

Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el sector El Palmar
municipio de Flandes – Tolima

María Camila Castiblanco Poveda

Jhon Fredy Díaz Villalba

Universidad Minuto de Dios

Facultad de Ingeniería Civil

Girardot

2017.

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el sector El Palmar
municipio de Flandes – Tolima

María Camila Castiblanco Poveda

Jhon Fredy Díaz Villalba

Manuel Ricardo Ballesteros

(Asesor)

Universidad Minuto de Dios

Facultad de Ingeniería Civil

Girardot

2017.

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

Dedicatoria

Primeramente, a Dios, por permitirme finalizar esta etapa en mi vida; a mi familia, a mi hijo hermoso quien es el motor de mi vida y me impulsa a seguir adelante, y a todas aquellas personas que me apoyaron en esta aventura.

María Camila Castiblanco Poveda.

Este esfuerzo es dedicado en instancia a mis padres, especialmente a mi madre que con su esfuerzo siempre me ha apoyado, a Dios que siempre me da las fuerzas para seguir adelante y que jamás me deja solo y a las personas que me estiman y han sido participe de este proyecto.

Jhon Fredy Díaz Villalba

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
1. Planteamiento del Problema.....	5
2. Justificación.....	8
Necesidad en Materia de Salud Humana y Medio Ambiente.....	8
3. Objetivos	10
3.1 Objetivo General:	10
3.2 Objetivos Específicos:	10
4. Marco Referencial	11
4.1 Marco Teórico	11
4.1.1 Tipos de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	11
4.1.2 Sistema de Tratamiento de agua residual en Colombia.....	16
4.2 Marco Conceptual	26
4.2.1 El Agua Como Recurso Natural.	26
4.2.2 Tipos de Aguas Residuales.....	28
4.2.3 Agentes Contaminantes.	30
4.2.4 Residuos con requerimiento de oxígeno.....	30

4.2.5 Agentes contaminante orgánicos.	31
4.2.6 Agentes contaminantes inorgánicos.....	32
4.2.7 Depósito de las aguas residuales.....	34
4.2.7.1 Sistema de alcantarillado.	34
4.2.8 Tratamiento de las aguas residuales.....	36
4.2.8.4 TRATAMIENTO DE AGUAS DOMICILIARIAS.....	39
4.3 Estado del Arte	40
4.3.1 inventor y desarrollador.	40
4.3.2 SU INVENTO.....	41
4.3.3 Sus colaboradores.	42
4.3.4 Sus proyectos.	43
5. METODO CONSTRUCTIVO.....	46
5.1 Partes Básicas del Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales Aerobico Vertical Continuo.....	49
5.1.1. Diseño.	49
5.1.2 las partes que componen el equipo y operación.	49
5.2 Sistema de Tanques	57
5.2.1 Tanque de Reactor Profundo o Homogenización.....	58
5.2.2 Tanque de Decantación	58
5.2.3 Tanque biológico	59

5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE LOS TANQUES DE REACCIÓN.....	60
5.3.1 Tanque del reactor de pozo profundo.	60
5.3.2 Distribuidor de aire de fondo.....	60
5.3.3 Difusores de fondo.....	61
5.3.5 Reactor del pozo profundo.....	61
5.3.6 Difusor de columna.....	62
5.3.7 Tanque del reactor decantador.....	62
5.3.8 Aireadores.....	63
5.3.9 Difusores de Fondo.....	63
5.3.10 Reactor Decantador.....	64
5.3.11 Columna de Extracción.....	64
5.3.12 Bombas de Densidad del Reactor.....	65
5.3.13 Tanque Filtro Percolador.....	65
5.3.14 Distribuidor de Agua al Filtro.....	66
5.3.15 Colector de Superficie.....	66
5.3.16 Gravillas de Substrato.....	67
5.3.17 Tubería de Distribución de Aire.....	67
5.4 Descripción de la Tecnología a Implementar.....	68
5.4.1 Cinética del proceso.....	71
5.4.2 Eficiencia de la planta.....	71

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

5.4.3 Consumo de energía.....	72
5.4.4 Consumo de químicos.....	72
5.4.5 Instalación de la planta.	72
5.4.6 mantenimiento.	72
5.4.7 Aporte y/o volumen de almacenamiento de lodos.....	73
5.5 Estudios y Diseños Técnicos Ptar El Palmar.....	73
5.5.1. Localización de proyecto.	73
5.5.2. Nivel de complejidad.....	74
5.7 Estudio De Suelos.....	76
5.8 MEMORIA DE CALCULO HIDRAULICO.....	77
5.8.1. BASES DE CÁLCULO.....	77
8.2 CALIDAD DEL AGUA TRATADA:.....	79
5.9 Calculo Capacidad de Tratamiento de la Planta y Parámetros Operacionales.....	80
5.9.1 Capacidad de tratamiento de la planta.	80
5.9.2 Tratamiento Aeróbico.	81
5.9.3 Sedimentación.....	84
5.10 Estudio Estructural.	86
6. Resultados	87
7. Conclusiones	88
8. Recomendaciones.....	89

ANEXOS.....	90
ANEXO A. Estudio de Suelos.....	91
ANEXO B. Planos estructurales.....	126
ANEXO C. Planos Arquitectónicos.	131
ANEXO D Manual De Operaciones.	140
ANEXO E. Relación Costo Beneficio.....	165
ANEXO F. VARIACIONES DE FLUJO.	167
ANEXO G. ESTIMACION DE PRESUPUESTO.....	172

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Carlos Laucevicius	40
Ilustración 2. Carla Laucevicius.....	42
Ilustración 3. Sistema de tratamiento Aeróbico Vertical	46
Ilustración 4. esquema sistema Aeróbico Vertical	47
Ilustración 5. tanque Reactor de Pozo Profundo.....	60
Ilustración 6. Distribuidor de Aire de Fondo	60
Ilustración 7. Difusores de Fondo	61
Ilustración 8. Reactor Pozo Profundo.	61
Ilustración 9. Difusor de Columna	62
Ilustración 10. Tanque Reactor Decantador.....	62
Ilustración 11. Aireadores	63
Ilustración 12. Difusores de Fondo	63

Ilustración 13. Reactor Decantador	64
Ilustración 14. Columna de Extracción	64
Ilustración 15. Bomba de Densidad del Reactor	65
Ilustración 16. Tanque Filtro Percolador	65
Ilustración 17. Distribuidor de Agua al Filtro	66
Ilustración 18. Colector de Superficie	66
Ilustración 19. Gravillas de Substrato	67
Ilustración 20. Tubería de Distribución de Aire.....	67

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 Tabla de crecimiento poblacional (proy. 30 años)	7
<i>Tabla 2</i> Tabla de crecimiento poblacional (proy. 30 años).....	75
Tabla 3 proyección población objetivo	78
Tabla 4 Datos base de cálculo	79
Tabla 5 Valor permisible para el vertimiento de efluentes.	80
Tabla 6 Parámetros exigidos según normatividad.	87

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1 Historia del Sistema COROH®	41
Figura 2 Tanque de Reacción (Fuente: https://prezi.com/whxas-2grrcg/sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales/).....	50
Figura 3 Corte Caseta. (Fuente: Diseño Propio)	51
Figura 4 Tablero Regulador de Aire, Fuente (Diseño Propio).....	52
Figura 5 Reguladores de Presión, Fuente: (Diseño Propio).....	52
Figura 6. Compresor de Baja Presión, Fuente: (Diseño Propio).....	53
Figura 7. Compresión de Alta Presión, Fuente: (Diseño Propio).....	53
Figura 8, Tablero Eléctrico de Distribución, Fuente: (Diseño Propio)	54
Figura 9. Intercambiador de Calor, Fuente: (Diseño Propio).....	54
Figura 10. Ventanas, Fuente: (Diseño Propio).....	55
Figura 11. Protector de Voltaje, Fuente: (Diseño Propio).....	55
Figura 12. Distribución Tanques Sistema Coroh®	57
Figura 13. Tanque Reactor Profundo, Fuente: (Diseño Propio)	58
Figura 14. Tanque de Decantación, Fuente: (Diseño Propio).....	59
Figura 15. Tanque Biológico, Fuente: (Diseño Propio).....	59
Figura 16. Localización, Fuente: (Propia).....	74

LISTADO DE ANEXOS

ANEXO A. Estudio de Suelos	91
ANEXO B. Planos estructurales.	126
ANEXO C. Planos Arquitectónicos.	131
ANEXO D Manual De Operaciones.	140
ANEXO E. Relación Costo Beneficio.	165
ANEXO F. VARIACIONES DE FLUJO.	167
ANEXO G. ESTIMACION DE PRESUPUESTO	172

RESUMEN

El sector El palmar no cuenta con un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, afectando gravemente el medio ambiente por la contaminación de las fuentes hídricas, en esto se fundamenta nuestro trabajo en el diseño de una planta de tratamiento optima, donde se efectuó un análisis de alternativas de las diferentes tecnologías existentes, evaluando variables, tales como: Inversión, costos de operación, área, complejidad, olores, lodos e impacto ambiental, una vez realizado los cálculos de estas variables se determinó que el más conveniente es el sistema COROH®, ya que en cuanto a su rentabilidad, mantenimiento operacional es mucho más económica, en cuanto a su espacio y comodidad es óptima ya que requiere de espacios pequeños.

ABSTRACT

The Palmar sector does not have a system for the treatment of domestic wastewater, seriously affecting the environment by contamination of water sources. This is the basis of our work on the design of an optimal treatment plant, where an analysis was carried out Of alternatives of the different existing technologies, evaluating variables such as: Investment, operating costs, area, complexity, odors, sludge and environmental impact, once the calculations of these variables were determined it was determined that the most convenient is the COROH® system , Since in terms of its profitability, operational maintenance is much more economical, as far as its space and comfort is optimal since it requires small spaces.

Introducción

El constante crecimiento de las comunidades nos conlleva a la implementación de servicios de tratamiento de aguas residuales para nuevos desarrollos; debido a que la construcción residencial, institucional, comercial, industrial o recreacional nos plantea la problemática sobre cuál es la estrategia más rentable para manejar el efluente de aguas residuales.

Las aguas residuales según su uso pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo, trampas de grasas u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías a una planta de tratamiento municipal o zonal.

Generalmente la recolección y el tratamiento de aguas residuales está sujeto a las regulaciones estatales y estándares locales.

El tratamiento de las aguas residuales consiste en eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano, generalmente los contaminantes industriales requieren procesos de tratamiento especializado.

El estudio fundamental para el control de la polución por aguas residuales, ha sido tratar las aguas residuales en plantas de tratamiento que hagan parte del proceso de remoción de los contaminantes y dejar que la naturaleza lo complete en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de autopurificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de autopurificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse.

(Romero rojas, 1994, p. 99)

Es de vital importancia recordar que las comunidades se ven afectadas a su vez por la emanación de malos olores y la proliferación de insectos que a su vez aumentan el índice de enfermedades. Razón por la cual la implementación de nuevos sistemas de tratamiento de aguas

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

residuales que permita mitigar los problemas anteriormente mencionados de una manera efectiva, se vuelve una necesidad innegable.

Con el paso del tiempo y el aumento en los requerimientos, las comunidades optan por la implementación de nuevas tecnologías más avanzadas para el tratamiento de las aguas residuales; estas deben cumplir con la normatividad, teniendo en cuenta la necesidad de preservar los recursos hídricos, razón por la cual se hace indispensable reducir el suministro de efluentes a nuestras fuentes hídricas y la implementación de programas de re-uso de agua. Convirtiendo el agua residual a normatividad de re-uso, las comunidades y la industria pueden producir agua reciclada de alta calidad para aplicaciones específicas.

1. Planteamiento del Problema

La principal afectación para los residentes de la zona sector el Palmar del municipio de Flandes, es que no cuenta con sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas afectando gravemente la salud de la población por contaminación de medio ambiente y las fuentes hídricas.

Según los estudios y estadísticas de la secretaria de Salud de este Municipio, el índice de enfermedades va en aumento debido a las aguas residuales que no son tratadas; ya que estas son un foco de parásitos, insectos y malos Olores.

En virtud de lo anterior se formulan las siguientes preguntas:

- ¿Cuál puede ser la solución de dicha problemática?

La formulación del diseño y posterior construcción de una planta de tratamiento para dicho sector.

- ¿por qué se debe realizar dicha Formulación?

Para mitigar los problemas de salubridad que se están presentando en este sector del municipio.

- ¿En qué consiste este proyecto?

El proyecto consiste en tratar las aguas residuales del sector El Palmar, a través de la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con vida útil de 30 años (*Tabla N° 1*), para lo cual se instalará un sistema COROH (sistema continuo aeróbico vertical que engloba diferentes procesos de tratamiento en su reactor), el cual consiste en la instalación en serie de reactores unitarios. Este sistema es dimensionado conforme las características y caudal de las aguas residuales a ser tratadas. El proceso de remoción de materiales groseros se realiza con rejillas, separadores de aceites y grasas, separadores de

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

arena, tamices, acondicionadores químicos de acuerdo a las características de las aguas servidas. Seguidamente al proceso de remoción, las aguas residuales son introducidas al tanque de mezclas y se promueve un movimiento de circulación por la introducción de aire comprimido por difusores dispuestos en el fondo del tanque. La mezcla es conducida al flotador contiguo, donde el aire es introducido por compresores y distribuido por tubería a lo largo del reactor. La biomasa creada es mantenida y reciclada en el interior del tanque de mezcla por los dispositivos de reciclo. Esta planta de tratamiento de aguas residuales, por su dimensión puede ser instalada próxima a la fuente generadora de contaminantes y su implantación necesita menor cantidad de servicios, de construcción civil y montaje electromecánico. La construcción es relativamente sencilla, utiliza técnicas de construcción dominadas por la ingeniería de construcción civil. El proceso aeróbico utilizado no produce olores que incomoden a la población circundante.

Tabla 1
Tabla de crecimiento poblacional (proy. 30 años)

Municipio de Flandes proyección población cabecera	
año	población
2017	27.189
2018	27.576
2019	27.963
2020	28.350
2021	28.737
2022	29.124
2023	29.511
2024	29.698
2025	30.285
2026	30.672
2027	31.059
2028	31.446
2029	31.833
2030	32.220
2031	32.607
2032	32.994
2033	33.381
2034	33.768
2035	34.155
2036	34.542
2037	34.929
2038	35.316
2039	35.703
2040	36.090
2041	36.477
2042	36.884
2043	37.295
2044	37.711
2045	38.131
2046	38.556
2047	38.986

Datos obtenidos en el banco de proyectos alcaldía municipal de Flandes (Fuente: Elaboración propia)

2. Justificación

La construcción de esta planta se hace necesaria, ya que este sector no cuenta con ningún sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas, creando un grave problema de contaminación del medio ambiente y afectación en la salud de los habitantes de los barrios circunvecinos, es decir, a los conjuntos residenciales: Santa Mónica I Y II; Pakistán I, II, III, IV; Parques de Pakistán I, II, III, IV; Alta Gracia; El Palmar o San Germán; San Andrés; Santa Martha; San Felipe de Barajas; San Francisco; Quintas de Flandes; Los Mangos; Puerto Bahía, entre otros.

La construcción de la planta de tratamiento es la mejor solución a este problema, ya que es la opción más económica para eliminar los problemas que han señalado las instancias normativas.

Necesidad en Materia de Salud Humana y Medio Ambiente

Con este proyecto se duplicará la capacidad de tratamiento de aguas residuales en el municipio y se podrán desarrollar proyectos urbanísticos en el sector, eliminando los problemas que se relacionan a continuación:

- El permiso de descarga.
- Cumplimiento de las normas de vertimiento, en especial El Decreto 1594 de 1984 del Ministerio de Salud.
- Eliminación de olores y demás incomodidades a la comunidad, por las características técnicas del sistema de tratamiento.
- Elimina los altos costos de operación y mantenimiento.

El proyecto arroja también otros beneficios, que justifican su ejecución:

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

- Se acatará la normatividad actual establecida por el Ministerio de Salud Pública.
- La PTAR tendrá capacidad suficiente para tratar sus aguas residuales durante los próximos treinta años.
- Se instalará la más moderna tecnología para la depuración o tratamiento de aguas y lodos.
- El sistema es compacto, fácil de instalar, sin químicos, sin olores, sin vectores, sin partes móviles, subterráneo, bajo mantenimiento, fácil operación y no produce lodos.
- En el futuro se podrá ampliar la capacidad de la planta o modificar ésta para producir efluente que pueda ser reutilizado.
- La planta tendrá una larga vida útil.
- Se contará con la capacidad de ampliar la planta en el mismo sitio.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General:

Realizar el diseño de la planta de tratamiento aguas residuales del sector El Palmar municipio de Flandes - Tolima, de acuerdo con los lineamientos establecidos para dichos procedimientos.

3.2 Objetivos Específicos:

- Establecer un diagnostico general que sirva de soporte para el dimensionamiento de la planta de tratamiento, sector El Palmar del municipio de Flandes.
- Resaltar las actividades de optimización y/o mejoramiento de cada uno de los procesos.
- Disminuir o eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos en el efluente.

4. Marco Referencial

4.1 Marco Teórico

El primer sistema de tratamiento en la humanidad que se utilizó fue anaerobio: pozo séptico. En 1887 A.N. Talbot de Urbana (Illinois) le colocó baffles a dicho pozo. En 1905 Karl Imhoff, ingeniero alemán separa las dos fases del proceso: sedimentación y digestión.

El gran avance fue el proceso de mineralización de lodos en periodos largos de retención, haciendo más segura e inofensiva la disposición.

La primera planta de tratamiento de aguas residuales en Colombia (Vitelma), fue construida en 1.933 en Bogotá.

4.1.1 Tipos de Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales.

4.1.1.1 *Por tipo de proceso.*

- Procesos físicos: Remoción de Material en suspensión, rejillas, trituradores, sedimentador primario, espesadores y filtración.
- Procesos químicos: Aplicación de productos químicos para la eliminación o conversión de los contaminantes. Precipitación, adsorción y desinfección.
- Procesos biológicos: Se llevan a cabo gracias a la actividad biológica de los microorganismos. Eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables presentes, eliminación del N y P y producción de gases.

4.1.1.2 *Por el grado de tratamiento.* Tratamientos preliminares

- **Cribado:** Rejas o rejillas de barras metálicas paralelas e igualmente espaciadas. Su función es retener sólidos gruesos que floten o que se encuentren suspendidos en el agua. Pueden ser de limpieza manual (gruesas) o de limpieza mecánica (finas).

- **Tamices estáticos:** Es un filtro utilizado para la separación sólido-líquida en Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.). Este equipo se instala como pre tratamiento en aguas industriales, con luces de 0,5 a 1 mm, para eliminar los gruesos en industrias papeleras, textiles, de curtidos, lavaderos, conserveras, mataderos y lácteas. El tamiz estático también se emplea como tratamiento primario en aguas urbanas, con luces de malla de 1 a 1,5 mm.

- **Trituradores de canal:** Reduce los sólidos de aguas servidas con sus poderosos trituradores dobles y una avanzada tecnología de barrido. Se emplean para triturar los sólidos gruesos con objeto de mejorar las operaciones y procesos que se llevan luego a cabo y para eliminar los problemas que producen los diferentes tamaños de los sólidos presentes en el agua residual. Los sólidos se trituran para conseguir partículas de tamaño menor y más uniforme. Su empleo resulta especialmente ventajoso en las estaciones de bombeo para la protección de las bombas frente a problemas de obstrucciones producidas por objetos de gran tamaño, y para evitar tener que manejar y eliminar manualmente residuos.

- **Homogenización o tanques de igualación:** Son tanques que sirven para regular o disminuir los efectos de la variación del flujo o de la concentración de las aguas residuales. Estos tanques son indispensables en el tratamiento de las aguas residuales industriales y a veces se utilizan en las instalaciones municipales. Un tanque de igualación es un depósito con capacidad suficiente para contener el flujo de agua que sobrepasa un determinado valor.

- **Desarenadores:** Estructuras destinadas a remover arenas y otros guijarros presentes en las aguas residuales. Los desarenadores pueden ser rectangulares o circulares; de flujo horizontal o helicoidal; aireados o no; de limpieza manual o mecánica. Tienen como función prevenir la abrasión de equipos mecánicos, evitar la sedimentación de arenas en tuberías, canales y tanques ubicados aguas abajo.

Tratamientos primarios: Reducen los sólidos en suspensión del agua residual.

- **Sedimentación:** La sedimentación es un proceso físico que aprovecha la diferencia de densidad y peso entre el líquido y las partículas suspendidas. Los sólidos, más pesados que el agua, se precipitan produciéndose su separación del líquido. La sedimentación primaria aplica para partículas floculentas (con o sin coagulación previa). Los sedimentadores pueden ser circulares o rectangulares.



Foto 1. Sistema de sedimentación – Colcerámica -.

- Flotación: Es un proceso utilizado para la separación de partículas sólidas o líquidas en un medio líquido. En el tratamiento de las aguas residuales se utiliza para remover aceites y grasas y también para aglutinar sólidos suspendidos. La separación se consigue por flotación simple o introduciendo burbujas muy finas de aire en la masa líquida para que arrastren las partículas suspendidas hacia la superficie (DAF).



Foto 2. Tratamiento fisicoquímico con celda de Flotación – SEAFAM -.

- Coagulación: Es el proceso por el que los componentes de una suspensión o dilución estables son desestabilizados por suspensión de las fuerzas que mantienen su estabilidad, por medio de coagulantes químicos.

Tratamientos secundarios: Remoción de la DBO soluble y de sólidos suspendidos que no son removidos en los procesos anteriores; aproximadamente el 85% de DBO y SS, aunque la

remoción de nutrientes, nitrógeno, fosforo, metales pesados y patógenos es baja. Las reacciones que generan estos procesos son generalmente biológicas.

- Sistema de biomasa en suspensión –Lodos activados-: Desarrollado por Arden y Lockett en Inglaterra en 1914. El nombre del proceso se deriva de la formación de una masa de “microorganismos activos” capaz de estabilizar un desecho orgánico bajo en condiciones aerobias. El ambiente aerobio se logra mediante aireación difusa o mecánica en un tanque de aireación. Después de tratado el residuo en el tanque de aireación, la biomasa es separada en un sedimentador secundario.

En esencia es la agitación y aireación de una mezcla de agua residual y lodos biológicos, a medida que las bacterias reciben el oxígeno, consumen la materia orgánica del agua residual y la transforma en sustancias más simples. Este caldo bacteriano recibe el nombre de lodo activado. La mezcla de lodos activados y agua residual recibe el nombre de licor mezclado que se lleva a un tanque de sedimentación para su purga.



Foto 3. Sistema de lodos activados

- Sistema de biomasa adherida: Los microorganismos se encuentran pegados a un medio de soporte que puede ser de plástico, piedra o cualquier otro material inerte. Dependiendo de las condiciones ambientales que rodean el medio de soporte, los sistemas de biomasa adherida pueden ser aerobios o anaerobios.

4.1.2 Sistema de Tratamiento de agua residual en Colombia

4.1.2.1. Plantas de tratamiento.

- Sistema anaeróbico: Proceso simple y sencillo de operar, aplicable en pequeña, mediana y gran escala, para residuos industriales y domésticos. Presenta una baja producción de lodos (estabilizados), un bajo o nulo consumo de energía (eventualmente bombeo), son instalaciones compactas que demandan poco espacio. Constituyen una fuente de energía alternativa (CH₄) y permiten la aplicación de elevadas cargas orgánicas (superiores a 30 kg DQO/m³.d). El lodo anaerobio puede permanecer sin alimento mucho tiempo y el arranque de los reactores es rápido con una apropiada inoculación.

Sin embargo emite olores desagradables (H₂S), tiene una sensibilidad a bajas temperaturas, al cambio brusco de pH y a la presencia de oxígeno disuelto. Es lento el proceso de arranque y por ello largos períodos para estabilización (inóculos). Calidad de efluente inferior a los procesos aeróbicos, por eso se requiere un pos tratamiento para cumplir con los niveles de calidad usualmente exigidos. Algunos subproductos provocan corrosión en las estructuras del sistema.

Tradicionalmente la digestión anaerobia ha sido utilizada para la estabilización de lodos primarios y secundarios en las plantas convencionales municipales. Las principales aplicaciones de la tecnología anaerobia se presentan en residuos industriales con alta carga contaminante, por el beneficio que reporta en términos de ahorro energético. Los procesos de estabilización

anaerobia también se han venido Utilizando para el tratamiento directo de residuos líquidos, especialmente como tratamiento primario. Es recomendado este tipo de tratamiento en la industria alimenticia de destilerías, cervecerías, refinerías de azúcar, industria láctea, procesamiento de frutas, mataderos, jugos y refrescos y de enlatados y conservas. En la industria de pulpa y papel, química, textil, farmacéutica y petroquímica.

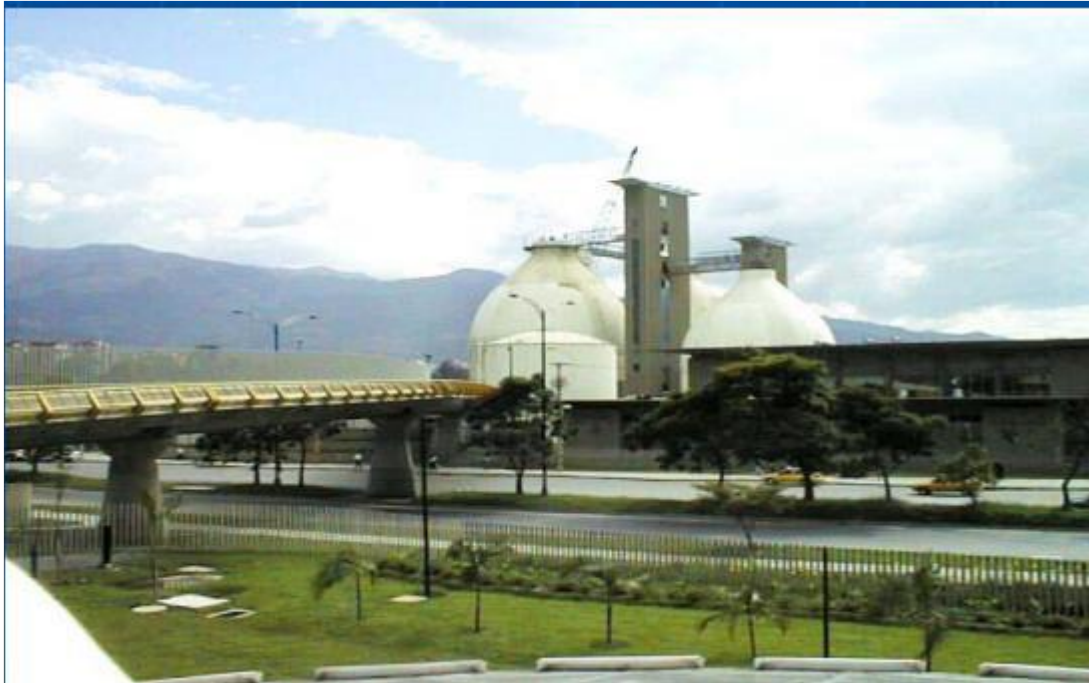


Foto 4. Digestores PTAR San Fernando – Medellín-

Los reactores anaerobios se clasifican de manera similar a los procesos aerobios: Existen reactores de biomasa en suspensión y reactores de biomasa adherida. Igualmente existen reactores de baja carga y reactores de alta tasa. Otra manera de clasificarlos es con base en el proceso evolutivo: primera generación, segunda generación y tercera generación.

Normalmente los pos tratamientos más utilizados son sistemas aerobios:

Lodos activados, filtros percoladores y lagunas de estabilización.

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

- Sistema aeróbico: El proceso básico de tratamiento es proporcionar un medio de alto contenido de oxígeno para que los organismos puedan degradar la porción orgánica de los desechos a dióxido de carbono y agua en presencia de oxígeno. No ha sido posible en pequeña escala. Son similares a los sistemas sépticos o anaeróbico en cuanto a que los dos usan procesos naturales para el tratamiento del agua residual. Las unidades de tratamiento aeróbico, usan un mecanismo de inyección y circulación de aire dentro del tanque de tratamiento. Los sistemas aeróbicos usan procesos de tasas más rápidas, lo cual permiten que loguen una mejor calidad del efluente. El efluente puede ser descargado en forma subsuperficial como en los campos de infiltración de los tanques sépticos, o algunas veces descargados directamente a la superficie.

- Floculación iónica: No requiere ningún insumo químico ni orgánico. El tiempo de proceso de potabilización es muy rápido (4 horas). Trata de manera eficiente residuos orgánicos e inorgánicos. Trabaja a cualquier temperatura, grado de saturación, acidez o alcalinidad. Utiliza energía eléctrica de bajo voltaje (tipo casa habitación). Los costos de Instalación, operación y mantenimiento son muy bajos. Las plantas de tratamiento son modulares y pueden ser pequeñas y portátiles, o de las dimensiones que se requieran, ocupan menos del 50 % de la superficie de terreno que las plantas actuales.



Foto 5. Sistema de floculación iónica

Este tipo de sistema originario de México, se está introduciendo hasta ahora en el país.

4.1.2.2 Lagunas de oxidación o de estabilización.

Es una pileta de tierra poco profunda de 1 a 2 metros, que se utiliza para el tratamiento biológico de diversos efluentes municipales e industriales. Las condiciones del estanque varían de aerobia a facultativas (en parte aeróbica, en parte anaeróbicas), y hasta anaeróbicas, dependiendo del suministro de aireación complementaria, de la profundidad del estanque y del grado de mezcla natural o inducida. Casi todos los estanques son facultativos, aquí los sólidos sedimentables retenidos sufren descomposición aerobia en el fondo del estanque que los residuos orgánicos solubles son transformados en CO_2 y agua para las bacterias aerobias de los niveles superiores. Las algas fotosintéticas utilizan CO_2 y producen oxígeno para las bacterias (una relación simbiótica). Es difícil eliminar las algas de los estanques de oxidación ya que tienden a

escapar con e efluente, con lo cual provocan que la DBO y los sólidos suspendidos de los efluentes excedan los límites de descarga.



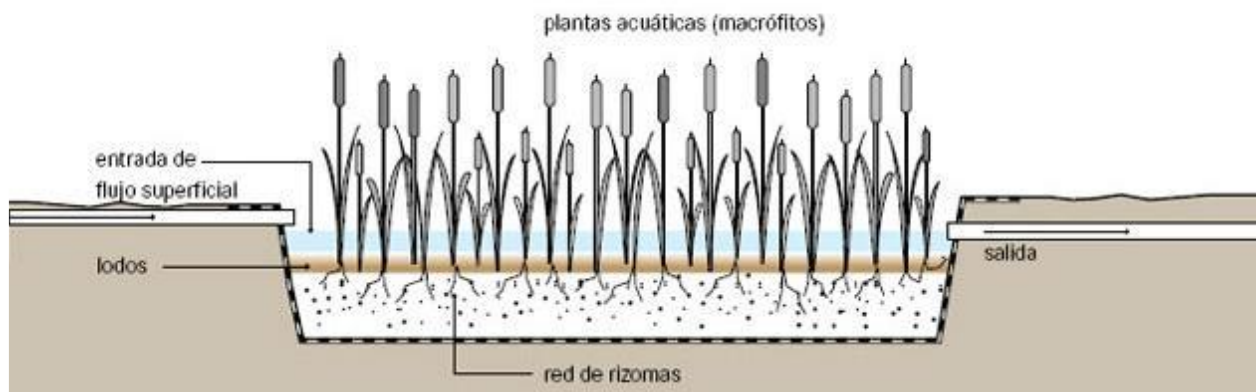
Foto 6. Laguna de oxidación – Rovira, Tolima –

4.1.2.3 Humedales. Se consideran humedales, las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Los sistemas naturales de tratamiento (SN) están surgiendo como alternativas de bajo costo, fáciles de operar y eficientes en comparación con los sistemas de tratamiento convencional para una amplia gama de aguas residuales. Los sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en macrófitas acuáticas

(plantas que crecen en suelos saturados de agua) tienen una función vital en relación con la depuración del agua residual. Los humedales están entre los ecosistemas más importantes de la tierra por sus condiciones hidrológicas, y porque constituyen un enlace entre sistemas terrestres y acuáticos. Un humedal artificial (Wetland) es un sistema complejo de medio saturado, diseñado y construido por el hombre, con vegetación sumergida y emergente y vida animal acuática que simula un humedal natural para el uso y beneficio humano.

- De flujo superficial: Los sistemas de humedales se describen típicamente por la posición de la superficie del agua y/o el tipo de vegetación presente. La mayoría de los humedales naturales son sistemas de flujo libre superficial en los cuales el agua está expuesta a la atmósfera; estos incluyen a los fangales (principalmente con vegetación de musgos), las zonas pantanosas (principalmente de vegetación arbórea), y las praderas inundadas (principalmente con vegetación herbácea y plantas macrófitas emergentes). En el caso de los humedales FLS esos sustratos son las porciones sumergidas de las plantas vivas, los detritos vegetales, y la capa béntica del suelo.

Figura 1. Esquema de un Humedal de Flujo Superficial libre



- **Subsuperficial:** Los humedales de flujo subsuperficial (HFS) se diseñan y construyen para que el agua fluya a través de la zona radicular de la vegetación y por lo tanto no presentan una superficie libre de flujo. Este sistema consiste en una excavación que contiene un lecho de material filtrante que generalmente es grava, el cual soporta el crecimiento de la vegetación emergente. En esencia, un humedal de flujo subsuperficial se clasifica como un sistema de tratamiento de película fija (Metcalf and Eddy, 1991)

Los contaminantes en los sistemas con macrófitas son removidos por una variedad compleja de procesos biológicos, físicos y químicos, incluyendo sedimentación, filtración, adsorción en el suelo, degradación microbológica, nitrificación y desnitrificación, decaimiento de patógenos y metabolismo de las plantas. Las macrófitas remueven contaminantes por asimilación directa dentro de sus tejidos, además proveen superficie de contacto y un ambiente adecuado para que los microorganismos transformen los contaminantes y reduzcan sus concentraciones. La transferencia de oxígeno dentro de la zona radicular es otro proceso que contribuye a la remoción de contaminantes por la creación de un ambiente aerobio para algunas poblaciones bacterianas.

El medio filtrante de los HFS puede ser cascajo de piedra, grava, diferentes tipos de suelo o sustratos enriquecidos, que soportan el crecimiento de vegetación emergente (Figura 2). El agua fluye horizontalmente a través de las raíces de las plantas y el medio filtrante, luego el efluente tratado es recolectado en un canal de salida o tubería.

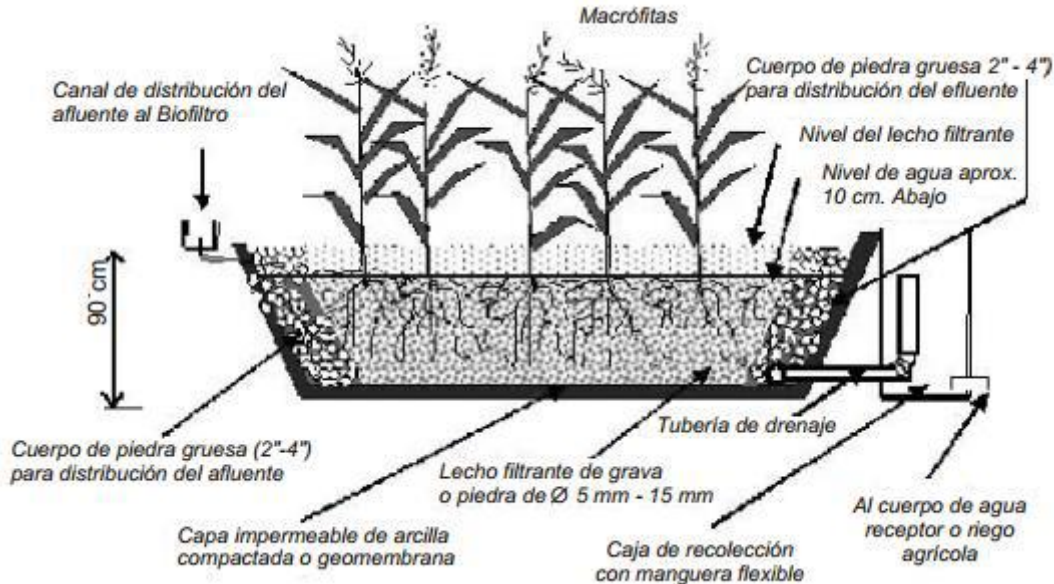


Figura 2. Esquema de un Humedal de Flujo

Subsuperficial Horizontal. Fuente: Sucher & Holzer (1999)

4.1.2.4 Trampas de grasas. Es el sistema de tratamiento primario de aguas residuales industriales. Allí se realiza una separación por diferencia de densidades, haciendo que el agua contaminada con el hidrocarburo que entra a la trampa se separe, permitiendo que al alcantarillado o corriente superficial se descargue agua en los límites permisibles por la normas ambientales (31).

En el artículo 154, de la resolución 1096 de 17 de Noviembre de 2000 se definen como tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según al tipo de material 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 0.25m^2 de área por cada litro por segundo, una relación ancho/longitud de 1:4 hasta 1:18 y una velocidad ascendente mínima de 4mm/s .

4.1.2.5 Fosas sépticas.

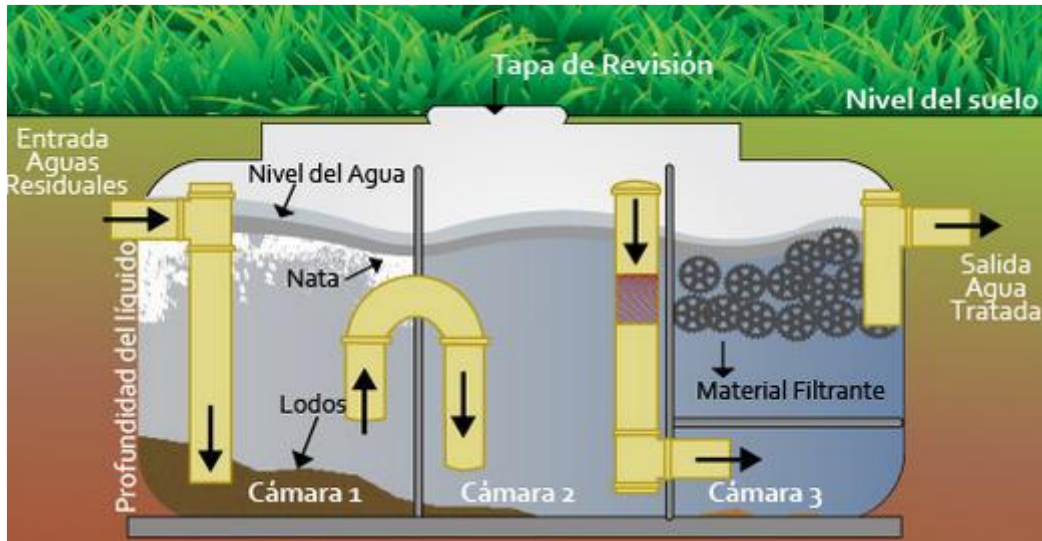


Figura No 3: Esquema de un tanque séptico

Las fosas sépticas se utilizan para el tratamiento de las aguas residuales de familias que habitan en localidades que no cuentan con servicio de alcantarillado o que la conexión al sistema de alcantarillado les resulta costosa por su lejanía. El uso de tanques sépticos se permite en localidades rurales, urbanas y urbano-marginales.

Uno de los principales objetivos del diseño de la fosa séptica es crear dentro de esta una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. Los sólidos sedimentables que se encuentren en el agua residual cruda forman una capa de lodo en el fondo del tanque séptico.

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

Las grasas, aceites y demás material ligero tienden a acumularse en la superficie donde forman una capa flotante de espuma en la parte superior y la capa de lodo sedimentado en el fondo. El líquido pasa por el tanque séptico entre dos capas constituidas por la espuma y los lodos.

La materia orgánica contenida en las capas de lodo y espuma es descompuesta por bacterias anaerobias, y una parte considerable de ella se

convierte en agua y gases más estables como dióxido de carbono, metano y sulfuro de hidrógeno. El lodo que se acumula en el fondo del tanque séptico está compuesto sobre todo de hilachas provenientes del lavado de prendas y de lignina, la cual hace parte de la composición del papel higiénico, aunque estos materiales lleguen a degradarse biológicamente, la velocidad de descomposición es tan baja que éstas últimas se acumulan.

Las burbujas de gas que suben a la superficie crean cierta perturbación en la corriente del líquido. La velocidad del proceso de digestión aumenta con la temperatura, con el máximo alrededor de los 35°C. El líquido contenido en el tanque séptico experimenta transformaciones bioquímicas, pero se tiene pocos datos sobre la destrucción. El efluente de los tanques sépticos es anaerobio y contiene probablemente un número elevado de agentes patógenos, que son una fuente potencial de infección, no debe usarse para regar cultivos, no descargarse en canales o aguas superficiales sin permiso de la autoridad sanitaria de acuerdo al reglamento nacional vigente.

Los elementos básicos de una fosa séptica son: el tanque séptico y el campo de Oxidación; en el primero se sedimentan los lodos y se estabiliza la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias, en el segundo las aguas se oxidan y se eliminan por infiltración en el suelo.

4.2 Marco Conceptual

4.2.1 El Agua Como Recurso Natural. El agua es una sustancia cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. En su uso más común, con agua nos referimos a la sustancia en su estado líquido, pero la misma puede hallarse en su forma sólida llamada hielo, y en forma gaseosa que llamamos vapor. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre. En nuestro planeta, se localiza principalmente en los océanos donde se concentra el 96,5% del agua total, los glaciares y casquetes polares tiene el 1,74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), y los glaciares continentales suponen el 1,72% y el restante 0,04% se reparte en orden decreciente entre lagos, la humedad del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos.

Se estima que aproximadamente el 70% del agua dulce se consume en la agricultura. El agua en la industria absorbe una media del 20% del consumo mundial, empleándose como medio en la refrigeración, el transporte y como disolvente de una gran variedad de sustancias químicas. El consumo doméstico absorbe del orden del 10% restante.

El agua potable es esencial para todas las formas de vida, incluida la humana. El acceso al agua potable se ha incrementado sustancialmente durante las últimas décadas en la práctica totalidad de la superficie terrestre.

4.2.1.1 el uso del agua.

4.2.1.1.1 ¿Para qué utilizamos el agua? Diariamente utilizamos grandes cantidades de agua, para propósitos diferentes: Para beber, para lavar los platos, para tomar una ducha, para tirar de

la cisterna en el servicio, para cocinar y para muchas otras actividades. Pero el agua se utiliza no solamente para las tareas domésticas, los seres humanos también utilizan el agua en las industrias y en la agricultura.

En agricultura el agua se utiliza principalmente para regar los cultivos, pero en las industrias responde a diversos propósitos. Puede servir como un ingrediente de un producto que producimos, puede también ser una parte de todo un proceso de producción.

El agua se puede utilizar para enfriar sustancias en el proceso de producción, para el transporte y para acondicionar materias primas, para hervir o cocinar, para limpiar con un chorro de agua a presión, y para el transporte de productos por barco.

4.2.1.1.2 ¿Por qué a menudo el agua del grifo huele a cloro? El agua potable tiene que ser protegida contra los microorganismos y los contaminantes que pueden entrar en ella a través de las tuberías que la transporta a las casas.

Esto sucede por medio de la desinfección con varios agentes desinfectantes, el cloro es posiblemente el más extensamente usado.

El cloro es un desinfectante muy eficaz, que se utiliza para matar cualquier bacteria dañina que pudiera estar presente en la fuente de agua. La cantidad de cloro que se utiliza está basada en la cantidad de agua que se quiere tratar, la cantidad de contaminantes que deben ser controlados y el tiempo que toma el agua en alcanzar la primera casa.

Los niveles de cloro son generalmente bajos, pero en algunas áreas rurales hay más peligros para el agua potable y los niveles de cloro que se utilizan son un poco más altos. La gente puede olerlo cuando abren el grifo del agua. Cuando el agua del grifo huele como a cloro, esto no significa un peligro para la gente que la bebe.

Los niveles de cloro usados en el agua potable no son lo bastante altos como para formar una amenaza seria para la salud de cualquier persona.

Si el agua tiene un olor a cloro, puede indicar que realmente que no hay bastante cloro añadido al sistema, ya que aumentando la cantidad de cloro usada en la planta de tratamiento se pueden formar diversos compuestos de cloro en el agua, que disminuyen el “olor a cloro”.

4.2.1.1.3 ¿Cómo evitar el mal uso del agua? El agua es un recurso natural limitado y vulnerado permanentemente por el desarrollo humano. Una forma de cuidarla es conocer el consumo que producen distintos artefactos hogareños.

- Lavarropas: 100 litros por ciclo.
- Descarga de inodoro: 20 litros por vez.
- Baño de inmersión: 200 litros.
- Ducha breve: 80 litros.
- Lavado de auto: 500 litros.
- Lavado de vajilla: 30 litros.
- Riego con manguera: 500 litros por hora.

4.2.2 Tipos de Aguas Residuales. La clasificación se hace con respecto a su origen, ya que este origen es el que va a determinar su composición.

4.2.2.1 aguas residuales urbanas. Son los vertidos que se generan en los núcleos de población urbana como consecuencia de las actividades propias de éstos.

Los aportes que generan esta agua son:

- Aguas negras o fecales
- Aguas de lavado doméstico

- Aguas de limpieza de calles
- Aguas de lluvia y lixiviados

Las aguas residuales urbanas presentan una cierta homogeneidad cuanto a composición y carga contaminante, ya que sus aportes van a ser siempre los mismos. Pero esta homogeneidad tiene unos márgenes muy amplios, ya que las características de cada vertido urbano van a depender del núcleo de población en el que se genere, influyendo parámetros tales como el número de habitantes, la existencia de industrias dentro del núcleo, tipo de industria, etc.

4.2.2.2 aguas residuales industriales. Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria.

A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

4.2.3 Agentes Contaminantes.

4.2.3.1 contaminantes habituales.

4.2.3.1.1 Arenas. Entendemos como tales una serie de particular de tamaño apreciable y que en su mayoría son de naturaleza mineral, aunque pueden llevar adherida materia orgánica. Las arenas enturbian las masas de agua cuando están en movimiento, o bien forman depósitos de lodos si encuentran condiciones adecuadas para sedimentar.

4.2.3.1.2 Grasas y aceites. Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas. Estas natas y espumas entorpecen cualquier tipo de tratamiento físico o químico, por lo que deben eliminarse en los primeros pasos del tratamiento de un agua residual.

4.2.4 Residuos con requerimiento de oxígeno. Son compuestos tanto orgánicos como inorgánicos que sufren fácilmente y de forma natural procesos de oxidación, que se van a llevar a cabo con u con sumo de oxígenos del medio. Estas oxidaciones van a realizarse bien por vía química o bien por vía biológica.

4.2.4.1 Nitrógeno y fósforo. Tienen un papel fundamental en el deterioro de las masas acuáticas. Su presencia en las aguas residuales es debida a los detergentes y fertilizantes, principalmente. El nitrógeno orgánico también es aportado a las aguas residuales a través de las excretas humanas.

4.2.4.2 Agentes patógenos. Son organismos que pueden ir en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que son capaces de producir o transmitir enfermedades.

Otros contaminantes específicos

Incluimos sustancias de naturaleza muy diversa que provienen de aportes muy concretos: metales pesados, fenoles, petróleo, pesticidas, etc.

4.2.5 Agentes contaminante orgánicos.

- Son compuestos cuya estructura química está compuesta fundamentalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Son los contaminantes mayoritarios en vertidos urbanos y vetados generados en la industria agroalimentaria.

Los compuestos orgánicos que pueden aparecer en las aguas residuales son:

- Proteínas: proceden fundamentalmente de excretas humanas o de desechos de productos alimentarios. Son biodegradables, bastante inestables y responsables de malos olores.

- Carbohidratos: incluimos en este grupo azúcares, almidones y fibras celulósicas. Proceden, al igual que las proteínas, de excretas y desperdicios.

- Aceites y grasas: altamente estables, inmiscibles con el agua, proceden de desperdicios alimentarios en su mayoría, a excepción de los aceites minerales que proceden de otras actividades.

- Otros: incluiremos varios tipos de compuestos, como los tensioactivos, fenoles, organoclorados y órganos fosforados, etc. Su origen es muy variable y presentan elevada toxicidad.

Como expresó el Ingeniero Domingo Laghi entre los contaminantes orgánicos se encuentran “una gran cantidad de grasas, proteínas, clucidos, restos que digiere y no digiere el cuerpo, el amoniaco con el orín, detergente y jabón”.

4.2.6 Agentes contaminantes inorgánicos. Son de origen mineral y de naturaleza variada: sales, óxidos, ácidos y bases inorgánicas, metales, etc. Aparecen en cualquier tipo de agua residual, aunque son más abundantes en los vertidos generados por la industrial. Los componentes inorgánicos de las aguas residuales estarán en función del material contaminante así como de la propia naturaleza de la fuente contaminante.

4.2.6.1 Bacterias. Las bacterias en las aguas residuales se pueden clasificar como eubacterias procariotas unicelulares.

En función de su forma, las bacterias pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: esferoidales, bastón, bastón curvado y filamentosas. Las bacterias esferoidales, que reciben el nombre de cocos, tienen un diámetro aproximado de entre 1 y 3 micras. Las bacterias de forma de bastón, conocidas como bacilos, tienen tamaño muy variable, entre 0,5 y 2 micras de ancho por entre 1 y 10 micras de largo.

Los *Escherichia coli*, organismo común en heces humanas, miden del orden 0,5 micras de ancho por 2 micras de largo. Las bacterias de tipo bastón curvado tienen dimensiones que pueden variar entre 0,6 y 1,0 micras de ancho por entre 2 y 6 micras de longitud.

El papel que desempeñan las bacterias en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento, es amplio y de gran importancia. Por ello resulta imprescindible conocer sus características, funciones, metabolismo y proceso de síntesis.

4.2.6.1 Enfermedades. Cuando las aguas residuales de tipo doméstico son lanzadas a los ríos o cuerpos de agua sin ningún tratamiento o desinfección suelen contaminarlos con altas concentraciones de bacterias, virus y parásitos creándose un grave problema de salud pública. Entre las principales enfermedades que se propagan por este mal manejo de las aguas residuales están las diarreas (bacterianas y víricas), la tifoidea y la paratifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa, la amibiasis, giardiasis, etc.

La Doctora Liliana Beinotti agregó “las principales enfermedades son las gastrointestinales, cólera y todo tipo de parasitosis. Esto se soluciona con un sistema cloacal y buen tratamiento de las aguas residuales para evitar o disminuir la peligrosidad de las mismas”.

Como es muy difícil detectar y cuantificar a todos los patógenos causantes de estas enfermedades los ingenieros sanitarios y muchas autoridades de salud pública utilizan como organismo indicador de la contaminación por patógenos a los coliformes fecales (NMP CF/100 ml). La mayoría de las industrias producen descargas de desechos líquidos que tienen demandas bioquímicas de oxígeno (DBO) muy altas pero concentraciones de coliformes fecales menores que las de las aguas residuales domésticas, pudiéndose decir que los desechos industriales constituyen un gran problema ecológico y los desechos domésticos un gran problema de salud pública aunque ambos coadyuven en el deterioro general de la calidad del agua.

Si las aguas de riego están muy contaminadas, la salud dependerá del buen manejo agrícola, del buen mercadeo, y del buen manipuleo de los alimentos, lo cual es muy difícil que se haga bien en países con higiene precaria. Lo anterior hace necesario seguir una política continua de mejoramiento de la calidad del agua para riego.

Entre mayor es la concentración de organismos patógenos en el agua o en los alimentos mayor es la probabilidad de que la gente se enferme.

4.2.7 Depósito de las aguas residuales.

4.2.7.1 Sistema de alcantarillado.

El sistema de alcantarillado está formado por una red de tuberías que recogen y transportan aguas pluviales y residuales a una planta de tratamiento de aguas residuales o a las aguas receptoras.

El sistema de alcantarillado está formado por una red de tuberías y una serie de instalaciones técnicas (por ejemplo, estaciones de bombeo). El sistema recoge y transporta aguas pluviales y residuales desde más de un origen a una planta de tratamiento de aguas residuales o a las aguas receptoras.

El sistema de alcantarillado puede ser combinado o separado. El sistema de alcantarillado combinado transporta por la misma tubería aguas residuales sanitarias (líquidos y residuos sólidos provenientes de residencias, edificios comerciales, complejos industriales, etc.) y aguas superficiales/pluviales. El sistema de alcantarillado separado transporta aguas residuales por una tubería de residuos sanitarios independiente y aguas pluviales por otra tubería denominada drenaje pluvial.

La red de alcantarillado ramificada se divide en unidades más pequeñas denominadas lateral, colector, troncal y colector de interceptación:

4.2.7.1.1 Alcantarilla lateral. Un conducto que recibe aguas pluviales o residuales desde estructuras residenciales, comerciales o industriales y descarga en un sistema colector público.

4.2.7.1.2 Alcantarilla colectora. Un conducto que recibe aguas pluviales o residuales desde dos o más alcantarillas laterales o de otros ramales.

4.2.7.1.3 Alcantarilla troncal. Una alcantarilla principal que recoge el caudal de dos o más alcantarillas colectoras.

4.2.7.1.4 Alcantarilla de intercepción. Una alcantarilla que recibe aguas residuales de varios colectores y alcantarillas troncales y que recibe también cantidades específicas, limitadas/controladas de aguas residuales desde alcantarillas de combinación mediante estructuras de diversificación y transporta las aguas residuales a un punto determinado para su tratamiento o eliminación.

A través del sistema de alcantarillado, las aguas residuales pueden ser transportadas por gravedad o mediante bombeo:

- Cañería de gravedad. El caudal está provocado por la fuerza de la gravedad y la tubería se diseña normalmente para funcionar parcialmente llena.
- Cañería ascendente. Se denomina así a una tubería proveniente de una estación de bombeo a través de la cual se transporta el líquido por presión. Las cañerías ascendentes se utilizan para transportar aguas residuales donde el caudal por gravedad no es posible o no es practicable.

4.2.7.2 Fosas sépticas. Las fosas sépticas son unidades de tratamiento primario de las aguas negras domésticas; en ellas se realiza la separación y transformación físico-química de la materia sólida contenida en esas aguas. Se trata de una forma sencilla y barata de tratar las aguas negras y está indicada (preferentemente) para zonas rurales o residencias situadas en parajes aislados. Sin embargo, el tratamiento no es tan completo como en una estación para tratamiento de aguas negras.

Las aguas negras, deben ser depositadas en un tanque o en una fosa para que con el menor flujo del agua, la parte sólida se pueda depositar, liberando la parte líquida. Una vez hecho eso, determinadas bacterias anaerobias actúan sobre la parte sólida de las aguas negras descomponiéndolas. Esta descomposición es importante, pues deja las aguas negras residuales con menos cantidad de materia orgánica, ya que la fosa elimina cerca del 40% de la demanda biológica de oxígeno, y así la misma puede devolverse a la naturaleza con menor perjuicio para ella.

Debido a la posibilidad de presencia de organismos patógenos, la parte sólida debe ser retirada, a través de un canal limpia-fosas y transportada a un vertedero en las zonas urbanas o enterrada en zonas rurales.

El Ingeniero Domingo Laghi no contó: “Este sistema de pileta es viejo en la historia de la humanidad, los chinos lo utilizaban y los romanos se lo copiaron cuando los romanos hacían los campamentos militares tenían 10.000 soldados que generaban gran cantidad de desechos humanos, todos esos desechos se retiraban a una laguna que tenía un doble propósito tratar los desecho y alimentar peces.”

4.2.8 Tratamiento de las aguas residuales. El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o rehuso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del

tratamiento de aguas potables.

El Ingeniero Domingo Larghi explicó “El agua queda retardada unos cuantos días en forma de agua cloacal y después sucesivamente mejora los parámetros químicos hasta llegar a ser agua potable”

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional antes de la descarga o reutilización apropiada.

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

- Tratamiento primario (asentamiento de sólidos)
- Tratamiento secundario (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente)
- Tratamiento terciario (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

4.2.8.1 Tratamiento primario. El tratamiento primario es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, de ahí conocido también como tratamiento mecánico.

4.2.8.2 Tratamiento secundario. El tratamiento secundario es designado para substancialmente degradar el contenido biológico de las aguas residuales que se derivan de la basura humana, basura de comida, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales e industriales trata el licor de las aguas residuales usando procesos biológicos aeróbicos. Para que sea efectivo el proceso biótico, requiere oxígeno y un substrato en el cual vivir. Hay un número de maneras en la cual esto está hecho. En todos estos métodos, las bacterias y los protozoarios consumen contaminantes orgánicos solubles biodegradables (por ejemplo: azúcares, grasas, moléculas de carbón orgánico, etc.) y unen muchas de las pocas fracciones solubles en partículas de floculo. Los sistemas de tratamiento secundario son clasificados como película fija o crecimiento suspendido. En los sistemas fijos de película –como los filtros de roca- la biomasa crece en el medio y el agua residual pasa a través de él. En el sistema de crecimiento suspendido –como fangos activos- la biomasa está bien combinada con las aguas residuales. Típicamente, los sistemas fijos de película requieren superficies más pequeñas que para un sistema suspendido equivalente del crecimiento, sin embargo, los sistemas de crecimiento suspendido son más capaces ante choques en el cargamento biológico y provee cantidades más altas del retiro para el DBO y los sólidos suspendidos que sistemas fijados de película.

4.2.8.3. Tratamiento terciario. El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede

ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

4.2.8.4 TRATAMIENTO DE AGUAS DOMICILIARIAS.

4.2.8.4.1 Cámara séptica. La cámara séptica tiene la finalidad de separar y transformar la materia sólida contenida en el agua cloacal mediante un proceso biológico y descargar en el terreno, donde se completa el tratamiento, los líquidos y gases resultantes de las transformaciones operadas. La descarga puede efectuarse también a un pozo negro.

Las aguas de lluvia y las de lavado, en ningún caso deben ser echadas a la cámara, pues esa gran cantidad de agua impediría el proceso biológico, arrastrando los productos orgánicos antes de terminar su depuración.

Debe evitarse también el uso de papel que no sea del tipo llamado higiénico y el desinfectar los inodoros con antisépticos, que destruirán las bacterias activas.

La capacidad de la cámara séptica debe ser de diez a veinte veces la cantidad de agua que diariamente reciba, es decir, deberá tener una capacidad aproximada de 250 l por persona. En ningún caso se harán cámaras sépticas de menos de 2.000 l.

4.2.8.4.2 ¿Qué es un pozo negro? Un pozo negro es un pozo seco subterráneo en un espacio exterior que recibe desechos y aguas negras de las casas, las industrias o las empresas comerciales. Después de entrar a un pozo negro, los desechos se descomponen en líquidos que se filtran al terreno a través de orificios en el pozo. Las aguas negras también salen a través de orificios y entran al suelo.

En un sistema de pozos negros, varios contaminantes causantes de enfermedades provenientes de los desechos sin tratar, pueden entrar a las fuentes de agua subterránea situadas a poca profundidad y contaminar el agua potable, los arroyos, los lagos y, a la larga, el mar. Los

sistemas en estado de deterioro pueden exponer a la población a bacterias y virus dañinos. Los olores pueden acarrear riesgos para la salud humana. Si algunos materiales como sustancias químicas, petróleo, gas, pesticidas o pinturas entran a un pozo negro, pueden ser dañinos para el medio ambiente. Estos líquidos tóxicos no se deben votar nunca en el sistema de desagüe.

4.3 Estado del Arte

En este capítulo daremos una reseña de los países donde este sistema ha sido implementado de igual manera dar a conocer los inicios de este sistema, su impacto tanto de manera ambiental, químico y de ingeniería.

4.3.1 inventor y desarrollador. CARLOS LAUCEVICIUS. Brasileño, natural de Sao Paulo, se dedicó a encontrar soluciones a las necesidades reales con respecto a las condiciones que se encontraba, buscando la manera de obtener resultados mensurables y ejecutables, que sean sostenibles en el tiempo.



Ilustración 1. Carlos Laucevicius

4.3.2 SU INVENTO. En mediados de la década de 80, desarrolló el primer prototipo del SISTEMA CORÓH®, al encontrarse en un campamento de mineración, en medio de la jungla de la Amazonia, que estaba padeciendo un brote de cólera y otras enfermedades gastrointestinales.

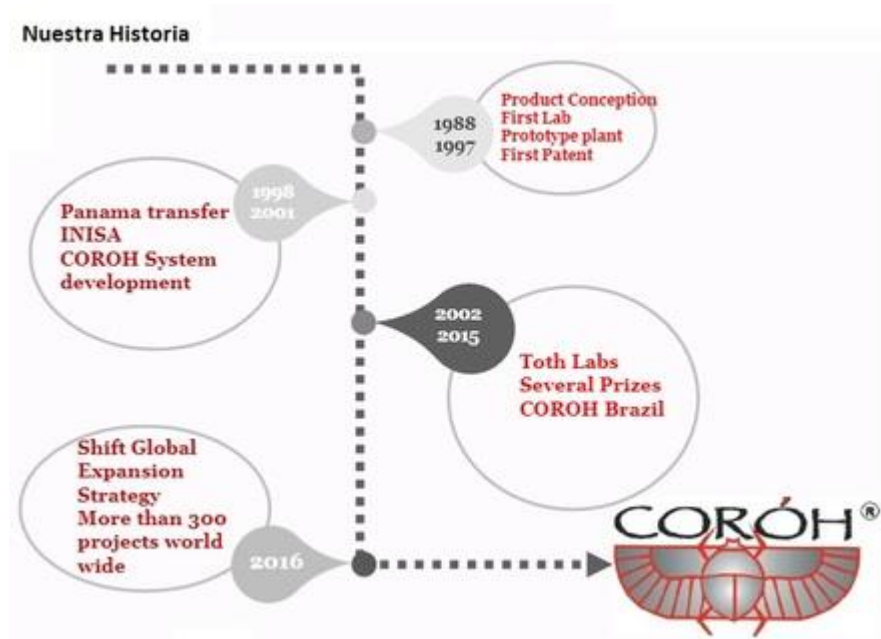
De regreso a Sao Paulo, estableció su primer laboratorio de Investigación y Desarrollo, a finales de los 80s e inicio de los 90s. Ahí, ensayó con las más diversas clases de contaminantes residuales, desarrollando el estado del arte y la primera patente del sistema.

Trabajó conjuntamente con la Academia, de forma a que cada proceso estuviera fuertemente sustentado en definiciones teóricas y bibliográficas.

A finales de la década de 90, se transfirió a la República de Panamá, bajo invitación del presidente del país, que en este momento pasaba por fuertes mudanzas políticas debido a la entrega del Canal a manos panameñas.

Participó de diversas consultorías y mesas de diálogos sobre el desarrollo del saneamiento en el país. Adquirió la compañía Ingeniería Industrial y creó el SISTEMA CORÓH® acorde las necesidades específicas y requerimientos del país.

Actualmente, cuenta con más de 300 SISTEMAS CORÓH® instalados y operando en Panamá y varios otros países. Ha sido reconocido en diversos premios y galardones nacionales e internacionales.



4.3.3 Sus colaboradores.

Dra. Carla Laucevicius, MGA
Directora Toth Research and Labs
CTO Sistema CORÓH®



Ilustración 2. Carla Laucevicius

Bajo la observación y enseñanza de su padre, Carla Laucevicius, es la fundadora de Toth Research & Lab, empresa que nace de la inquietud en demostrar bajo criterio científico todo el potencial existente en el SISTEMA CORÓH® y realizar el desarrollo y evolución del mismo en la actualidad. Acrecentando un perfil multidisciplinar, en su gestión, el SISTEMA CORÓH® ha

sido galardonado por diversos premios y ha sido reconocido por entidades oficiales como una tecnología innovadora y de desarrollo limpio (MDL).

Es la investigadora principal de diversos proyectos de I+D (Innovación y desarrollo) , además de coordinar y supervisar los proyectos de demás investigadores en áreas críticas del Desarrollo Sostenible. En sus responsabilidades se incluye la Gestión de Calidad del grupo para cumplimiento de la Normas y leyes pertinentes de los diversos países.

Médica de formación, cree que la solución a los desafíos de la salud primaria está en la protección y conservación del ambiente, principalmente del AGUA, con un enfoque holístico e interdisciplinar.

Además, como emprendedora, invierte en el desarrollo tecnológico y la investigación basada en un propósito, fomentando proyectos con potencial para producir bienes y servicios en la esfera del conocimiento, tangible e intangible, intelectual, con contenido creativo y alto valor económico.

4.3.4 Sus proyectos. Actualmente este sistema se está utilizando en diferentes países, pero según investigaciones y referencias en Colombia no se ha presentado este sistema por tal motivo sería toda una innovación para el país y para el municipio ya que el sector donde se localizaría sería nuevamente un espacio armonioso y utilizable a lo que se presenta actualmente.

A continuación, se presentan algunos de los sitios donde se ha presentado este sistema:

PANAMA.



BARCELONA Y ITALIA

PROYECTOS REALIZADOS: BARCELONA - ITALIA

35 habitantes	PTAR Existente
90 habitantes	Ampliación



Monobloque
doble COROH®
(90.000hab.eq.)

The image shows an aerial view of a wastewater treatment plant. In the foreground, there are several large circular tanks and a white cylindrical tank. In the background, there is a large building with a red roof, which is the 'Monobloque doble COROH®'. The sky is clear and blue, and there are mountains in the distance.

5. METODO CONSTRUCTIVO



Ilustración 3. Sistema de tratamiento Aeróbico Vertical

El sistema de tratamiento aeróbico vertical continuo es el más novedoso y moderno equipo desarrollado para el tratamiento de aguas residuales.

Su concepción inició de la investigación científica de la aplicación de técnicas que disminuyen los inconvenientes provocados por la adopción de las soluciones llamadas clásicas o convencionales.

La originalidad de esta solución es el aprovechamiento de la sinergia obtenida por la instalación en serie de los reactores unitarios, generando una cinética peculiar de reciclaje total de los elementos a ser tratados, hasta su completa neutralización.

Esta misma secuencia serial permite el cambio de las operaciones unitarias, donde se puede eliminar una etapa sin pérdida significativa de la eficiencia final. Este proceder es extremadamente útil para el mantenimiento de una celda o para eventuales contingencias.

Los componentes son apropiados para resistir las diferentes condiciones de agresividad de las aguas servidas afluentes y el sistema no tiene piezas o partes móviles en contacto con las aguas en tratamiento.

Acorde con las necesidades o de las exigencias legales específicas, el sistema es conformado con sus equipos obligatorios (comunes a todos los modelos).



Ilustración 4. esquema sistema Aeróbico Vertical

Cuidando el agua del Planeta

Las Plantas de Tratamiento de Agua Residual SISTEMA AEROBICO VERTICAL CONTINUO (PTAR), son dispositivos con alta tecnología, para el tratamiento de agua residual. Las mismas generan una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin disminuir los contaminantes presentes en el agua, generados por actividades humanas, y de esta forma cumplir con los estándares de calidad del agua según su uso (abastecimiento público, recreación, pesca, agricultura y vida acuática) acorde al índice de calidad de agua (ICA) de forma a tener la protección de la salud, seguridad humana, vida animal, vegetal y medio ambiente.

El SISTEMA es el más novedoso y moderno equipo desarrollado para el tratamiento de aguas residuales. Su diseño es resultado de extenuante y continua investigación científica de la cual ha demostrado su eficiencia con más de 250 estaciones instaladas en Panamá y diferentes lugares en el mundo.

Utilizando este Sistema de Tratamiento de Agua Residual, se contribuye al cuidado del agua superficial y subterránea, preservando de esta forma la fuente de vida de las futuras generaciones, de acuerdo a las perspectivas del desarrollo sostenible, Declaración de Brundtland 1972.

Debemos considerar que el manejo del sistema sanitario depende de todos los usuarios, donde la función de la PLANTA DE TRATAMIENTO es mitigar la contaminación generada por la ocupación bajo las especificaciones del diseño.

Como todo sistema de tratamiento biológico aeróbico, la operación de la Planta exige cuidados que deben ser observados en la admisión de las aguas residuales.

Partes básicas del sistema

✓ *Caseta de máquinas:*

Tablero regulador de aire

Compresor de baja presión

Compresor de alta presión

Tablero eléctrico de distribución

Intercambiador de calor

Ventanas

✓ *Sistema de tanques:*

Reactor profundo

Reactor Decantador

Filtro biológico

5.1 Partes Básicas del Sistema De Tratamiento De Aguas Residuales Aerobico Vertical

Continuo

En el siguiente capítulo se definirán las partes que conforman el sistema de tratamiento.

5.1.1. Diseño. El principal componente del Sistema es el tanque reactor con múltiples funciones, donde las aguas residuales a ser tratadas reaccionan aeróbicamente con las actividades microbianas en un ambiente permanentemente aireado.

Al requerirse, se puede instalar equipos previos para efectuar el pre-tratamiento para adecuar las aguas residuales a los patrones establecidos y también un post-tratamiento para garantizar la calidad deseada.

Los tanques de reacción y filtración hacen el tratamiento de forma continua y los materiales empleados en su construcción tienen resistencia suficiente para garantizar una larga vida útil.

El único equipo que tiene partes móviles es el soplador que suministra aire en volúmenes suficientes, pero no entra en contacto directo con los efluentes en tratamiento.

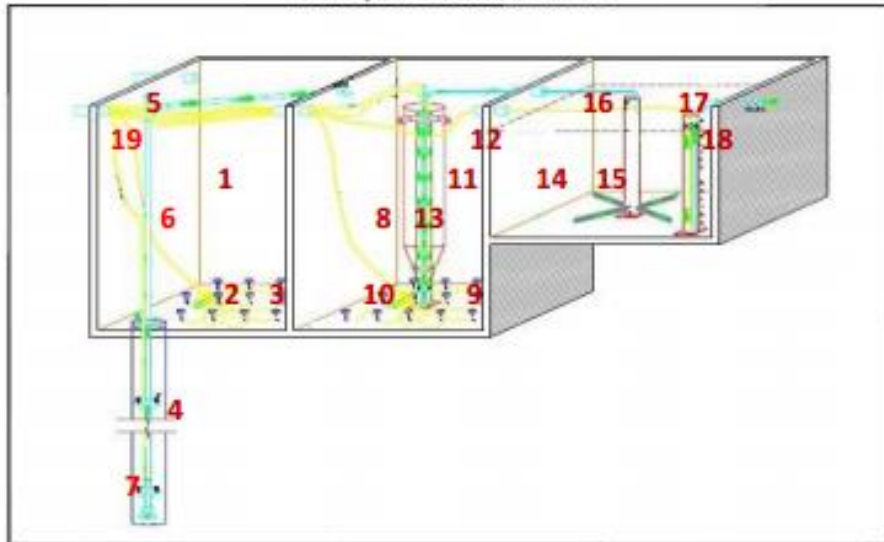
La operación es sencilla, semi automatizada y requiere un mínimo de mantenimiento.

5.1.2 las partes que componen el equipo y operación. Las etapas previstas de operación fueron automatizadas para exigir del propietario el menor número de intervenciones periódicas, pero el mantenimiento de las condiciones operativas pide un mínimo de atención. Así es importante conocer las partes del sistema de tratamiento de aguas residuales aeróbico vertical continuo y sus funciones, para restablecer de inmediato las condiciones operativas para cual es instalado.

La PTAR puede ser vista en función del mantenimiento en dos partes:

- Sistemas de Tanques de reacción
- Caseta de Máquinas

5.1.2.1 Sistema de tanques de reacción.



1 - Tanque del Reactor de Pozo Profundo
 2 - Difusores de Fondo
 3 - Distribuidor de Aire de Fondo
 4 - Reactor POZO PROFUNDO
 5 - Bombas de Densidad del Reactor
 6 - Columna de Extracción
 7 - Difusor de Columna

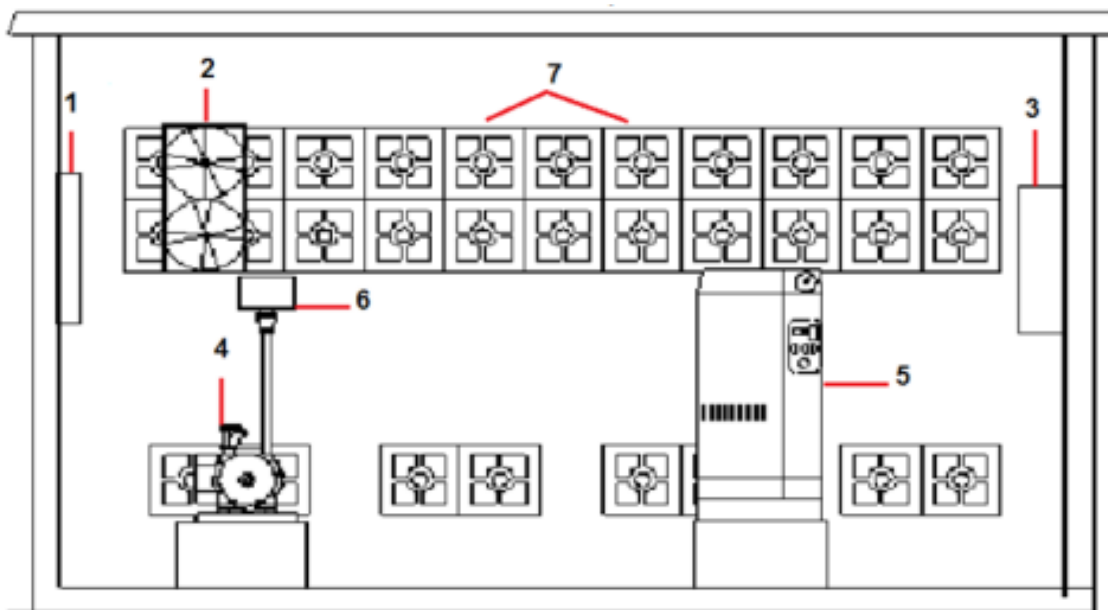
8 - Tanque del Reactor decantador
 9 - Difusores de Fondo
 10 - Distribuidor de Aire de Fondo
 11 - Reactor Decantador
 12 - Bombas de Densidad del Reactor
 13 - Columna de Extracción

14- Tanque Filtro Percolador
 15 - Distribuidor de Agua al Filtro
 16 - Gravillas de Substrato
 17 - Colector de Superficie
 18 - Bomba de Densidad de Salida
 19 - Tubería de Distribución de Aire

Figura 2 Tanque de Reacción (Fuente: <https://prezi.com/whxas-2grcg/sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>)

5.1.2.2 Caseta de Máquinas.

Es una estructura de concreto con una puerta de acero, la misma posee dimensiones y diseños definidos conforme cada proyecto, dependiendo de la necesidad y requerimiento surgido.



1. Tablero regulador de aire	5. Ventilador
2. Compresor de baja presión	6. Ventanas
3. Compresor de alta presión	7. Protector de voltaje
4. Tablero eléctrico de distribución	

Figura 3 Corte Caseta. (Fuente: Diseño Propio)

5.1.2.2.1 *Tablero regulador de aire.* Caja de metal o plástico que contiene un conjunto de manómetros reguladores de presión de aire comprimido, cada manómetro muestra el flujo distribuido hacia partes determinadas dentro de la PTAR.

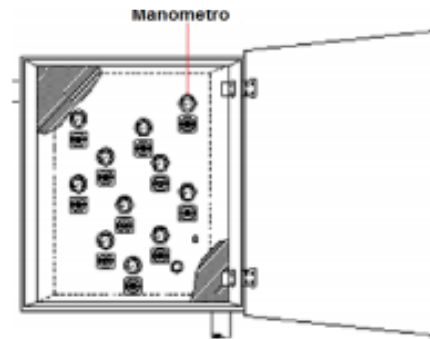


Figura 4 Tablero Regulador de Aire, Fuente (Diseño Propio)

- *Reguladores de Presión:*

Son válvulas que hacen la reducción de la presión generada por el compresor de aire para las requeridas en las estructuras de tratamiento.

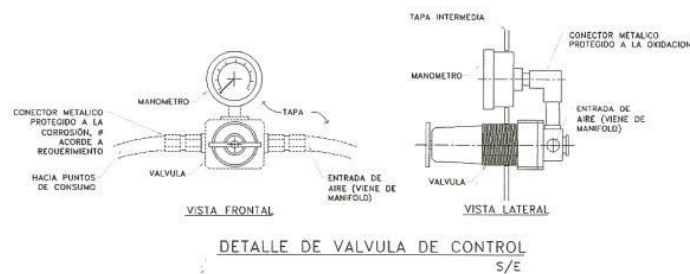


Figura 5 Reguladores de Presión, Fuente: (Diseño Propio)

5.1.2.2.2 *Compresor de baja presión.* Equipo mecánico que utiliza paletas rotativas con alta presión. Este compresor realiza la inyección de aire en los tanques que utilizan baja presión. Presión de 14.7 psi a 20 psi.

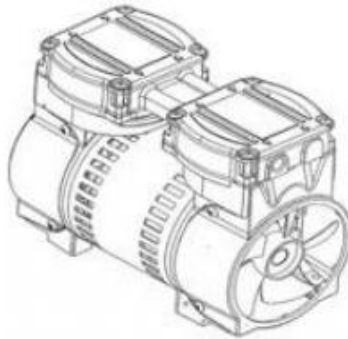


Figura 6. Compresor de Baja Presión, Fuente: (Diseño Propio)

5.1.2.2.3 *Compresor de alta presión.* Equipo mecánico que extrae aire de la atmósfera, para comprimirlo y enviarlo dentro de diversas partes de la PTAR. Este compresor realiza la inyección de aire en los tanques que utilizan alta presión. Presión hasta 125 psi.

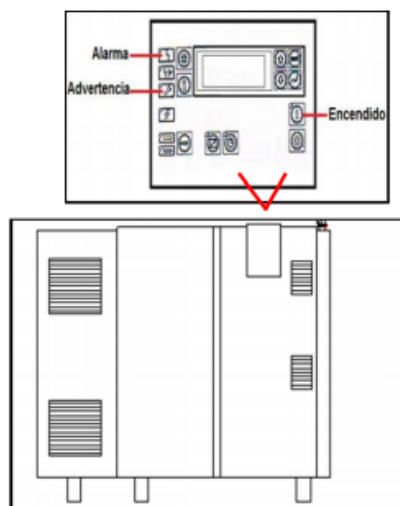


Figura 7. Compresión de Alta Presión, Fuente: (Diseño Propio)

5.1.2.2.4 Tablero eléctrico de distribución. Elemento donde se encuentran todos los dispositivos de protección y maniobra de los circuitos eléctricos que componen la instalación de la Planta de tratamiento.

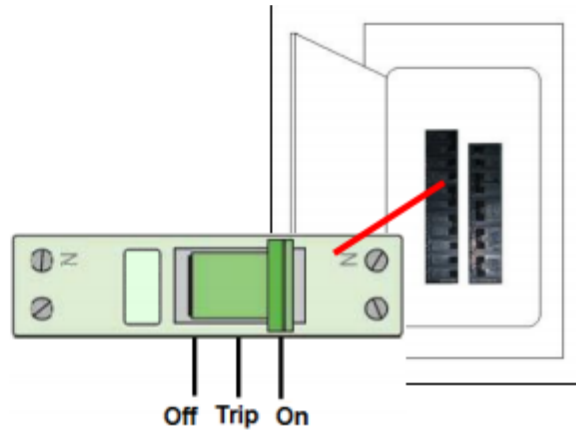


Figura 8, Tablero Eléctrico de Distribución, Fuente: (Diseño Propio)

5.1.2.2.5 Intercambiador de calor. Máquina rotativa, apta para impulsar el flujo de aire. Su función es de interferir en el calentamiento, evitando deterioro de piezas dentro de la caseta de máquinas.

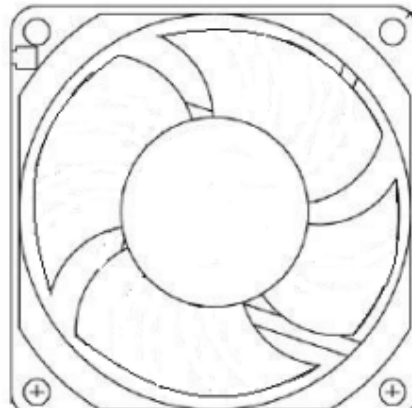


Figura 9. Intercambiador de Calor, Fuente: (Diseño Propio)

5.1.2.2.6 *Ventanas*. Las ventanas junto con el intercambiador de calor, proporcionan la ventilación idónea permitiendo que el flujo de aire caliente circule hacia el exterior de la caseta de maquinas

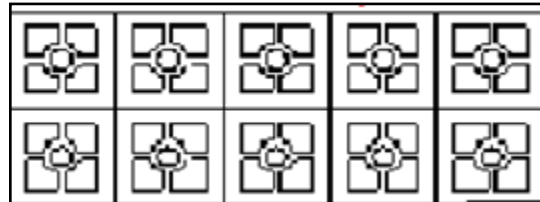


Figura 10. Ventanas, Fuente: (Diseño Propio)

5.1.2.2.7 *Protector de voltaje*. Censa las variaciones de voltaje y desconecta el suministro eléctrico hacia los compresores, en caso de que el voltaje no sea el adecuado. Algunas de las fallas detectadas Son:

- Pérdida de fase
- Caída de voltaje
- Giro inverso de motor

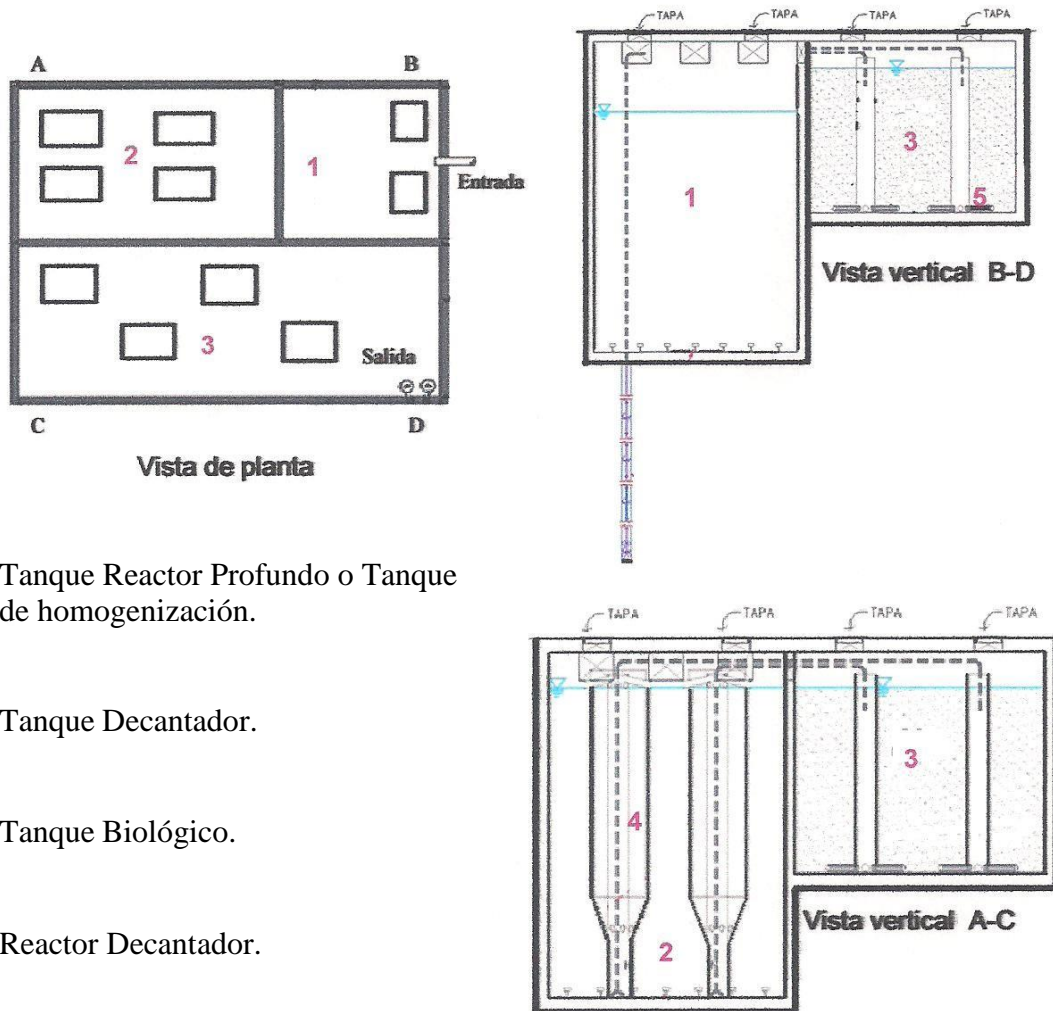


Figura 11. Protector de Voltaje, Fuente: (Diseño Propio)

PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

La Caseta de Máquina es el corazón de la PTAR, donde estará contenidos todos los compresores y bombas que la PTAR. El compresor retira el aire atmosférico y lo comprime para la introducción por los difusores en las profundidades establecidas.

Los modelos y capacidades de los compresores varían de acuerdo a la dimensión de la PTAR y por ser únicamente instaladas presentarán **manuales propios** de mantenimiento.



1. Tanque Reactor Profundo o Tanque de homogenización.
2. Tanque Decantador.
3. Tanque Biológico.
4. Reactor Decantador.

Figura 12. Distribución Tanques Sistema Coroh®

5.2 Sistema de Tanques

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, consta de tanques en serie, dentro de los cuales se procesa el agua residual, generando un efluente con características físicas, químicas y biológicas aceptables, inofensivos al ambiente, cumpliendo con la legislación colombiana vigente.

5.2.1 Tanque de Reactor Profundo o Homogenización

Componente de la PTAR, de alta presión compuesta de dispositivos que transfiere aire, creando el ambiente bacteriológico adecuado para el tratamiento de agua residual. Se debe percibir siempre la presencia de burbujas de aire en la superficie.

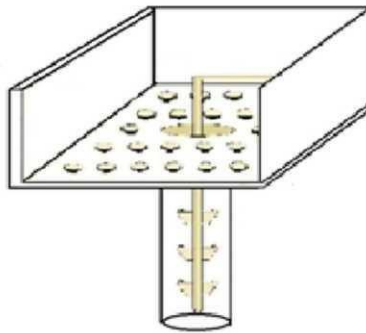


Figura 13. Tanque Reactor Profundo, Fuente: (Diseño Propio)

5.2.2 Tanque de Decantación

Dispositivo que por su disposición arquitectónica promueve la decantación, así como también crea ambiente bacteriológico diferencial que determina un proceso de digestión biológica.

Componente presente en todos los sistemas, posee reactores de fundamental importancia del proceso. El nivel del agua dentro del mismo no debe exceder o disminuir de los vertederos y en su exterior se deben visualizar burbujas de aire.

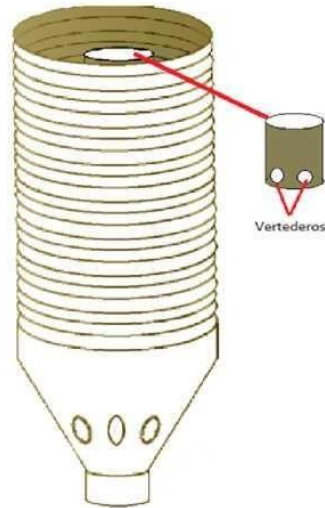


Figura 14. Tanque de Decantación, Fuente: (Diseño Propio)

5.2.3 Tanque biológico

Tanque en el cual finaliza el proceso de tratamiento del agua residual, brinda condiciones anaeróbicas complementando los procesos biológicos.

Está compuesto por un filtro percolador invertido cuyo distribuidor está ubicado en el fondo.

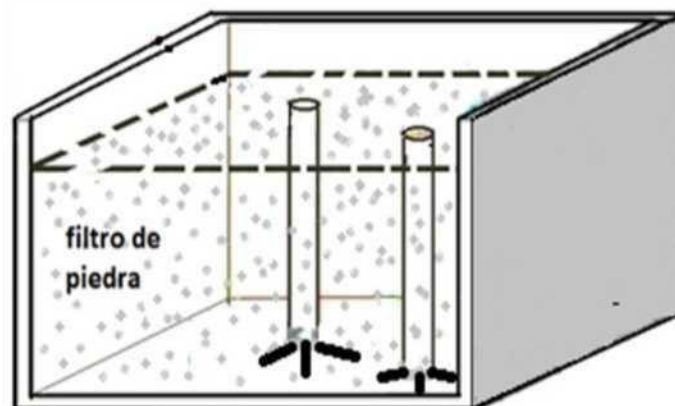


Figura 15. Tanque Biológico, Fuente: (Diseño Propio)

5.3 DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DE LOS TANQUES DE REACCIÓN

(Las imágenes son meramente ilustrativas.)

5.3.1 Tanque del reactor de pozo profundo. Estructura que puede ser edificada con los diferentes materiales de construcción adecuados al terreno y a las dimensiones requeridas.



Ilustración 5. tanque Reactor de Pozo Profundo.

5.3.2 Distribuidor de aire de fondo. Reparte el aire comprimido entre los difusores de fondo.

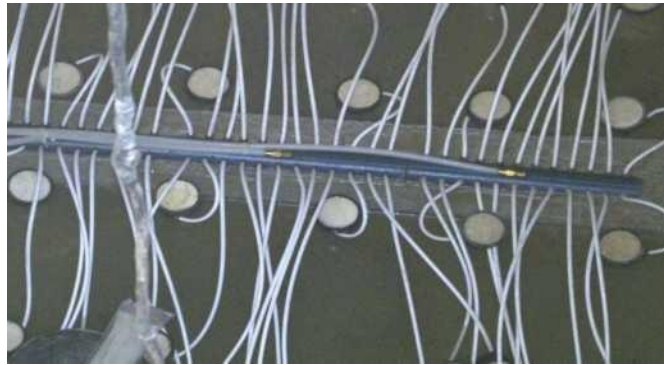


Ilustración 6. Distribuidor de Aire de Fondo

5.3.3 Difusores de fondo. Aireadores instalados en el fondo del tanque y que hacen la transferencia de aire para el agua contenida en el tanque.



Ilustración 7. Difusores de Fondo

5.3.5 Reactor del pozo profundo. Conjunto formado por el forro, por la bomba de densidad, por el tubo extractor y por los módulos de aireación conectados.



Ilustración 8. Reactor Pozo Profundo.

5.3.6 Difusor de columna. Pieza de plástico que hace la introducción de aire dentro del Reactor con aireadores instalados. Esta misma pieza está agregada en la Bomba de Densidad de Salida.



Ilustración 9. Difusor de Columna

5.3.7 Tanque del reactor decantador. Estructura que puede ser edificada con los diferentes materiales de construcción adecuados al terreno y a las dimensiones requeridas. En el interior de este tanque está instalados los difusores de fondo y el reactor Decantador.

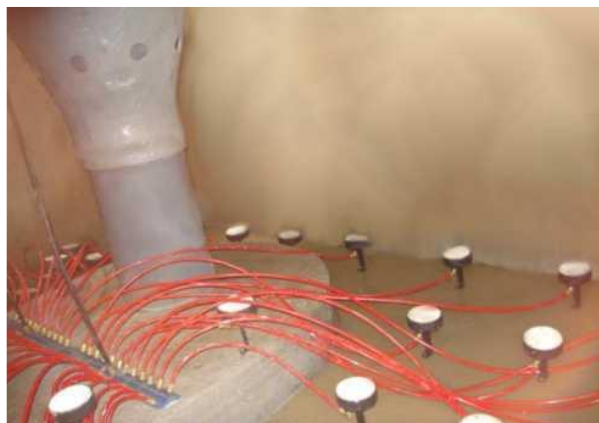


Ilustración 10. Tanque Reactor Decantador

5.3.8 Aireadores. Piezas de una mezcla de polietileno y polipropileno que forman una malla muy fina entre ellos.



Ilustración 11. Aireadores

5.3.9 Difusores de Fondo. Aireadores instalados en el fondo del tanque que hacen la transferencia de aire para el agua contenida en el tanque.



Ilustración 12. Difusores de Fondo

5.3.10 Reactor Decantador. Reactor trifásico de tubos de PVC y fibra de vidrio.



Ilustración 13. Reactor Decantador

5.3.11 Columna de Extracción. Es la tubería de plástico que conduce el agua del fondo del reactor hacia distribuidor de agua del filtro.



Ilustración 14. Columna de Extracción.

5.3.12 Bombas de Densidad del Reactor. Es la bomba que saca el agua tratada de dentro del Reactor y le transporta al Filtro Percolador.



Ilustración 15. Bomba de Densidad del Reactor

5.3.13 Tanque Filtro Percolador. Es el tanque donde se distribuye el agua tratada para terminar el tratamiento.



Ilustración 16. Tanque Filtro Percolador

5.3.14 Distribuidor de Agua al Filtro. Es un dispositivo que recibe el agua de la Bomba de Densidad del Reactor y la reparte al fondo del Tanque Filtro Percolador.

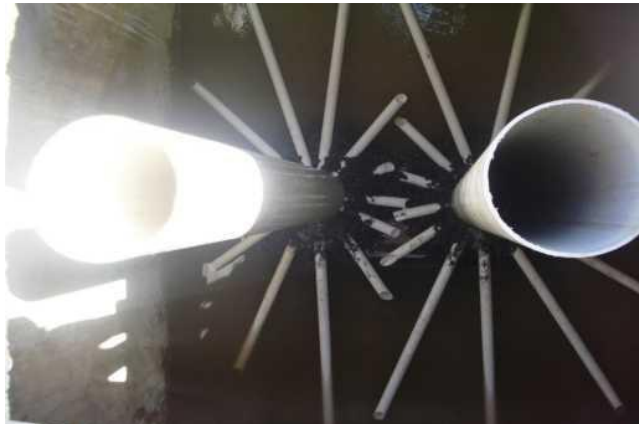


Ilustración 17. Distribuidor de Agua al Filtro

5.3.15 Colector de Superficie. Es una estructura que recoge el agua tratada después de las gravillas y de la columna hidrostática suficiente para la bomba de densidad de salida.



Ilustración 18. Colector de Superficie

5.3.16 Gravillas de Substrato. Son gravillas de dimensiones establecidas en el cálculo de pro-ceso que sirven de soporte a la formación de una película biológica que hace la remoción final de los nutrientes.



Ilustración 19. Gravillas de Substrato

5.3.17 Tubería de Distribución de Aire. Son tubos de plástico que llevan aire para los difusores y bombas de densidad.

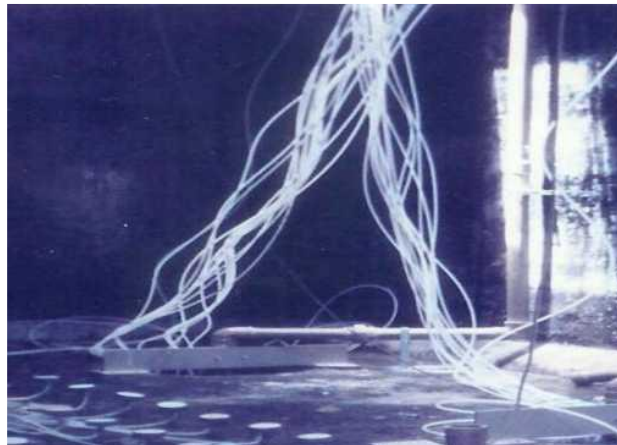


Ilustración 20. Tubería de Distribución de Aire

5.4 Descripción de la Tecnología a Implementar

El sistema es el más novedoso y moderno equipo desarrollado para el tratamiento de aguas residuales. Su concepción partió de la investigación científica, con la aplicación de técnicas que disminuyen los inconvenientes provocados por la adopción de las soluciones llamadas clásicas o convencionales.

La originalidad de esta solución es el aprovechamiento de la sinergia obtenida por la instalación en serie de los reactores unitarios, generando una cinética peculiar de reciclaje total de los elementos a ser tratados, hasta su completa neutralización.

Esta misma secuencia serial permite el cambio de las operaciones unitarias, donde se puede eliminar una etapa sin pérdida significativa de la eficiencia final. Este proceder es extremadamente útil para el mantenimiento de una celda o para eventuales contingencias.

Los componentes son apropiados para resistir las diferentes condiciones de agresividad de las aguas servidas afluentes y el sistema no tiene piezas o partes móviles en contacto con las aguas en tratamiento.

El objetivo de diseño del sistema es acoger las premisas positivas y promover el tratamiento de las aguas residuales con la aplicación de técnicas que vengán a disminuir los inconvenientes provocados con la adopción de las soluciones llamadas clásicas o convencionales.

Para evitar la ocupación de espacios y mejorar las eficiencias unitarias de cada fase del proceso se opta por la verticalización de las estructuras.

Este sistema es dimensionado conforme las características y el caudal de las aguas residuales a ser tratadas. Son estas características que determinan el tratamiento preliminar; el volumen del tanque de mezcla; la profundidad del flotador y su diámetro, que son proporcionales al período

necesario para que se completen las reacciones en su interior; el tamaño del equipo de separación de las fases sólida, líquida y gaseosa que salen del flotador, aquí llamado de dissipador de energía; y el filtro biológico de salida.

Se inicia el proceso con la remoción de materiales groseros a través de rejillas y, si hay necesidad, separadores de aceites y grasas, separadores de arenas, tamices, acondicionadores químicos, sin embargo, esos equipos son específicos a cada tipo de aguas residuales y la necesidad de aplicación de uno o más de ellos deberá ser determinada conforme las características de las aguas servidas. Esta fase es denominada “Tratamiento Preliminar” y hace parte del estudio de aplicación.

Las aguas residuales son introducidas al tanque de mezcla y mezcladas con la materia orgánica diluida en el medio líquido contenido en este tanque. En el interior del tanque de mezcla se promueve un movimiento de circulación por la introducción de aire comprimido por difusores dispuestos en el fondo. Esta circulación es controlada por la cantidad y por la diferencia de volumen de aire inyectado por los difusores para hacer la homogeneización de las aguas residuales afluentes con el contenido presente en el tanque de mezcla y con las partículas finas que son expulsadas del interior del flotador.

A continuación, la mezcla es conducida al flotador contiguo al tanque de mezcla, donde el aire es introducido por compresores y distribuido por tubería a lo largo del reactor. La materia orgánica de las aguas residuales, en presencia del aire, se aglutina y forma flojos en suspensión, los cuales sirven de núcleo de soporte para la proliferación de bacterias y otros microorganismos presentes en las aguas residuales. Esta biomasa es mantenida y reciclada en el interior del tanque de mezcla por los dispositivos de reciclo.

En el interior del tanque de mezcla, la mixtura se mantiene en movimiento en función del efecto de ascensión de las burbujas de aire liberadas por difusores de aire. Este movimiento permite la exposición de todos los materiales en suspensión en el medio líquido al efecto oxidante del aire, que puede ser enriquecido con otros gases externamente.

Los productos liberados por la biomasa son incorporados al medio líquido y actúan de manera controlada, que regula el caudal de aire introducido en el flotador. Este aire es disuelto en la masa líquida permitiendo la realización de las reacciones deseadas.

Instalado en el interior del flotador está el tubo extractor que consiste en una tubería extractora con una bomba de densidad. La bomba de densidad recoge y aspira los materiales sedimentados y los transporta para el filtro biológico especialmente desarrollado que separa y clasifica los sólidos por su densidad y libera el aire disuelto que hace parte del proceso.

El único equipo que tiene partes móviles sujetas al desgaste es el compresor de aire, pero está instalado externamente a los reactores del proceso de tratamiento, no teniendo, por tanto, contacto con las aguas residuales.

Los bombeos hidráulicos son realizados por bombas de densidad comandadas por aire comprimido y tampoco tienen piezas móviles. Son calculadas para atender a los volúmenes de circulación y de reciclo.

Los difusores inmersos son del tipo micro-porosos y pueden ser fabricados con diversas materias primas, conforme requerido por el tipo de tratamiento. Normalmente son especificados difusores plásticos de polietileno de ultra-alta densidad.

Se debe destacar que esta planta de tratamiento de aguas residuales, por su dimensión, puede ser instalada próxima a la fuente generadora de contaminantes y su implantación necesita menor cantidad de servicios de construcción civil y montaje electromecánico. La construcción es

relativamente sencilla, pues utiliza técnicas de construcción dominadas por la ingeniería de construcción civil.

La modulación del sistema de tratamiento ofrece recursos de ocupación de espacios en la superficie adecuados para la integración en el paisaje urbano y el proceso aeróbico utilizado no produce olores que puedan incomodar a los vecinos.

Estas características operacionales permiten el tratamiento de aguas residuales de una forma descentralizada reduciendo los gastos con redes de colectores, interceptores y emisarios.

5.4.1 Cinética del proceso. El sistema aeróbicamente de modo continuo, aprovechando los efectos de aireación extendida, realizando la digestión de la materia orgánica de forma a reducir los sólidos para material inerte de poco volumen. La clasificación de los sólidos resultantes es hecha de manera automática permitiendo la reducción substancial de la carga contaminante.

La fuente de energía que moviliza las aguas servidas en tratamiento es el aire comprimido que es producido por compresores silenciosos.

El hecho que todo proceso se da en cámaras cerradas, en condiciones permanentes de oxigenación óptima, no hay generación de olores y de gases perniciosos, ni espumas. Otra de las ventajas es que no utiliza la introducción de reactivos químicos para la continuación del proceso.

5.4.2 Eficiencia de la planta. La eficiencia en la remoción de contaminantes para la descarga de los efluentes en los cuerpos receptores cumple con los más rígidos estándares. Por lo tanto, el desempeño de la planta cumple con las normatividades ambientales vigentes.

El agua tratada es transparente, no emite olores y podrá ser utilizada en aplicaciones no potables como regadío, horticultura, o verterse al drenaje público sin peligro de contaminación.

5.4.3 Consumo de energía. El consumo de energía de los tanques comunicantes de la planta es mínimo, ya que la movilización de los productos a ser tratados es hecha por gravedad, y la energía aplicada es para el suministro de oxígeno en las actividades biológicas del proceso.

El consumo referencial es inferior a **2 vatios hora por m³** de agua residual con potencial contaminante doméstico.

5.4.4 Consumo de químicos. En el proceso normal de tratamiento de aguas residuales domésticos de la tecnología no es utilizada ninguna clase de productos o insumos de origen químico.

Todo esto resulta a un costo operacional exequible, trayendo una razón costo-beneficio imbatible, cuando se lleva a evaluación un largo período de necesidad operacional.

5.4.5 Instalación de la planta. El sistema prevé la condición LLAVE EN MANOS, lo que significa que la planta se entrega en perfectas condiciones operacionales, sin la necesidad de complementaciones posteriores a la entrega.

5.4.6 mantenimiento. La concepción del sistema ofrece ventajas en cuanto la operación y el mantenimiento, generando factores de costo atractivos que deben ser llevados a consideración en la evaluación de la razón costo beneficio el momento de hacer la inversión.

El sistema posee un diseño apropiado para su operación y mantenimiento, donde las estructuras son definitivas, siendo la única parte móvil el compresor de aire.

Dentro de las cámaras de decantación y homogenización no hay ningún elemento mecánico ni de metal, por lo tanto, no existen piezas móviles en contacto directo con el líquido en tratamiento y sujetas al desgaste. Estos aspectos hacen que esta planta sea moderna y eficaz, garantizando así una larga vida útil del equipo. El reemplazo de los componentes, en caso sea necesario es sencillo, hecho por los técnicos con facilidad y rapidez.

5.4.7 Aporte y/o volumen de almacenamiento de lodos. Uno de los mayores problemas en la operación de las plantas de tratamiento es el manejo de los lodos.

Debido a sus características operacionales eficientes, el SISTEMA hace la digestión de los lodos disminuyendo el volumen a ser desechado en las etapas de mantenimiento programados, eliminando la necesidad de la construcción de lechos de secados.

Esto disminuye los costos de mantenimiento y elimina las influencias dañinas al entorno por los inconvenientes que representan esta remoción, trayendo una gran ventaja en la operación de la planta.

5.5 Estudios y Diseños Técnicos Ptar El Palmar

5.5.1. Localización de proyecto. “Diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas para el sector El Palmar municipio de Flandes – Tolima” se encuentra localizado en el municipio de Flandes Tolima sector el aeropuerto, en las coordenadas Norte: 965.410.18 y este: 919.382.23 El área involucrada forma parte del espacio geográfico correspondiente al sistema hídrico de la cuenca del río Magdalena.

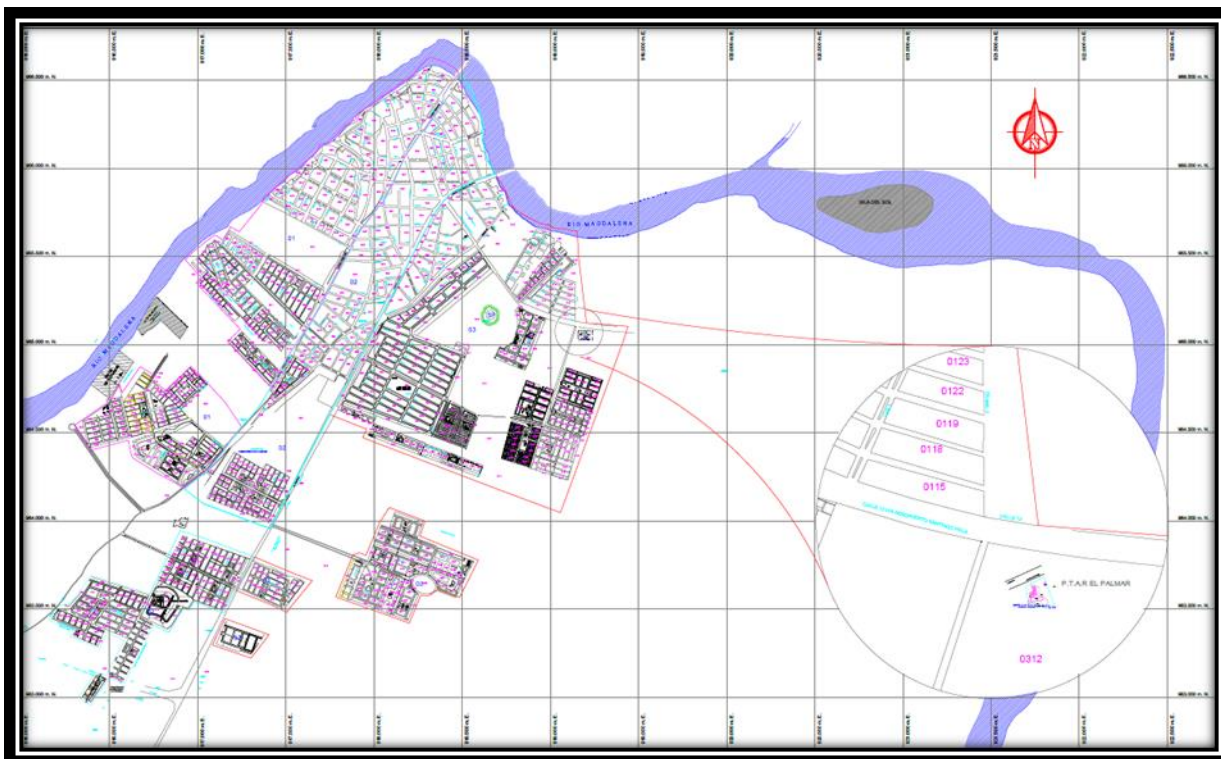


Figura 16. Localización, Fuente: (Propia)

5.5.2. Nivel de complejidad. Acorde a lo establecido en la Resolución 1096 de 2000 o RAS 2000, el nivel de complejidad conforme a los criterios de clasificación allí establecidos y teniendo en cuenta la población del municipio de Flandes, el proyecto se clasifica en el nivel de complejidad Medio Alto. (*Ver tabla 2*).

Tabla 2

Tabla de crecimiento poblacional (proy. 30 años)

Municipio de Flandes proyección población cabecera	
año	población
2017	27.189
2018	27.576
2019	27.963
2020	28.350
2021	28.737
2022	29.124
2023	29.511
2024	29.698
2025	30.285
2026	30.672
2027	31.059
2028	31.446
2029	31.833
2030	32.220
2031	32.607
2032	32.994
2033	33.381
2034	33.768
2035	34.155
2036	34.542
2037	34.929
2038	35.316
2039	35.703
2040	36.090
2041	36.477
2042	36.884
2043	37.295
2044	37.711
2045	38.131
2046	38.556
2047	38.986

Datos obtenidos en el banco de proyectos alcaldía municipal de Flandes (Fuente: Elaboración propia)

5.7 Estudio De Suelos

En el estudio que contiene además los estudios geomorfológicos, geológicos y de suelos de municipio de Flandes y el área de estudio donde se ubicará el sistema de tratamiento propuesto.

5.8 MEMORIA DE CALCULO HIDRAULICO

5.8.1. BASES DE CÁLCULO

La zona donde encuentra ubicado el proyecto corresponde a un sector netamente habitacional donde se observa un comportamiento típico de los caudales tanto de consumo como de vertimientos, para el presente proyecto se ha contemplado el tratamiento de las aguas residuales provenientes del municipio de Flandes de los barrios y condominios ubicados en la margen derecha de la carretera panamericana en sentido Flandes – Girardot, con el propósito de disminuir la contaminación hídrica sobre la fuente receptora el rio Magdalena. (*Ver tabla 4*)

Según la información brindada por Espuflan E.S.P. el número de suscriptores en la zona previamente relacionada es de 2.493 y teniendo en cuenta el plan de desarrollo municipal el promedio de habitantes por vivienda es de 4 personas; determinamos que la población objetivo en 2017 es de 9.972 habitantes.

Ya que la planta de tratamiento tendrá una vida útil de 30 años tomaremos la población futura teniendo en cuenta la tasa de crecimiento (1,17%) y la población flotante (25%). (*Ver tabla 3*)

Tabla 3
proyección población objetivo

PROYECCION	
POBLACION OBJETIVO	
año	población
2017	12.465
2018	12.611
2019	12.758
2020	12.907
2021	13.058
2022	13.211
2023	13.366
2024	13.522
2025	13.680
2026	13.840
2027	14.002
2028	14.165
2029	14.331
2030	14.499
2031	14.668
2032	14.840
2033	15.013
2034	15.189
2035	15.366
2036	15.546
2037	15.728
2038	15.912
2039	16.098
2040	16.286
2041	16.477
2042	16.669
2043	16.864
2044	17.061
2045	17.261
2046	17.463
2047	17.665

Tabla 4 Datos base de cálculo

N° de personas:	17.665
Dotación de consumo de agua potable:	150 l/persona/día
Caudal medio:	24.5 l/s
Caudal Maximo a tratar diario:	30,67 l/s
Caudal de diseño:	31 l/s
DBO ₅ (Demanda Biologica de Oxigeno):	300 mg /L O ₂
Coliformes fecales :	10 ⁹ (NMP/ 100 ml)
Solidos Suspendidos:	500 mg/L
Fosforo total:	20 mg/L
Nitrogeno total:	80 mg/L
pH:	6.5 – 8.0
Temperatura :	21° C – 29 °C

Datos de Agua a Tratar.

8.2 CALIDAD DEL AGUA TRATADA:

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, entrega un efluente apto para el vertimiento a cualquier cuerpo de agua, ya que se ajusta a lo exigido por la Normatividad ambiental vigente, *(Ver tabla 5)*

Tabla 5 Valor permisible para el vertimiento de efluentes.

Parámetro	Valor permisible
pH:	5.5 – 9.0
DBO5 (Demanda Biológica de Oxígeno)	Remoción > 80% en carga
Solidos suspendidos	Remoción > 80% en carga
Coliformes fecales	< 1000 NMP / 100 ml
Temperatura	< 40°C
Material flotante	Ausente
Grasas y Aceites	Remoción > 80% en carga

5.9 Calculo Capacidad de Tratamiento de la Planta y Parámetros Operacionales

5.9.1 Capacidad de tratamiento de la planta. La planta tiene un volumen total efectivo de 31 l/s. En este caso la descarga que se realiza en la planta es de un volumen de:

$$\text{Flujo} = N^{\circ} \text{ de personas} * \text{Descarga promedio/persona día}$$

$$= 17.665 * 150 / 86.400 = 30,67 \text{ l/Seg}$$

Se considera un tiempo de descarga durante el día de 24 Horas, por lo tanto, se obtiene un flujo promedio diario hacia el Tanque del Reactor del pozo profundo de:

$$30,67 * 3600 = 110.407,84 \text{ /Hora}$$

A continuación, se presentan parámetros típicos extraídos de Clark/Wasserman/Hammer (sec 11-8), utilizados para diseñar este tipo de reactores:

Promedio de DBO producido por persona diario = 300 gr.

Promedio de SST producidos por persona diario = 500 gr.

5.9.2 Tratamiento Aeróbico. Las aguas residuales son introducidas al tanque del Reactor de pozo profundo o tanque de mezcla y mezcladas con la materia orgánica diluida en el medio líquido contenido en este tanque.

En el interior del tanque de mezcla se promueve un movimiento de circulación por la introducción de aire comprimido por difusores dispuestos en el fondo. Esta circulación es controlada por la cantidad y por la diferencia de volumen de aire inyectado por los difusores para hacer la homogeneización de las aguas residuales afluentes con el contenido presente en el tanque de mezcla y con las partículas finas que son expulsadas del interior del flotador, en el cual entra un flujo de 110.407,84 l/Hora proveniente directamente del sistema de pre tratamiento. Está diseñado con alimentación continua. El efluente clarificado es llevado nuevamente a la superficie mediante una bomba de densidad, la cual aprovecha el aire para impulsar el agua, no requiere equipos de bombeo electromecánicos y conducidos al Tanque reactor decantador en este tanque se repite el proceso y finalmente una bomba de densidad recoge y aspira los materiales sedimentados y los transporta para el filtro biológico donde se termina el proceso de depuración.

Las ecuaciones que rigen este sistema biológico son:

$$x = y_s D (S_0 - S) / \mu$$

$$\mu = D (1 + \alpha - \alpha c)$$

$$dS/dt = DS_0 + \alpha DS - D(1+\alpha)S - \mu x / y_s$$

Donde:

x = concentración de células

y_s = rendimiento de nutrientes con respecto a la masa celular

D = velocidad de dilución

S_0 = concentración inicial de nutrientes

S = concentración final de nutrientes

μ = velocidad de crecimiento de la masa celular

dS/dt = razón de consumo de nutrientes

α = razón de recirculación a la sección de aireación

Con respecto a la transferencia de oxígeno en el sistema, teóricamente esta se regula de la siguiente manera:

$$NA = \mu \times Y_{O_2}$$

$$VVM = NA \cdot T^{\circ} \cdot 6,5 \cdot 10^{-6} / E$$

Donde:

NA = demanda biológica de oxígeno, mM/l-h

Y_{O_2} = rendimiento de oxígeno con respecto a la masa celular

VVM = volumen de aire requerido/ volumen de líquido por minuto

T° = temperatura, (25 \pm 5) °C

$6,5 \cdot 10^{-6}$ = constante de la ecuación

E = eficiencia de transferencia de oxígeno de aireadores = 50%

Los valores de NA y VVM esperados en este tipo de proceso son, NA = 1 gr/l-h y el VVM dentro del rango 0,2 - 0,7.

En relación a la demanda de oxígeno se tiene:

$$\text{Aire} = 3,7 \cdot V \text{ descarga planta} \cdot \% \text{ aireación} = 204.254 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = \text{Volumen de aire requerido al día, m}^3$$

3,7 = Valor entre 3,7 - 15 m₃ de aire requerido/m₃ de líquido (Water Supply & Wastewater Disposal)

V descarga planta = Volumen descargado al día en la planta = 110.407.84 Lt.

% aireación = Porcentaje de la planta que corresponde a aireación = 50%

Las horas de residencia del líquido en la sección de aireación se calculan:

$T_{po} = V \text{ efect planta} * \% \text{ estanque aireación} / f_e$ $T_{po} = 12 \text{ Hrs.}$

Donde:

$T_{po} = \text{Horas de residencia del líquido}$

$V \text{ efect planta} = \text{Volumen efectivo planta} = 2.649.750$

% aireación = porcentaje de la planta que corresponde a aireación = 50%

$V f_e = \text{flujo de entrada a la planta} = 110.407,84 \text{ l/Hora.}$

La aireación entregada por el sistema de difusores es:

$A_{irev} = n^{\circ}D * CD * n^{\circ}h$

$A_{irev} = 266.400 \text{ m}^3$

Donde:

$A_{irev} = \text{Volúmen de aire entregado por el sistema de difusores al día, m}^3$

$CD = \text{Capacidad de aireación de 1 difusor} = 15 \text{ m}^3 \text{ aire/Hora}$

$n^{\circ}D = \text{número de difusores instalados} = 740$

$n^{\circ}h = \text{número de horas que funcionan los difusores} = 24 \text{ Hrs. al día}$

Aplicando una eficiencia de transferencia de oxígeno del 75% por parte de los difusores, se obtiene:

$A_{irev} = 266.400 * 0,75 = 199.800 \text{ m}^3$

Por lo tanto la eficiencia de aireación real del sistema es de:

$$E_f = A_{rev} / A_{req} \quad E_f = 0,98$$

Donde:

E_f = Eficiencia del sistema de aireación en relación a requerimientos del cultivo. Se supondrá una E_f de 0,95.

La descarga de DBO al final del sistema es de:

$$DBO_f = DBO_i * (1 - E_f)$$

$$DBO_f = 300 * (1 - 0,95) = 15$$

Donde:

DBO_f = Carga de DBO a la salida del sistema, mg/l O₂

DBO_i = Carga de DBO a la entrada al sistema = 300 mg/l O₂

$1 - E_f$ = porcentaje de no degradación = 0,05

La eficiencia del sistema de aireación se calcula en base a la capacidad de los difusores y a la necesidad de oxígeno por parte de los microorganismos presentes en el líquido, por lo que es lícito utilizar este factor también como la eficiencia de degradación del cultivo.

Además, esta estimación entrega un valor de 15 mg/l O₂, lo cual está dentro del rango del valor máximo permisible para la descarga de vertimientos a un cuerpo de agua.

5.9.3 Sedimentación. Consiste en la cámara de clarificación, en el cual los sólidos sedimentan. Como se indicó anteriormente, el líquido pasa por rebalse por una tubería desde la sección anterior y sale al sistema de desinfección con un flujo de 110.407,84 l/Hora.

La ecuación que rige el sistema de sedimentación es:

$$v_t = \frac{g(\delta_s - \delta_l) D_p^2}{18 \mu}$$

$$v_t = 1,36 * 10^{-4} \text{ m/s}$$

Donde:

v_t = velocidad terminal de una partícula, m/s

a_g = aceleración gravitacional = 9,8 m/s

δ_s = densidad de sólido = 1100 kg/m³ (se supuso una densidad de 1,1 la densidad del agua)

δ_l = densidad del agua = 1000 kg/ m³

D_p = Diámetro de partícula = $5 * 10^{-5}$ m

18 = constante de la ecuación

μ_l = viscosidad del agua = 10^{-3} Ns/ m²

Las horas de residencia del líquido en la sección de sedimentación se calculan:

Donde:

$T_{po} = V \text{ efect planta} * \% \text{ sediment.} / f_e$

$T_{po} = 6,0$ Hrs

T_{po} = horas de residencia del líquido

f_e = flujo de entrada al tanque = 110.407,84 l/Hora

$V \text{ efect planta} = \text{Volumen efectivo planta} = 2.649.768$ l/Hora

% estanque sedimentación= porcentaje estanque que corresponde a sedimentación = 25%

Una partícula requiere de t tiempo para sedimentar:

Donde:

$t = h_{est}/v_t$

$t = 14705,88$ s = 4,08 h

h_{est} = Altura de líquido del estanque = 2,0 m

Así las condiciones mínimas para sedimentar una partícula de densidad 1,1 gr/cc y 0,05 mm de diámetro serían de 4,08 horas.

Es decir, toda aquella partícula de mayor tamaño y peso que la descrita debe sedimentar antes de las 4,08 horas, a su vez todas aquellas partículas de menor tamaño o de menor peso quedarán flotando en la fase nata, en la cual se juntarán los compuestos más difíciles de degradar, formando una capa anaeróbica.

Suponiendo una eficiencia del sistema del 95% ya que el tiempo real será de 12 h, se tiene una carga final en el efluente de estanque de:

$$SST_t = (1-0,95) * SST_i$$

$$SST_t = 441.625 \text{ mg/l.}$$

$$SST_i = SST_{pd} = 500 * 17.665 = 8.832.500 \text{ mg.}$$

$$441.625 / 2.649.750 = 0,16 \text{ mg}$$

Esto indica una concentración máxima esperada de 0,16 mg SST/l en el efluente de salida.

5.10 Estudio Estructural.

Se observan las memorias de cálculo estructural, estudio que contiene el estudio estructural para el análisis del diseño de los tanques que componen el sistema de tratamiento de las aguas residuales y de la caseta de operaciones. Estos diseños vienen acompañados de los planos en detalle de cada uno de los componentes estructurales y arquitectónicos de los tanques y de la caseta.

6. Resultados

El sistema de tratamiento está diseñado para una remoción mínima del 93% de la carga contaminante, cumpliendo de esta manera con la normatividad ambiental vigente.

Acorde a lo establecido en el Decreto 1594 de 1984, en especial al artículo No. 72 que se refiere a la calidad de los vertimientos en un cuerpo de agua y al Decreto No. 3930 de 2010, se puede asegurar que el sistema de tratamiento propuesto para el proyecto denominado “DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA EL SECTOR EL PALMAR FLANDES – TOLIMA”, cumple con los parámetros exigidos en la normatividad citada anteriormente (*Ver tabla 6*)

Tabla 6 Parámetros exigidos según normatividad.

PARAMETRO	VALOR
pH	5 a 9 unidades
Temperatura	< 40°C
Materia flotante	Ausente
Grasas y aceite	Remoción > 80% en carga
Solidos suspendidos	Remoción > 80% en carga
DBO Domestica	Remoción > 80% en carga
DBO Industrial	Remoción > 80% en carga

Por lo tanto, el sistema tratamiento propuesto cumple con los parámetros descritos anteriormente.

7. Conclusiones

Se efectuó un análisis de alternativas de las diferentes tecnologías existentes, se evaluó considerando variables, tales como: Inversión, costos de operación, área, complejidad, olores, lodos e impacto ambiental, considerando para cada una de estas variables un factor de ponderación considerando como el de mayor peso la variable área, puesto que la zona donde se puede ubicar la PTAR tiene una alta valorización, así las cosas y después de evaluadas cuatro (4) tecnologías, se concluyó que la más conveniente es la tecnología CORÓH®.

Al realizarse el diseño propuesto, se alcanzará un gran beneficio para el ecosistema y un aporte valioso para el desarrollo de la población por la importancia que tiene la depuración de las aguas residuales domésticas.

Las dimensiones fueron formuladas teniendo como base el caudal en su pico más alto para una población futura. Donde las dimensiones de la planta serían:

Tanque de homogenización = 360 m³.

Tanque de decantación = 180 m³.

Tanque Biológico = 795 m³.

La operación y mantenimiento también resulta poco costosa, ya que no necesita de mano de obra especializada para ello, debido a que el sistema digiere las aguas residuales sin generar lodos.

Se realizó el análisis de remoción para los constituyentes más importantes como son, DBO, SST, N y P, Después de los cálculos realizados se observa que la remoción “teórica” de SST y DBO del sistema es aproximado entre el 95% y 99% en ambos casos, valores que están por debajo del valor permitido por la legislación ambiental (100 mg/l), valor que se espera obtener en la construcción del sistema.

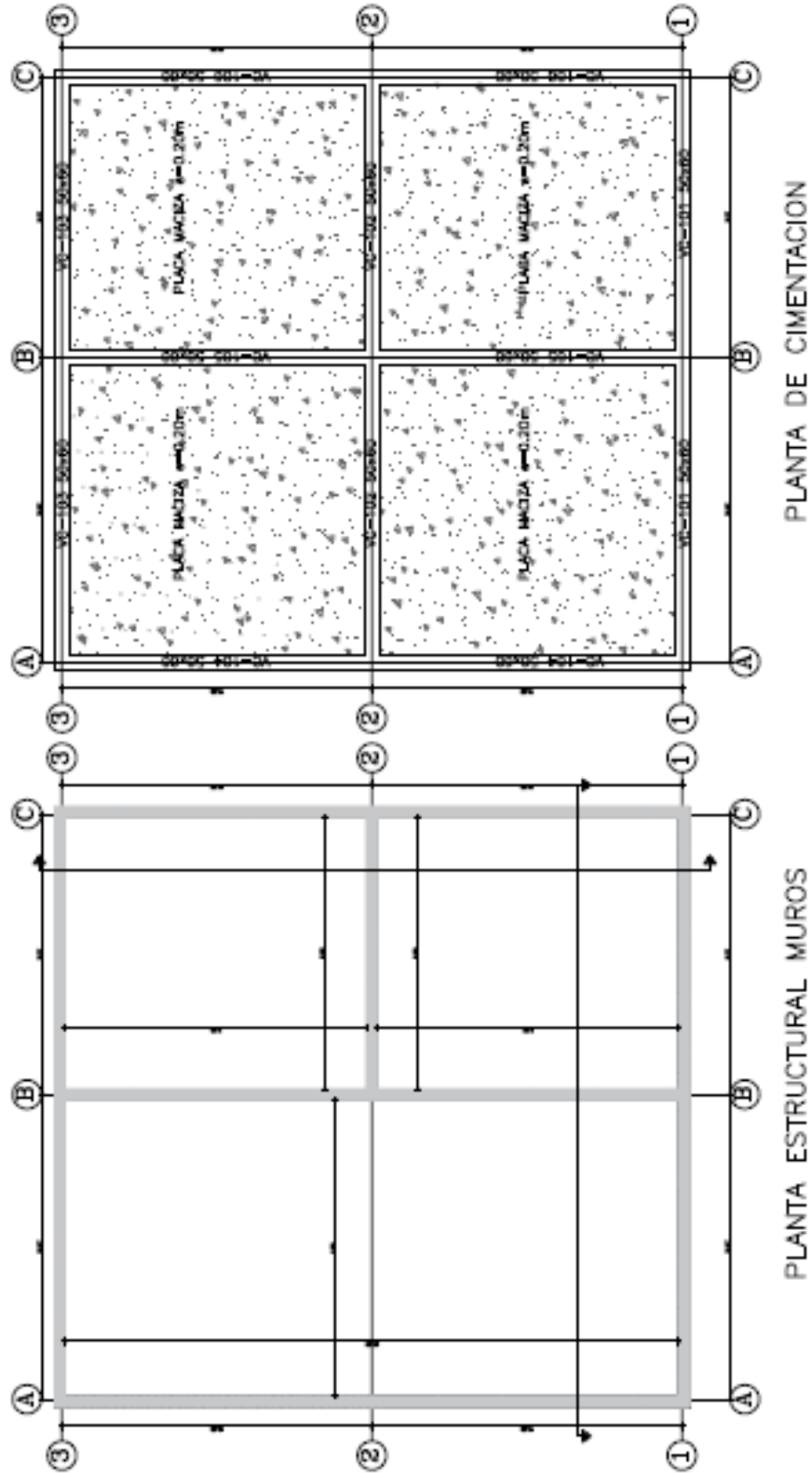
8. Recomendaciones

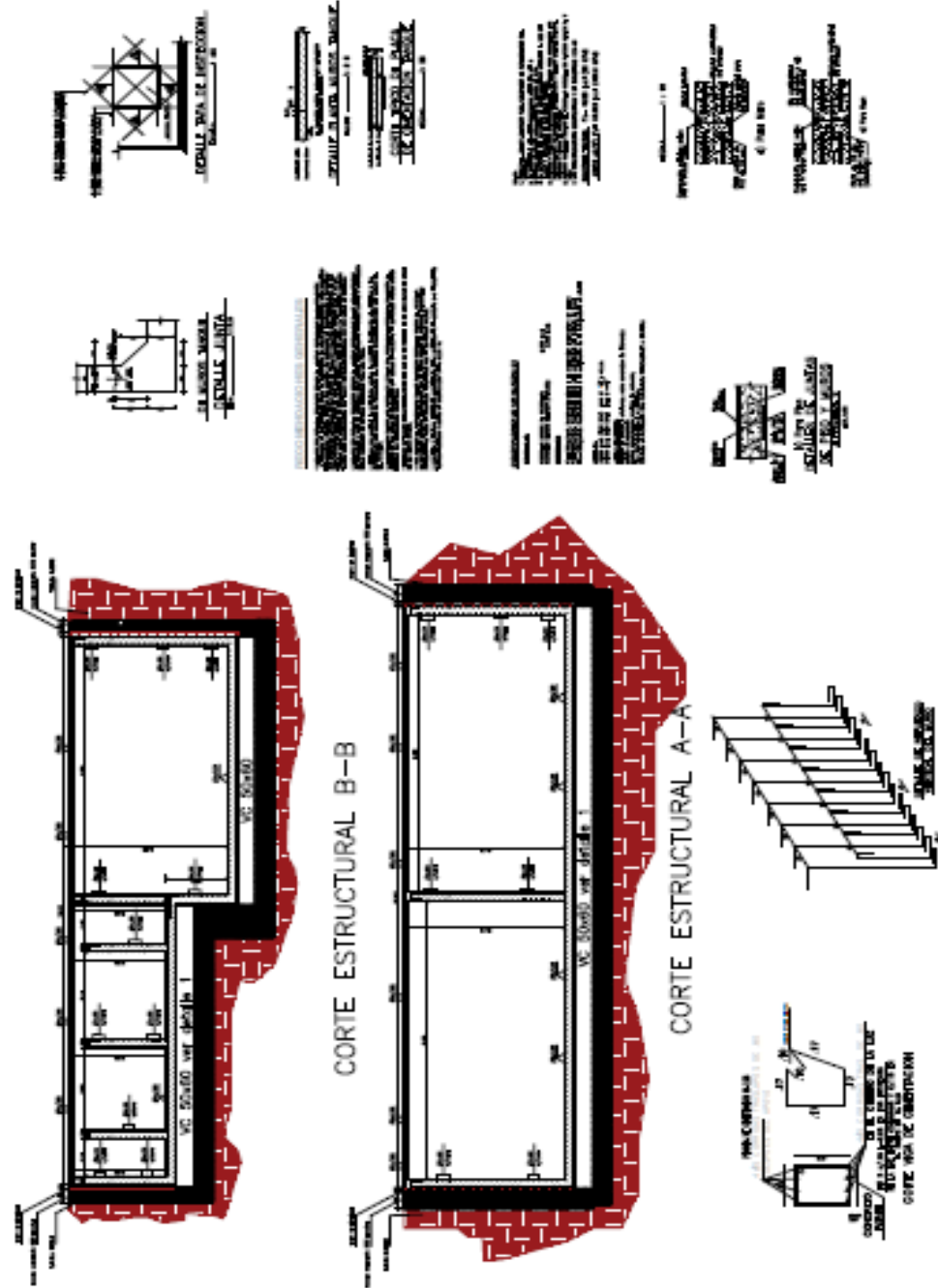
- ✓ Lastimosamente este sistema ha sido desarrollado en su mayor parte en países como Panamá, España e Italia, pero en Colombia se recomienda realizar más estudios e investigaciones para adecuar los modelos de diseño a las condiciones locales y analizar sus comportamientos con otros factores a parte de la temperatura.
- ✓ Para este sistema es muy importante contar con una buena fase de operación y mantenimiento ya que por tratarse de un sistema poco común en el medio es preferible que no se presenten inconvenientes, en razón a lo cual anexamos un manual que consta de dos (2) capítulos en los cuales se dan las recomendaciones para su uso correcto y para la solución de posibles inconvenientes.
- ✓ Sabiendo que este proyecto solo fue planteado para el tratamiento de las aguas residuales y conociendo los resultados, podemos dar como sugerencia que en el futuro si es requerido se implemente un sistema de riego, ya que el efluente producido por la planta es apto para cultivos.

ANEXOS

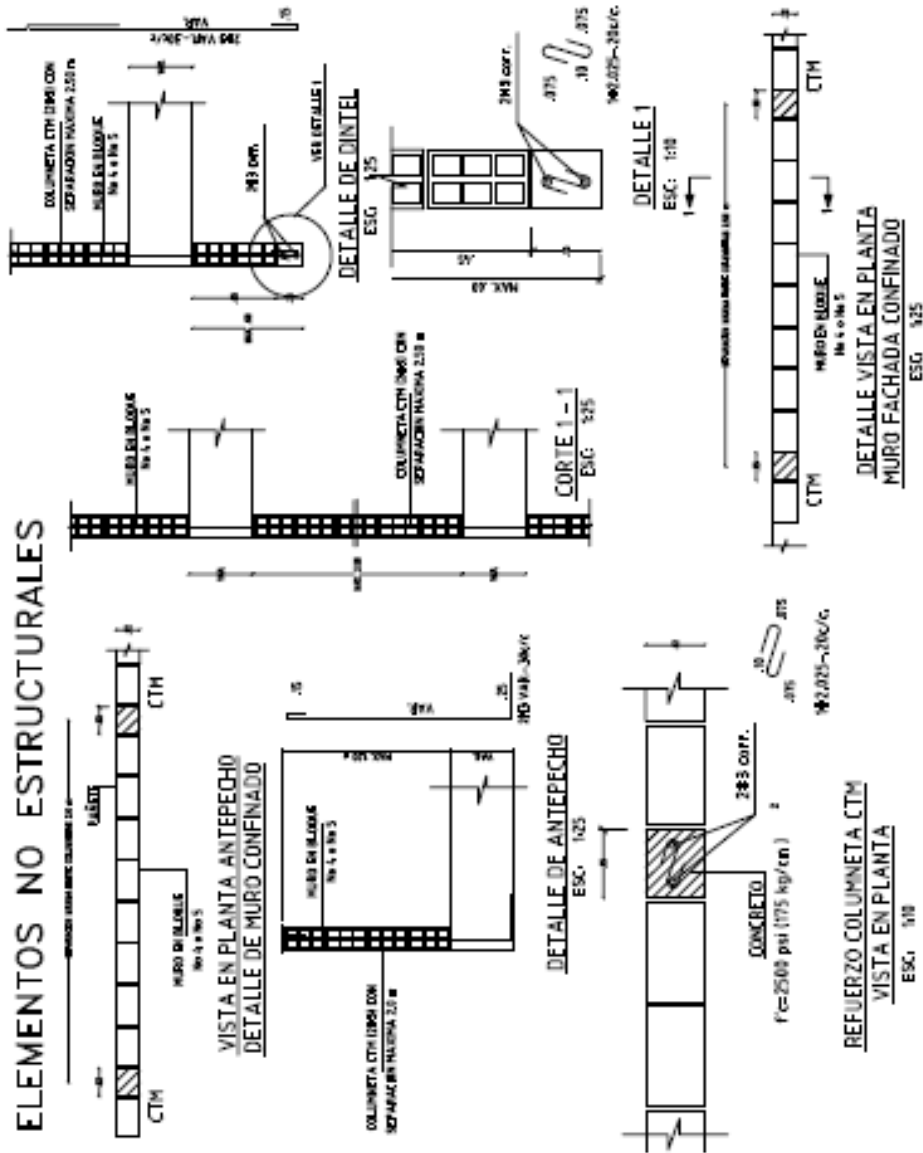
ANEXO A. Estudio de Suelos

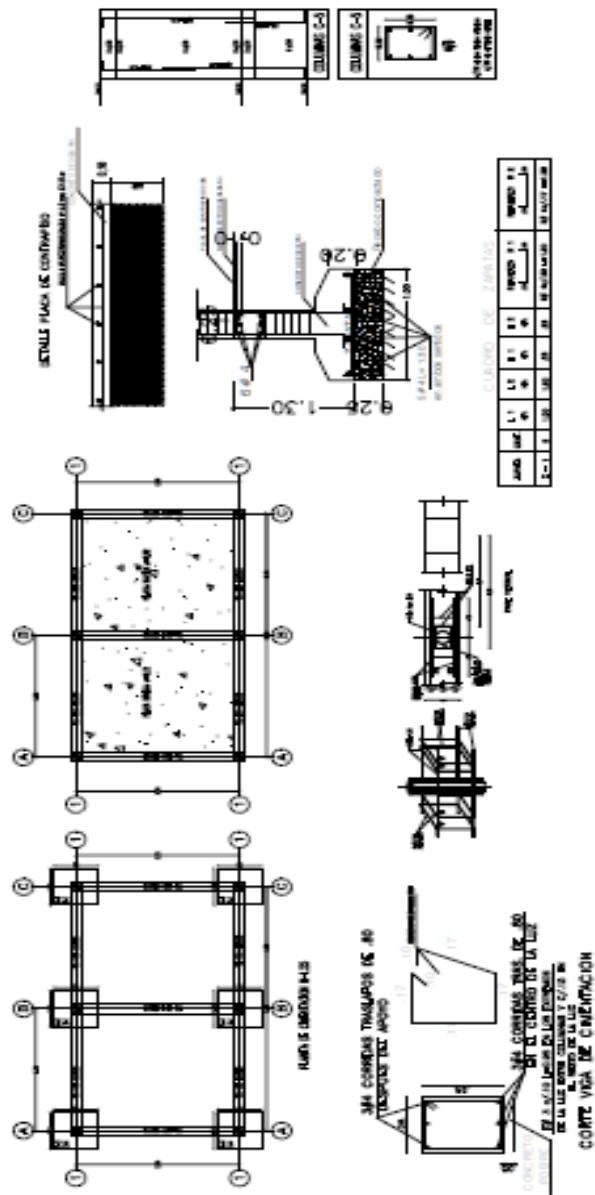
ANEXO B. Planos estructurales.





ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

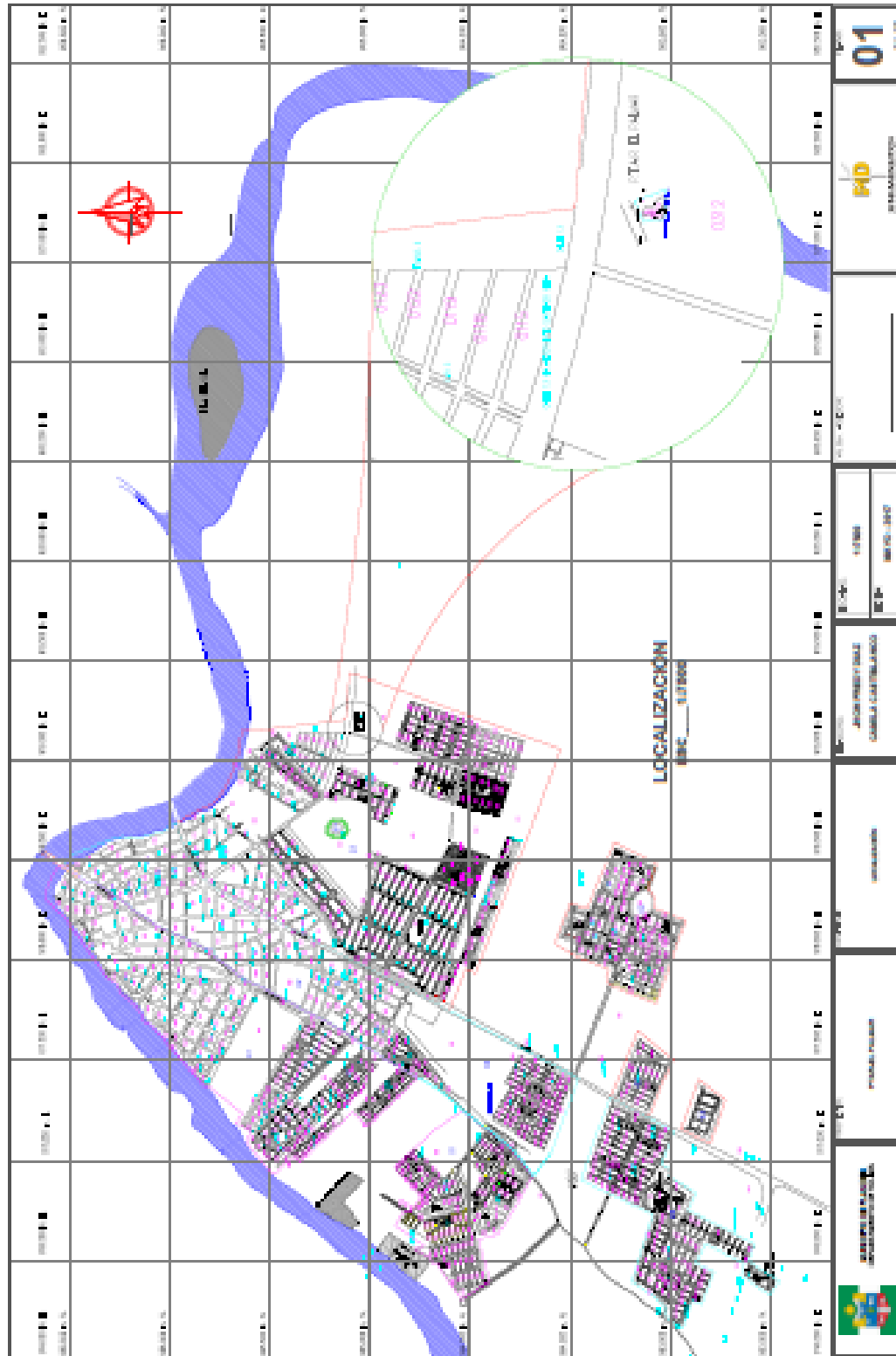





NOTA: Se entrega anexo a esto Cd con información de cálculos de Sap 2000

ANEXO C. Planos Arquitectónicos.

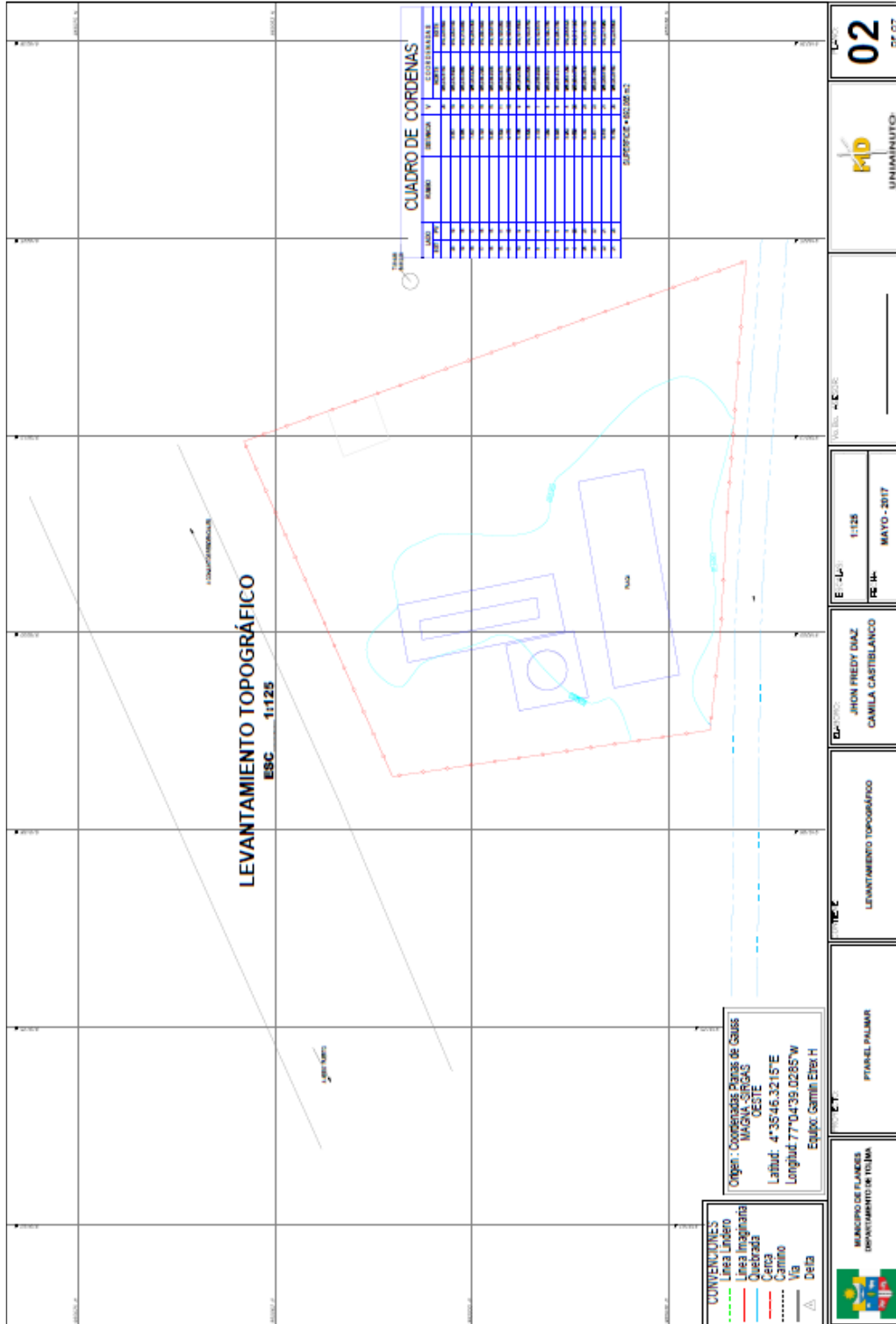
PTAR – EL PALMAR – FLANDES TOLIMA.

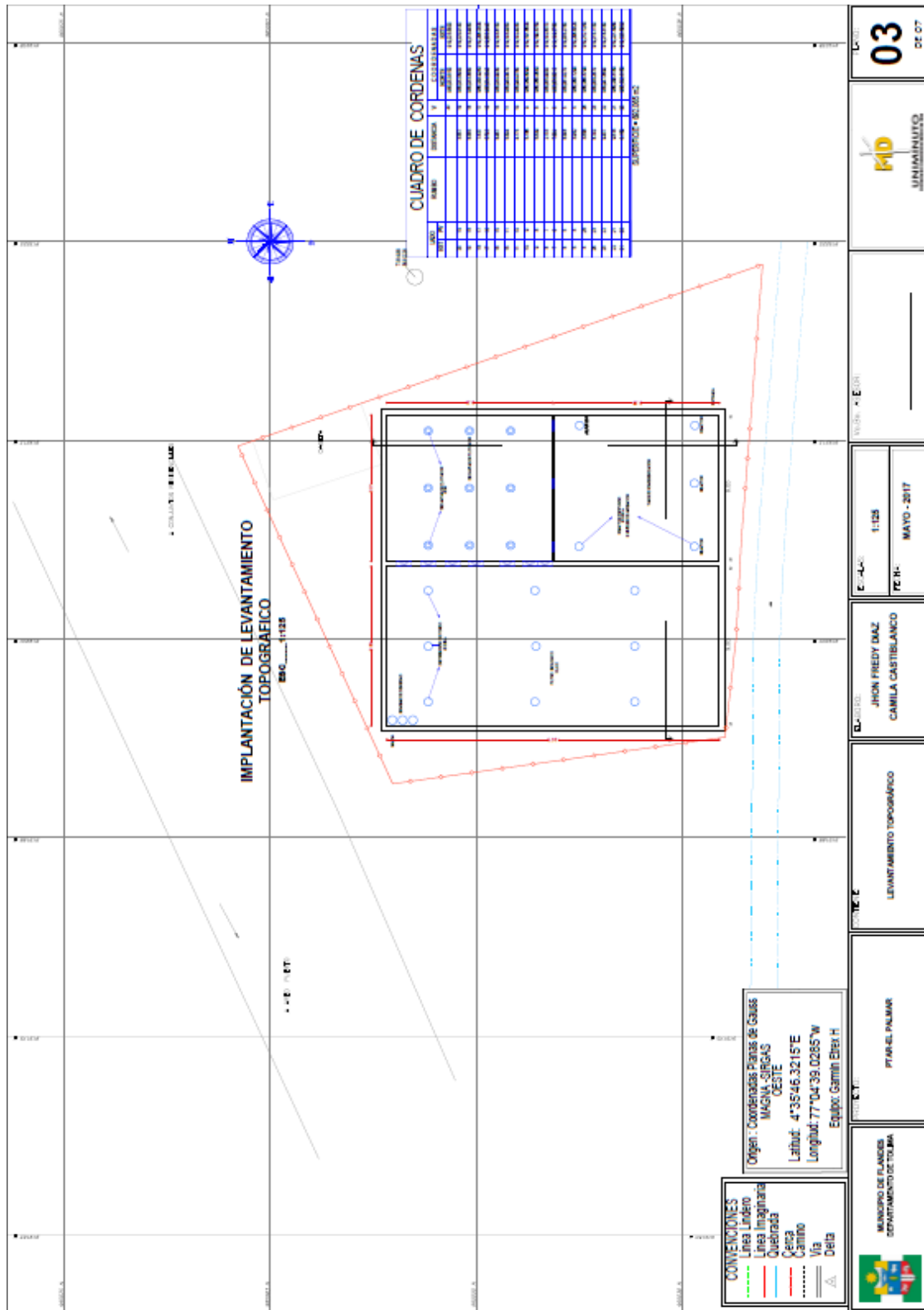


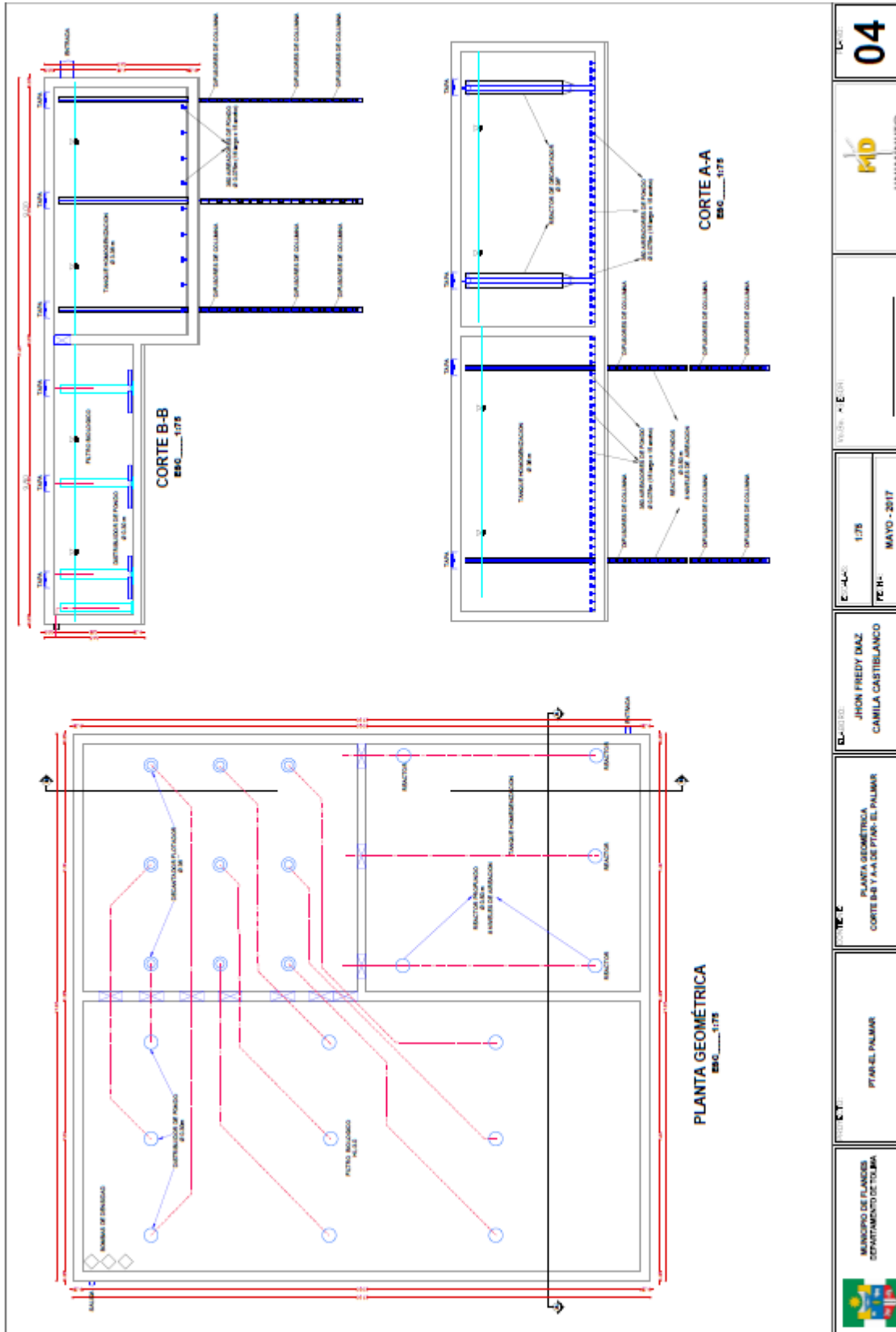

MUNICIPALIDAD DE FLANDES TOLIMA
 PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL
 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

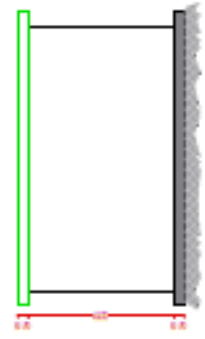
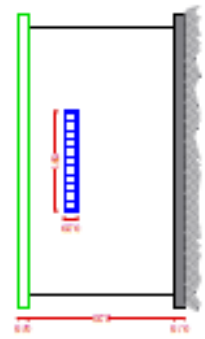
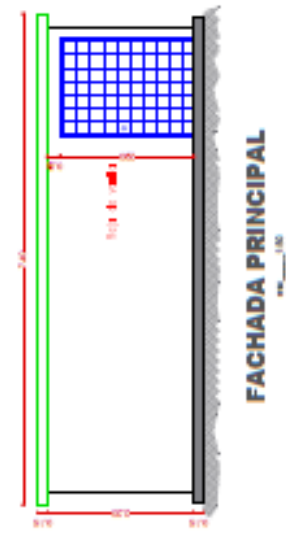
01
 FID
 FIDELITY

1:5000
 2010-2015





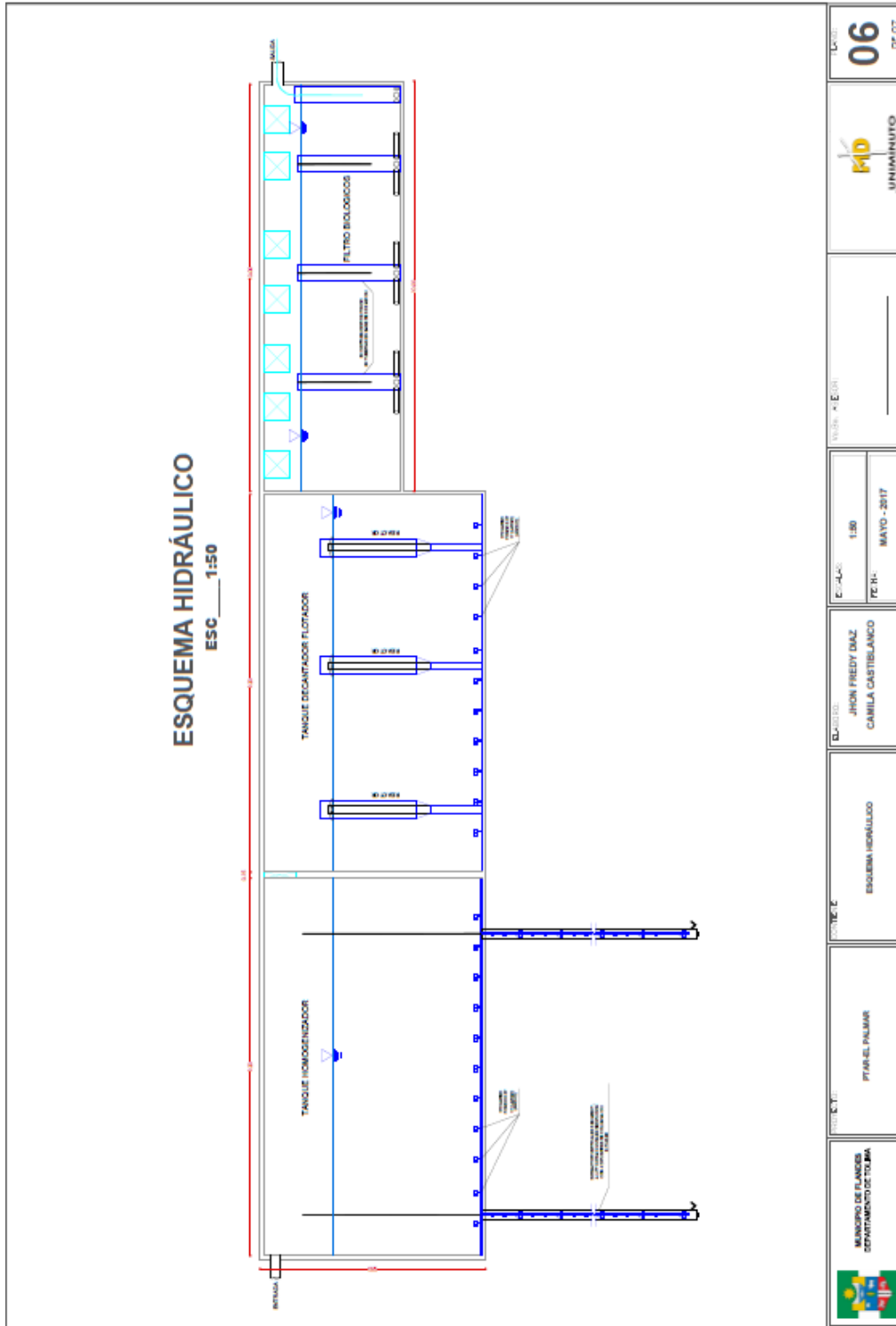










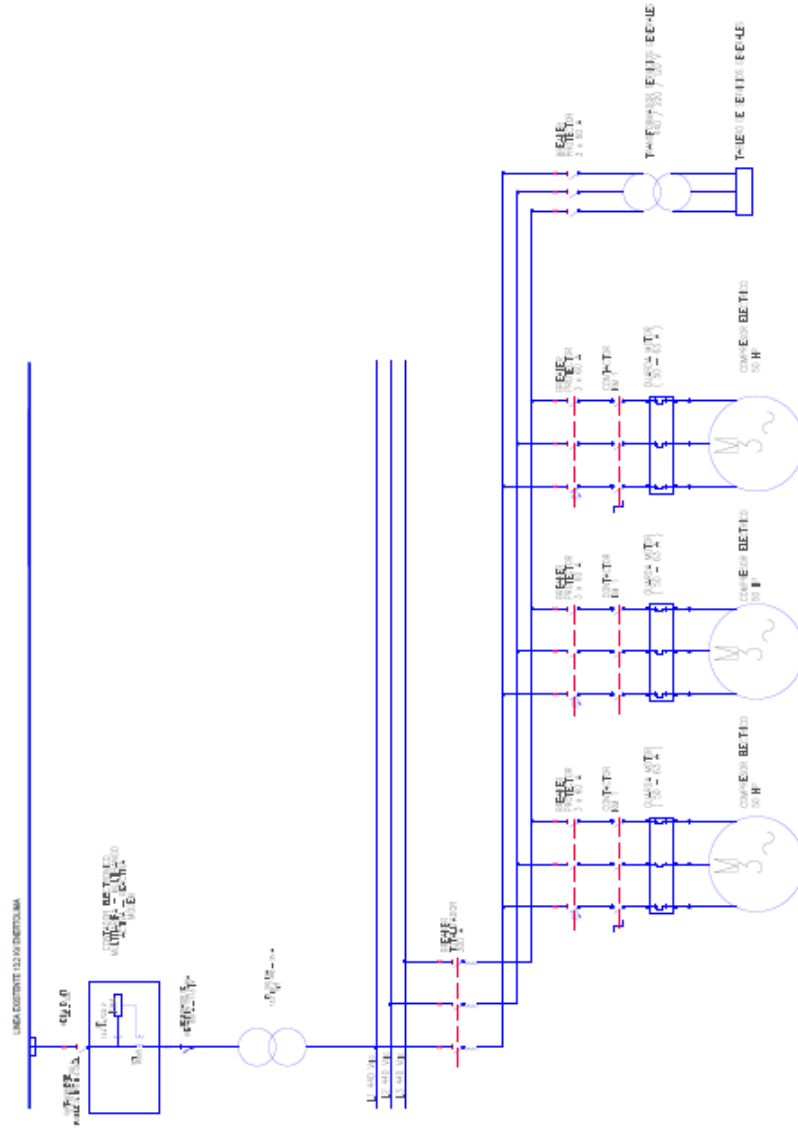
FACHADA LATERAL DERECHA
Escala: 1:50


FACHADA LATERAL IZQUIERDA
Escala: 1:50

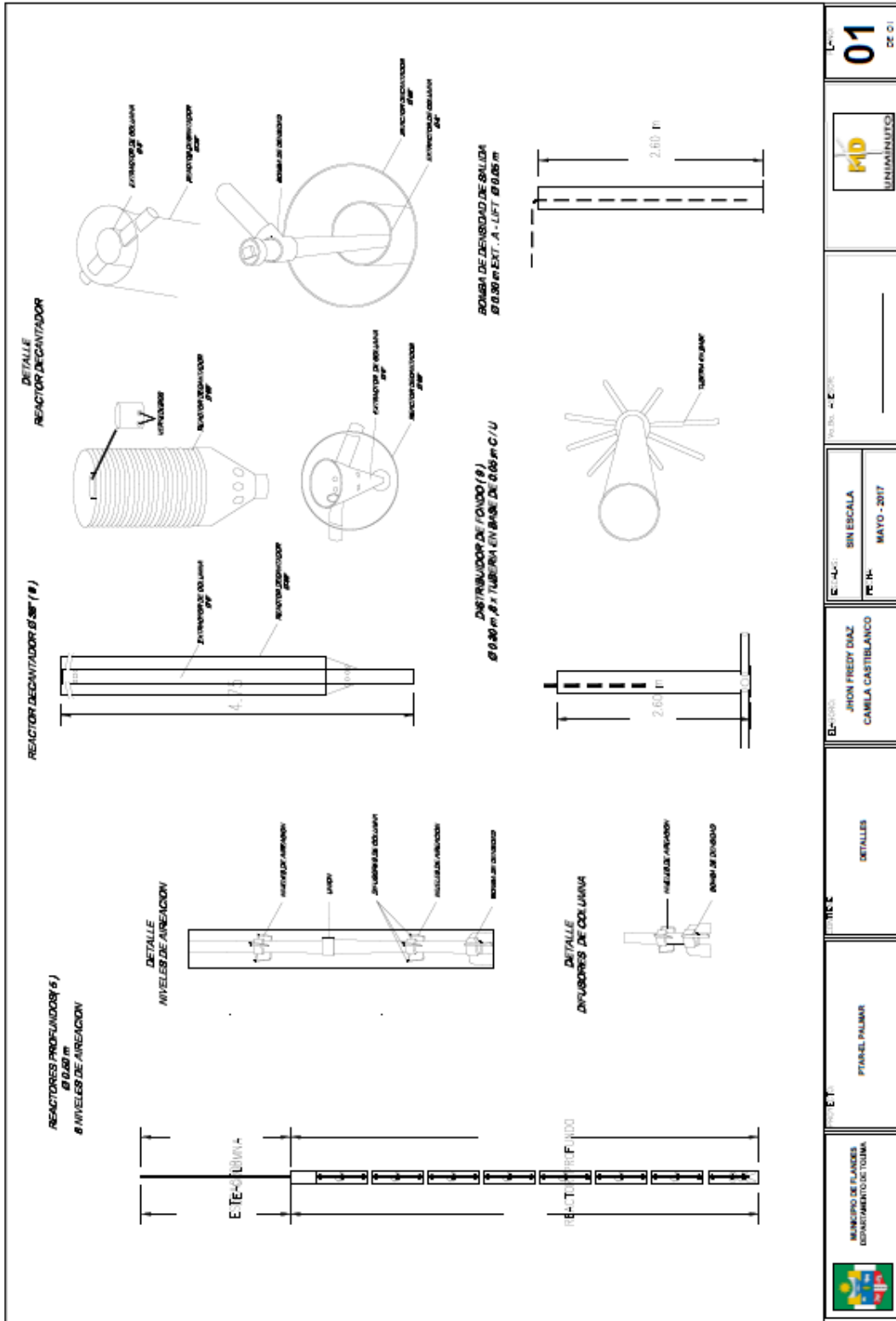
<p>MUNICIPIO DE PALMAR DEPARTAMENTO DE TOLIMA</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>PUENTE PUEBLA</p>	<p>PROYECTISTA:</p> <p>JHON FREYD DAZA CARMELA CASTELLANO</p>	<p>FECHA:</p> <p>15/05 MAYO - 2017</p>	<p>NO. PLAN:</p> <p>05</p> <p>DE 07</p>



 <p>MINISTERIO DE AMBIENTE, SALUD Y TRABAJO</p>	<p>PROYECTO:</p> <p>PTAR EL PALMAR</p>	<p>CONTENIDO:</p> <p>ESQUEMA HIDRÁULICO</p>	<p>ELABORADO:</p> <p>JHON FREDY DIAZ CAMILA CASTIBLANCO</p>	<p>E-ALCADO:</p> <p>1:50</p> <p>FECHA:</p> <p>MAYO - 2017</p>	<p>VERSIÓN:</p> <p>06</p> <p>DE 07</p>
	 <p>MUNICIPALIDAD DEL PALMAR</p>	 <p>MUNICIPALIDAD DEL PALMAR</p>	 <p>MUNICIPALIDAD DEL PALMAR</p>	 <p>MUNICIPALIDAD DEL PALMAR</p>	 <p>MUNICIPALIDAD DEL PALMAR</p>



 MUNICIPIO DE FLANDES DEPARTAMENTO DE TOLIMA	PTAR - EL PALMAR	DIBUJADA POR	JHON FREDY BALZ CAMILLA CASTIBLANCO	E-AL-	1376 MAYO - 2017	 JUNIMINUTO	07 DE 07
	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA	MANEJO Y MANTENIMIENTO DE LA OBRERA



ANEXO D Manual De Operaciones.

ANEXO E. Relación Costo Beneficio.

Este proyecto fue realizado teniendo en cuenta los siguientes factores:

- El lugar de ubicación de esta planta de tratamiento es de propiedad del Municipio de Flandes – Tolima, por tal motivo nos da una reducción en la compra de algún terreno para realizar dicha planta de tratamiento.
- Dado que este sector es totalmente habitacional con proyecciones futuras a conjuntos residenciales, este sistema es el óptimo puesto que no genera malos olores ni futuras problemáticas de salud.
- En cuanto a su manejo operacional es más económica puesto que los mantenimientos preventivos son mensuales y de poco presupuesto.

ANEXO F. VARIACIONES DE FLUJO.

ANEXO G. ESTIMACION DE PRESUPUESTO