a Odonata. Como pasante, se logró transcribir la memoria de cálculo a formato Excel enlazando la hoja de cálculo estándar, apoyando y agilizando el proceso de diseño

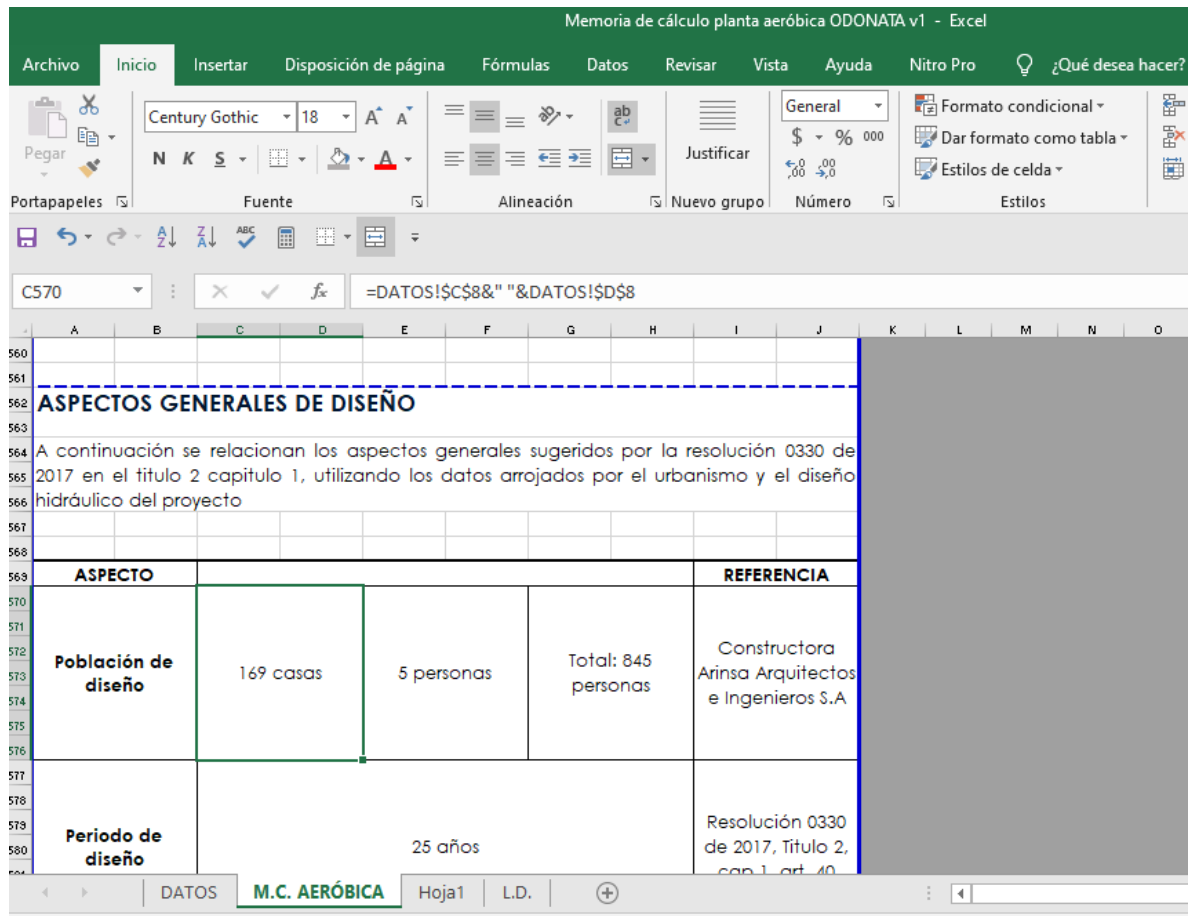


Ilustración 3. Foto extraída de la hoja de cálculo del proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de calculo Bosques de la Alhambra – Odonata

Como se indica en la ilustración 3, la parte teórica y la parte de cálculos fueron transcritos a Excel, a medida que se avance en el proceso, se encuentra todo formulado e indica si es correcto o incorrecto el cálculo, como el ejemplo que se indica en la ilustración 4.

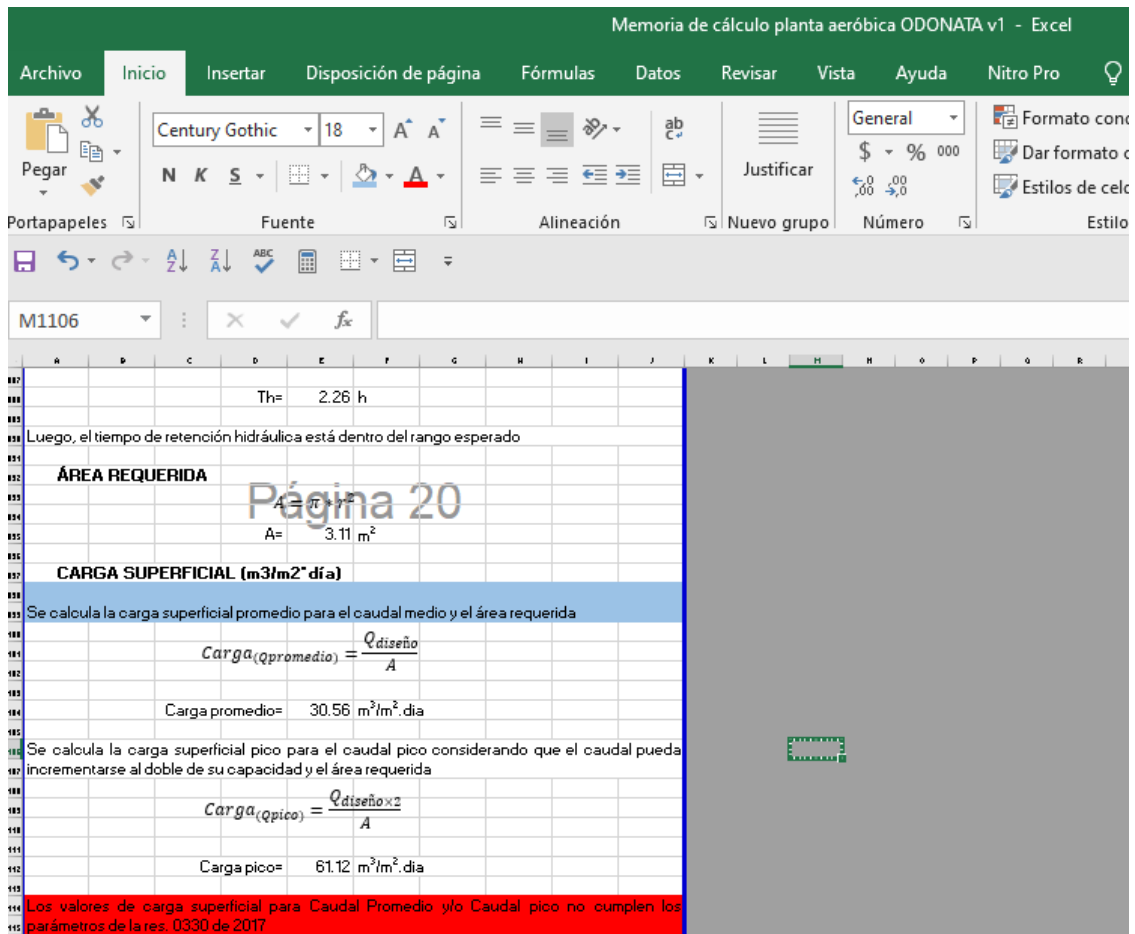


Ilustración 4. Ejemplo calculo correcto e incorrecto en la hoja de cálculo planta aeróbica Odonata

la memoria de cálculo ya dependiendo de la sección que se este diseñando, arroja un cuadro resumen el cual se dirige directamente a fabrica para iniciar el proceso de adquisición de materia prima y producción. A continuación, se indican los cuadros resumen para el proyecto Bosques de la Alhambra:

Caudal (lps)	Pendiente de fondo	Sistema de barrelodos	Área requerida (m2)	Diametro (m)	Profundidad (m)	Tiempo de retencion hidraulica (h)
1.1	45°	no aplica	3.1	1.99	3.41	2.2

Ilustración 5 Dimensiones sedimentador primario, proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de cálculo PROYECTO Bosques de la Alhambra

Medio	Remoción DBBO(%)	Carga hidraulica (m3/m2dia)	Profundidad (m)	Diametro (m)	Volúmen (m3)	Cantidad de rosetones (Und)
Sintetico	45	9.21	2.48	2.3	10.31	5728

Ilustración 6 Dimensiones Filtro percolador, proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de cálculo PROYECTO Bosques de la Alhambra

Pendiente de fondo	Sistema de barrelos	Profundidad (m)	Diámetro (m)	Tiempo de retención hidráulica (h)
45	No aplica	3.0	2.07	2.0

Ilustración 7 Dimensiones sedimentador secundario o clarificador, proyecto Bosques de la Alhambra. Fuente: Memoria de cálculo PROYECTO Bosques de la Alhambra

3.2.2.2 FABRICACIÓN

En las instalaciones de Odonata – Fabrica, una vez suministrada la memoria de cálculo, la información la recibe el encargado del proyecto en fabrica, el cual establece las cantidades de material necesario para el proyecto en gestión y pasa los resultados al área de compras, donde se debe chequear la cantidad de material con el que se dispone en el momento y solicitar al proveedor lo faltante. Para ello, como pasante se propuso un formato (Anexo 1), con el cual se pretende realizar control de inventario agilizando el tema de compras en fabrica, donde se controla fibra y resinado, estructura metálica y tubería y accesorios en PVC.

Una vez se cuente con el material necesario para el proyecto, se inicia producción. En fabrica existen 3 áreas demarcadas, 1) Fibra y resinado, 2) Estructura metálica y 3) Tubería y accesorios en PVC, cada una con sus respectivas funciones, obligaciones y tiempos

Como pasante, se realizó el acompañamiento y auditoria en fabrica, verificando los tiempos, la calidad de los materiales, los acabados y detalles que se presenten en el proceso. A continuación, se relata brevemente el proceso de producción:

1. Dimensionamiento, con las medidas suministradas, se organizan los metros de fibra de vidrio a utilizar, proceso en el cual se toman aproximadamente 2 horas
2. Molde: en el área de estructura metálica, se elabora el molde de soporte de la fibra según el tanque que se esté fabricando, mientras tanto, en el área de fibra y resinado se van formando las laminas principales de los tanques. En este paso, se requiere de al menos 3 días



Ilustración 8: Estructura metálica de soporte para sedimentador. Fuente: Propia

3. Una vez entregan la estructura metálica, en el área de fibra y resinado, inician las fundiciones de las capas principales interiores y exteriores. Para ello, primero se debe anclar la capa de amarre a la estructura metálica Después, según el tanque que se este fabricando, se inician las capas restantes, es este proceso en fabrica se requieren 5 días como mínimo.



Ilustración 9 Capa de amarre con la estructura metálica para sedimentador primario y filtro percolador. Fuente Propia

4. Cuando ya las capas estén listas, se procede a sellado y un buen acabado a los tanques. En el caso de algunos tanques se utilizó el colorante incluido como materia prima, pero con la experiencia, se concluyo que es mejor aplicar el color por aparte. En el caso del proyecto Bloques de la Alhambra, se utilizo el colorante color amarillo como prueba, sin embargo, como se mencionó anteriormente, en los próximos proyectos se opto por el color aplicado de ultimo, para esto se requiere de 1 día por tanque



Ilustración 10 Tanques sellados interna y externamente. Colorante amarillo. Fuente: Propia.

- De acuerdo al tanque que se este fabricando, se detalla el proceso. Si es un sedimentador, se inicia con la instalación de la tolva (3 días), si es un percolador todo el proceso interno (4 días), de igual manera funciona la trampa de grasas (2 días). En paralelo se fabrican las respectivas tapas, esto dado a que no se cuenta con mucho espacio en fabrica.



Ilustración 11. Fabricación de tolva sedimentador primario y en paralelo las tapas de los tanques. Fuente: Propia

- Una vez se encuentren listos los tanques, se pasa al área de tubería y accesorios de PVC, una vez ya procesado el tema en campo y con los planos, se instala la tubería que se puede en fabrica con sus respectivos accesorios, se deben instalar, sellar y secar para lo cual se requiere de 3 días



Ilustración 12. Tanque filtro percolador con la tubería interna instalada. Fuente: Propia

7. Nuevamente se encarga el personal del área de estructura metálica, para instalarle a los sedimentadores, la estructura de soporte como lo es las patas y platinas de amarre a la losa.



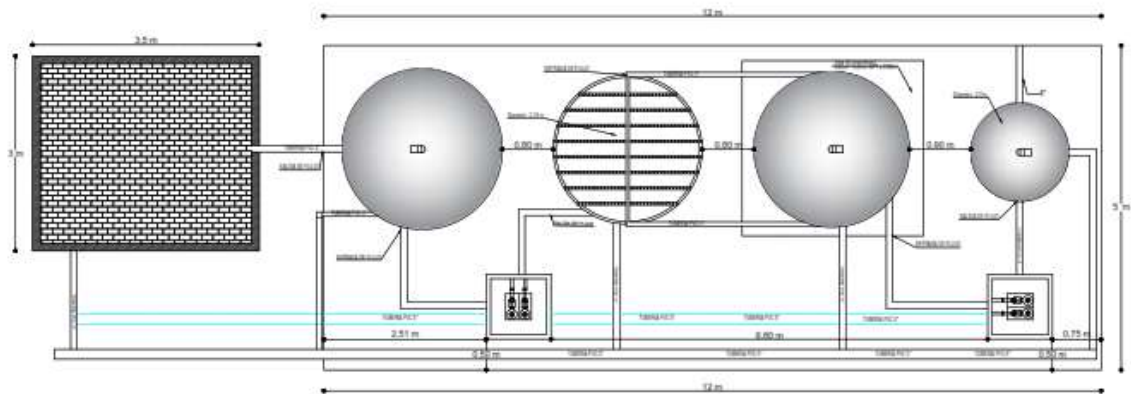
Ilustración 13. Sedimentadores primario y secundario completos para la instalación en campo. Fuente: Propia

El proceso de fabrica completo dependiendo del proyecto en cuestión tarda entre 45 a 60 días. Para el proyecto Bosques de la Alhambra fueron necesarios alrededor de 50 días

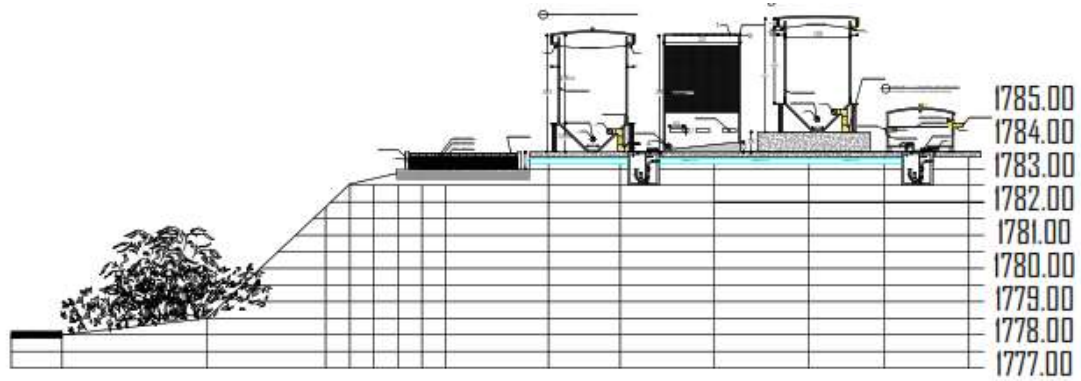
3.2.2.3 INSTALACIÓN

Una vez finalizado todo el proceso de fábrica, se verifica que lo que debe suministrar el cliente se encuentre apto para la instalación. El cliente debe entregar la losa de soporte, tubería a cero metros, sistema de bombeos y lecho de secado.

La constructora Arinsa para la fecha acordada en el contrato tuvo los requerimientos y se inicio la instalación. Se ubico el tren de tratamiento según lo establecido en el plano de perfil y de planta, como se indica en el Anexo 2, a continuación, se entregan evidencia de la instalación



PLANO PLANTA PTAR
Escala 1:25



DETALLE DE CORTE 3
Escala 1:50

Ilustración 14 Extraído de los planos de planta y perfil proyecto Bosques de la Alhambra.
Fuente: Odonata

Como se indicó en el ítem 3.2.2.2. Fabricación, a los tanques se les había aplicado un colorante amarillo, sin embargo, en campo por requerimiento del cliente se cambio de color a verde oscuro, todo con el objetivo de camuflar el sistema entre la naturaleza que lo rodea.



Ilustración 15. A) Instalación de los tanques trampa de grasa, sedimentador primario, filtro percolador y clarificador. B) y C) Se instala la tubería sanitaria correspondiente. Fuente: Propia



Ilustración 16. Instalación del filtro percolador. A) Ingreso de rosetones plásticos al filtro percolador. B) Flautas en PVC del filtro percolador. Fuente: Propia



Ilustración 17. Sistema de tratamiento Bosques de Alhambra instalado. Fuente: Propia

3.2.2.4 FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO

Como pasante de la fundación Odonata, apoye al ingeniero residente verificando que la planta instalada en el proyecto Bosques de la Alhambra, funcionara correctamente. Para ello realicé el recorrido en detalle del sistema y entregué el registro fotográfico con las observaciones correspondientes, puesto que fue la base para el ítem 3. Proceso del tratamiento del Manual de Operación Planta de tratamiento de agua residual conjunto residencial Bosques de la Alhambra. A continuación, se relata brevemente el recorrido para explicar el funcionamiento y la operación del sistema de tratamiento.

El agua residual proveniente del conjunto residencial es vertida en el sistema de tratamiento preliminar Odonata, el cual lo constituye trapa de grasas y desarenador. El agua ingresa al sistema por medio de una tubería Novafort tipo corrugado de diámetro de 10", proveniente de un proceso preliminar de cribado, separando los sólidos de gran tamaño.

El agua residual es direccionada al tanque de trampa de grasas y desarenador, en el cual, internamente, mediante tuberías y con las cotas adecuadas establecidas en fábrica, por efecto gravitatorio se precipitan sólidos densos en suspensión de pequeñas dimensiones y flotan las grasas y aceites para ser evacuados por medio de las válvulas (1) y (3); optimizando el agua que llegará a la primera estación de bombeo por medio de la válvula (4), estación construida en concreto, en la cual se encuentra una bomba tipo sumergible trituradora cuyo principal uso es para la trituración de sólidos de hasta 2" de diámetro y la elevación del agua al sedimentador primario.



Ilustración 18 a) Entrada al sistema tubería 10". b) válvulas de manejo para trampa de grasas, desarenador y salida a la primera estación de bombeo. Fuente: Propia

Las grasas al ser separadas fluyen al lecho de secado de lodos, obra que le corresponde al cliente.



Ilustración 19 Lecho de secado. Fuente: Propia

Nota: En el momento del registro fotográfico no se encontraba terminado la obra civil correspondiente.

En la primera estación de bombeo se le aplica al agua la energía necesaria para ingresar por la parte superior del siguiente tanque que es el sedimentador primario, mediante tubería de presión PVC de diámetro 2”



Ilustración 20 a) Desde la estación de bombeo se conduce el agua al sedimentador primario. b) Sedimentador primario. Fuente: Propia

La finalidad del sedimentador primario es de tipo microbiológica, generando la biodigestión de lodos y permitiendo que los sólidos suspendidos se sedimenten dado al tiempo de retención hidráulico con el que cuenta. Además, en este proceso primario el agua, parcialmente sin estos residuos, se prepara para seguir con el proceso de tratamiento y pasa al filtro percolador.



Ilustración 21 a) Filtro percolador b) Tubería superior, paso de agua desde el tanque sedimentador primario a filtro percolador Fuente: Propia

En el filtro percolador, el agua es esparcida homogéneamente por medio de flautas que son elaboradas en tubería de presión PVC de diámetro de 2” sobre un lecho

filtrante plástico de alta tasa (rosetones), cuya función es la degradación orgánica y la filtración particular. Una vez terminado este proceso, el agua libre tiene paso a la segunda estación de bombeo.

La segunda estación de bombeo construida en concreto, la compone una motobomba sumergible de 4 polos ideal para aguas residuales.



Ilustración 22 a) Vista de trayecto del fluido desde el filtro percolador hacia la estación de bombeo 2 para continuar al clarificador. b) Estación de bombeo 2. Fuente: Propia

Desde la segunda estación de bombeo, se bombea el agua al último tanque del tren de tratamiento, el sedimentador secundario o clarificador, el cual complementa la función del sedimentador primario y le brinda una etapa de pulimiento al vertimiento.



Ilustración 23 A) Clarificador o sedimentador secundario. B) Evidencia del trayecto del agua proveniente del filtro percolador hacia estación de bombeo 2 continuando al clarificador. Fuente: Propia

Se continua con la etapa de emisión, en la que se manejan los residuos de los procesos en cada tanque. Las emisiones resultantes del proceso de tratamiento del agua residual, están categorizadas como ordinarias y no ordinarias, las cuales como último destino tienen el lecho de secado de lodos.

Las emisiones ordinarias son las generadas del proceso regular en el tratamiento de dicha agua, es decir, el agua tratada proveniente del sedimentador secundario y las posibles evaporaciones que se puedan presentar en todo el proceso por ser este un sistema abierto. Las emisiones no ordinarias son aquellas resultantes de procesos como el vaciado de alguno de los tanques para su mantenimiento, las grasas, arena y lodos.

La Planta de Tratamiento Aeróbica de Agua Residual del Club Residencial Bosques de la Alhambra, cuenta con un sistema automático de respaldo de alimentación de energía eléctrica para que las motobombas funcionen de manera regular.

3.2.2.5 MANUAL DE OPERACIÓN Y ENTREGA

Para la entrega al cliente, Constructora Arinsa, se realiza un acta de entrega, un acta de liquidación y el manual de operación.

De los procesos administrativos se encarga el área jurídica. Como pasante apoyo a la elaboración del manual de operación con el visto bueno del ingeniero encargado.

Este manual tiene como objetivo indicar los procedimientos para la buena operación del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas y servir de guía para la persona encargada de su correcto funcionamiento. Es de resaltar que el conocimiento y la comprensión del proceso son herramientas insustituibles, sin embargo, los sistemas se diseñan para que el proceso de operación y mantenimiento no sean complejos.

El manual está compuesto por una introducción, seguido de la descripción general de la planta de tratamiento de agua residual, ítem el cual se subdivide en pretratamiento, tratamiento y lecho de secado. Después se especifica todo el proceso del tratamiento, en el que se indica como debe ser el correcto

funcionamiento del sistema y como ultimo el mantenimiento, ítem que enseña cuales son los procedimientos generales, el manejo de válvulas, enfatiza en cada componente del sistema, explica los tiempos para las revisiones periódicas y suministra recomendaciones generales; todo esto con el fin de poder servir de guía para el operador del sistema.

3.3 PLANTA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL

3.3.1 GENERALIDADES

Consiste en el diseño y fabricación de un sistema de tratamiento de agua residual unifamiliar que puede ser fácilmente adaptado a una vivienda de máximo 5 personas. Con este sistema, la Fundación Odonata, pretende solucionar un problema a familias que no cuenten con alcantarillado sanitario, principalmente en zonas rurales y/o apartadas.

3.3.2 DESCRIPCIÓN DE LA LABOR EJECUTADA COMO PASANTE

Como pasante en la fundación Odonata, la labor fue importante en cuanto al acompañamiento, proyección y ejecución de la idea de implementar este producto dentro del portafolio de Odonata, puesto que se inicio con un prototipo de prueba chequeando los pros y los contras que presentara el sistema. Para ello, se realizó un estudio de mercado, solicitando cotizaciones a empresas líderes y reconocidas, las cuales trabajan con el tratamiento de agua residual y entre sus productos cuentan con sistemas individuales. Adicional, se apoyo en el diseño del sistema en cuanto a chequeos de la norma y logrando que sea un sistema integrado. En fabrica se logró elaborar el prototipo funcional. Adicional, se gestionaron contactos apoyando al área comercial para poder ofrecer el sistema.

3.3.2.1 ESTUDIO DE MERCADO

Para el estudio de mercado se solicitaron varias cotizaciones con el fin de tener base en cuanto a precio, capacidad, material tipo, garantía y calidad del producto.

A continuación, se exponen algunas de las cotizaciones que fueron escogidas con el fin de promediar los valores y poder orientar la idea del sistema integrado individual.

Empresa	Capacidad	Material	Tipo	Garantía	Precio	Foto de referencia
Colempaques	2000 litros	polietileno	Pozo septico	1 año	\$ 2,534,900	
Colempaques	2000 litros	polietileno	Filtro anaerobico	1 año	\$ 1,324,900	
Eduardoño	2000 litros	PVC	Pozo septico. Tratamiento integrado.	3 años	\$ 2,390,000	
Eduardoño	2400 litros	PVC	Tanque séptico	2 años	\$ 3,268,990	
Rotoplast	1650 litros	polietileno	Sistema integrado conico	3 años	\$ 1,790,000	
Rotoplast	2000 litros	polietileno	Sistema integrado conico	3 años	\$ 2,640,990	
Rotoplast	3000 litros	polietileno	Pozo séptico	3 años	\$ 3,880,900	

Ilustración 24. Cuadro comparativo de empresas fabricantes de sistemas integrados individuales. Fuente: Propia

3.3.2.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO.

Inicialmente, los ingenieros de la fundación Odonata, pretendían implementar un prototipo de 2000L como sistema séptico integrado para el tratamiento de agua residual individual, para ello se basaron en la información generada por es breve estudio.

De acuerdo a la información obtenida, se concluyó lo siguiente;

Según la capacidad la mayoría de sistemas individuales, están en el rango de 1650 a 3000 litros, por lo tanto, el sistema integrado Odonata debe encontrarse en dentro de ese rango,

Empresa	Capacidad (Litros)
Colempaques	2000
Colempaques	2000
Eduardoño	2000
Eduardoño	2400
Rotoplast	1650
Rotoplast	2000
Rotoplast	3000
<u>Promedio</u>	2150

Ilustración 25- Cuadro comparativo en capacidad. Fuente: Propia

Adicional, comparando el material, se evidencia que, en su mayoría, los sistemas son fabricados en polietileno, que comparando con el la fibra de vidrio utilizada por la fundación Odonata, el sistema local es superior en cuanto a calidad, material y garantía.

Empresa	Material
Colempaques	polietileno
Colempaques	polietileno
Eduardoño	PVC
Eduardoño	PVC
Rotoplast	polietileno
Rotoplast	polietileno
Rotoplast	polietileno
<u>Promedio</u>	Polietileno

Ilustración 26. Cuadro comparativo en material. Fuente: Propia

Finalmente, se compararon los precios, los cuales están en el rango de \$1.324.900 y \$3.880.900, para obtener un promedio de \$2.547.240, valor que la fundación Odonata tendrá de techo para poder ser competitivos en el medio en cuanto a calidad y precio.

Empresa	Precio
Colempaques	\$ 2,534,900
Colempaques	\$ 1,324,900
Eduardoño	\$ 2,390,000
Eduardoño	\$ 3,268,990
Rotoplast	\$ 1,790,000
Rotoplast	\$ 2,640,990
Rotoplast	\$ 3,880,900
<u>Promedio</u>	\$ 2,547,240

Ilustración 27 Cuadro comparativo en precio. Fuente: Propia

Con este breve estudio, en cuanto a la oferta, se puede concluir que el sistema séptico integrado Odonata debe cumplir los siguientes parámetros.

Precio	< \$2547.240
Capacidad	Entre los 1650 hasta los 2150 litros
Material	Fibra de vidrio

Ilustración 28 Conclusión estudio de mercado para PTAR individual. Fuente propia

Por tal razón, el prototipo a evaluar durante esta pasantía es el correspondiente a un sistema séptico integrado, con capacidad de 1700 litros, en fibra de vidrio.

3.3.2.3. DISEÑO

Los sistemas de tratamiento para agua residual doméstica, son tanques de geometría cilíndrica, generalmente superficiales o enterrados, de acuerdo a la tecnología de fabricación. Son diseñados y construidos para para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de postratamiento.

Este tipo de sistemas se recomienda solamente para:

- Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillado
- Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que no cuentan con redes de alcantarillados locales.
- Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos.
- No está permitido que les entre aguas de lluvias ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los efluentes de tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de aguas superficiales. deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

Se permiten los siguientes tipos de pozos sépticos:

- Tanque convencional de dos compartimientos
- Equipados con un filtro anaerobio
- Según el material: de concreto o de fibra de vidrio, polietileno o de otros materiales apropiados.
- Según la geometría: rectangular o cilíndricos

La planta de tratamiento Odonata tipo compacta individual de agua residual anaeróbica (1700 litros), está compuesta por trampa de grasas, sistema séptico y FAFA, cumpliendo con la norma y las aspiraciones en cuanto a competitividad en el medio.

Para el diseño de la planta de tratamiento individual, se realizan los cálculos por separado de la trampa de grasas en donde se evalúa el volumen del sistema permitido y la comprobación de la carga superficial. Adicional, se realiza el dimensionamiento del tanque séptico integrado, se realiza un esquema básico corroborando un tiempo de retención hidráulica y el volumen de FAFA de acuerdo a la Resolución 0330 de 2017 RAS. Los cálculos se realizan por medio de cuadros de Excel programados, los cuales son propiedad y autoría de Odonata.

Dimensiones generales	Diámetro (m)	Altura (m)	Compartimientos
		1.3	1.3
Sistema séptico	Volumen= 1.16 m ³	Volumen total del sistema individual compacto	1.7 m ³
Sistema FAFA	Volumen= 0.54 m ³		

Ilustración 29 Resumen cálculos tanque séptico integrado fabricado. Fuente: Memoria de calculo sistema integrado individual Odonata

3.3.2.4 FABRICACIÓN

En las instalaciones de Odonata – Fabrica, una vez entregada la memoria de cálculo, la información la recibe el encargado del proyecto en fabrica, el cual establece las cantidades de material necesario para el proyecto en gestión y pasa los resultados al área de compras, proceso el cual se menciona para la PTAR aeróbica.

A continuación, se entrega el registro fotográfico que evidencia el acompañamiento en fabrica con el prototipo del sistema individual, brevemente, puesto que en es similar al proceso de cualquier tanque en Fabrica -Odonata.

1. Una vez se dimensione las medidas del tanque en el material, se formaletea y se alista la estructura metálica, para iniciar con la lámina de amarre a la estructura



Ilustración 30. Base del sistema, lamina de amarre en la estructura metálica. Fuente Propia

2. Después que el tanque este listo y seco, se inicia la instalación de la tubería PVC y la adaptación de los compartimientos para cumplir con la norma y sea funcional el sistema.



Ilustración 31. Compartimientos internos Sistema individual. Fuente: Propia.

3. Después, se pule el sistema interna y externamente, y se le aplica la pintura, ultimando los detalles de acabados



Ilustración 32. Sistema individual, acabados. Fuente: Propia

- Finalizando, el sistema integrado Odonata, se entrega a los clientes en fabrica o instalados, pues son fáciles de operar. Su funcionamiento se limita a manejo de válvulas y un correcto mantenimiento.



Ilustración 33. Sistema séptico individual Odonata en las instalaciones de un cliente listo para conectarse. Fuente Propia

3.3.2.5 VENTAS

En cuanto al área comercial, a modo de información, la fundación Odonata ha establecido relaciones comerciales con diferentes constructoras, las cuales se han expandido hacia la zona rural de la ciudad, siendo indispensable sistemas de tratamiento de agua residual con el fin de evitar el aumento de la contaminación de las pocas fuentes hídricas con las que cuenta Popayán. De este modo, se ha logrado implementar y aumentar requerimientos de este tipo, lo que indica que el producto puede llegar a ser un producto fuerte en la empresa.

Como pasante, se brindó el apoyo consultando contactos viables para este tipo de producto, gestionando reuniones con las constructoras de la ciudad, proyectos nuevos o clientes potenciales para Odonata.

4. CONCLUSIONES

1. Se brindo el acompañamiento técnico en el diseño y la fabricación de un sistema de tratamiento aeróbico de agua residual doméstica, para proyecto urbanístico denominado Bosques de la Alhambra. Adicional, se optimizó la memoria de cálculo con ayuda del programa Excel. Se realizó el acompañamiento en campo para la instalación de la planta de tratamiento y se colaboró con el manual de operación que se le entrega al cliente con el acta de entrega.
2. Se realizó el acompañamiento técnico en el diseño y la fabricación de un sistema integrado de tratamiento de agua residual doméstica de 1700L, acompañando en el estudio de mercado, diseño, prototipo de fábrica y área comercial, viabilizando a implementación de la línea de sistemas integrados de tratamiento de agua residual domestica de 1700L.
3. Con respecto al sistema integrado individual, se corroboro que la elección de la capacidad fue la adecuada, para poder ser competitivos económicamente con empresas que tienen incluido este tipo de sistemas dentro de sus portafolios. Los sistemas Odonata, lograron entonces entregar un muy buen producto, con excelente materia, a muy buen precio.
4. La labor desempeñada durante la pasantía es principalmente servir de apoyo a la empresa Fundación Odonata, involucrándome en el desarrollo de cada una de las actividades y aportando mis conocimientos obtenidos a lo largo del pregrado en la Universidad.
5. Obtuve uno de los logros personales como próxima ingeniera, aprender el buen uso del tiempo, llevando cronogramas de actividades para contar con las metas alcanzadas y que fuera valioso mi aporte como pasante en la empresa.
6. La conformación de un buen equipo de trabajo, incluyendo las diferentes áreas requeridas para el desarrollo del proyecto: ingenieros civiles,

ambientales, topógrafos, dibujantes, entre otros, fue de gran importancia en el rendimiento y calidad de la pasantía, puesto que tuvo buena acogida la participación en los proyectos presentes.

7. El trabajo de grado en la modalidad de pasantía, es una gran oportunidad para los estudiantes que se encuentran finalizando la carrera ya que permite la formación personal, profesional y practica de conocimientos de quienes optan por esta modalidad.
8. Fue una experiencia realmente gratificante, me permitió reafirmar y aplicar los conocimientos obtenidos en la Universidad, además de empezar a conocer el ámbito laboral que enfrentare en el ejercicio de mi carrera como Ingeniera Civil.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AJ avance jurídico. (28 de octubre de 1993). Ley 80 de 1993. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (08 de junio de 2017). Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico - RAS. Colombia.

Resolución0330. (2017). Reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS. En *RAS* (pág. Artículo 22). Colombia: Ministerio de vivienda, ciudad y desarrollo.

Rojas, J. A. (2016). Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño . En J. A. Rojas, *Caracterización de aguas residuales* (pág. 21). Bogotá: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería.

10. ANEXOS

1. Fabrica – formato inventario
2. Planos de planta y perfil. Proyecto PTAR Bosques de la Alhambra.