

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
DE ORIGEN DOMÉSTICO DE LA FINCA LAS MERCEDES
(PUENTE BOMBA, RIOHACHA)**

JUAN DAVID PERTUZ OROZCO

Cód: 2012217075

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
SANTA MARTA
2018**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES
DE ORIGEN DOMÉSTICO DE LA FINCA LAS MERCEDES
(PUENTE BOMBA, RIOHACHA)**

JUAN DAVID PERTUZ OROZCO

CÓD: 2012217075

JEFE INMEDIATO: CAROLINA TORRADO PATIÑO

TUTOR: MARIO ESTEBAN MEJÍA

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
SANTA MARTA**

2018

CONTENIDO

	Pág.
1. PRESENTACIÓN.....	7
2. OBJETIVOS.....	8
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
3. JUSTIFICACIÓN.....	9
4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	10
4.1. INFORMACIÓN GENERAL.....	10
4.2. MISIÓN.....	10
4.3. VISIÓN.....	11
4.4. POLÍTICA AMBIENTAL.....	11
5. FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA ORGANIZACIÓN.....	13
6. PROCESOS DE LA EMPRESA.....	14
7. DIAGNOSTICO.....	15
8. PROPUESTA.....	16
9. CRONOGRAMA.....	17
10. PRESUPUESTO.....	18
11. IMPACTOS ESPERADOS.....	19
12. DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	20
13. CONCLUSIONES.....	21
14. BIBLIOGRAFÍA.....	22
15. ANEXOS.....	23

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados de caracterización.....	16
Tabla 2. Presupuesto de la propuesta.....	18

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización de la propuesta	10
Figura 2. Trazabilidad 100% de las operaciones.....	14
Figura 3. Cronograma de actividades.....	17

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Registro fotográfico de capacitaciones.....	23
ANEXO B. Actividades de reforestación	24
ANEXO C. Registros	25
ANEXO D. Registro fotográfico de la problemática	27
ANEXO E. Realización de pruebas de laboratorio	28
ANEXO F. Diseño del FAFA.....	29
ANEXO G. Diseño del FLA.....	34
ANEXO H. Planos.....	37

1. PRESENTACIÓN

El presente documento consiste en una propuesta de mejora para la finca Las Mercedes (Puente bomba, Riohacha), perteneciente a C.I. TEQUENDAMA S.A.S del grupo Daabon, cuya propuesta se basa en un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Ante la problemática de contaminación de recursos naturales en la actualidad, es necesario implementar estrategias para la conservación de los mismos. Uno de los principales problemas de contaminación es el vertido de aguas residuales a los diferentes recursos (agua y suelo).

Dentro de los compromisos que tiene la organización se encuentra la responsabilidad con el medio ambiente, por ende es de suma importancia el adecuado tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico producto de las actividades de casino y baños de las instalaciones de la finca antes mencionada, debido a que actualmente no se cuenta con un tratamiento óptimo antes de ser vertido al suelo.

La finca las Mercedes se encuentra ubicada en el corregimiento de Puente bomba, Riohacha (Guajira), es de conocimiento las condiciones climáticas de esta zona, las cuales se caracterizan por periodos de sequias prolongados, por consiguiente se deben implementar acciones que permitan mitigar y/o suplir la escasez del recurso hídrico en estos periodos.

Por la importancia de estos aspectos (tratamiento de aguas residuales y acciones que permitan mitigar y/o suplir la escasez del recurso hídrico en periodos de sequía), es primordial un proyecto que los pueda articular el cual se basará en "proponer un diseño de tratamiento óptimo para las aguas residuales de origen doméstico de la finca las Mercedes, con el fin de cumplir con los valores máximos permisibles establecidos por la normatividad para su posterior reutilización en riego".

Para establecer el sistema adecuado a implementar se deben realizar pruebas de carácter fisicoquímicas (DBO_5 , DQO, SS Y ST) y microbiológicas (coliformes fecales y totales), las cuales van a permitir la caracterización del efluente que servirá como punto de partida para el diseño. A partir de los resultados de las pruebas ya mencionadas se logra establecer el sistema óptimo para el tratamiento y aprovechamiento de las aguas residuales de la finca.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño de un sistema de tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico de la finca Las Mercedes (Puente Bomba, Riohacha), con el fin de cumplir con los valores máximos permisibles establecidos en la normatividad para su posible reutilización.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar el efluente de origen doméstico, con el fin de conocer las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.
- Proponer un sistema de tratamiento óptimo que permita remover los parámetros que se encuentren por encima de lo establecido por la normatividad.
- Evaluar la eficiencia de remoción de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con el fin de cumplir con la normatividad existente para su reúso.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen diferentes fuentes de contaminación que día a día van agotando los recursos naturales. Dentro de estas fuentes se encuentra el vertido de aguas residuales al medio (suelo y cuerpos de agua) sin previo tratamiento, es decir, sin cumplir con los parámetros máximos permisibles por la normatividad Colombiana que en ocasiones causan daños al medio ambiente que pueden ser irreversibles. Debido a la problemática causada por el vertido de aguas residuales sin previo tratamiento al medio, se han venido implementando diferentes tipos de sistemas capaces de reducir cargas contaminantes, con el fin de cumplir con la normatividad vigente e incluso para el aprovechamiento o reutilización del efluente para otros fines (agricultura, ganadería, irrigación etc.).

La finca las mercedes perteneciente al grupo DAABON, tiene como actividad principal el cultivo y cosecha de palma de aceite. Dentro de sus instalaciones cuenta con una vivienda, la cual produce aguas residuales de origen doméstico producto de baños y cocina.

Dentro de los compromisos de la organización se encuentra la responsabilidad ambiental y el manejo adecuado de los diferentes impactos negativos asociados a sus procesos productivos. En este orden de ideas es importante y primordial el tratamiento de las aguas residuales, puesto que en la actualidad la finca no cuenta con un tratamiento óptimo antes de su vertido. Además por las condiciones climatológicas del departamento de la Guajira es necesario establecer estrategias que ayuden a mitigar la escasez del recurso hídrico en tiempos de sequía, los cuales son prolongados. Por consiguiente, el sistema de tratamiento del agua residual no solo debe ir encaminado a reducir la carga contaminante y evitar impactos negativos al medio, sino, también a una posible reutilización.

La reutilización no solo mitigará el impacto ambiental ocasionado por el vertido del agua, sino, que además ayudara a cumplir con los requisitos de la autoridad ambiental competente (CORPOGUAJIRA), con respecto al programa de uso eficiente y ahorro del agua.

4. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

4.1. INFORMACIÓN GENERAL

La organización en la cual se realizan las prácticas profesionales de ingeniería ambiental y sanitaria es el grupo DAABON, específicamente en la dependencia del departamento de sostenibilidad ambiental, centrando las labores en las fincas de palma de aceite y banano ubicadas en el departamento de la Guajira.

Figura 1. Localización de la propuesta



Google Earth.

4.2. MISIÓN

El Grupo Daabon tiene como misión cultivar, transformar y comercializar productos orgánicos y sostenibles de óptima calidad, basado en un permanente proceso de investigación para la innovación enmarcado en políticas corporativas que

garantizan el bienestar de nuestros colaboradores, la protección al medio ambiente y la rentabilidad económica.

4.3. VISIÓN

Ser reconocidos a nivel mundial como un grupo empresarial líder en la producción, transformación y exportación de productos agrícolas orgánicos y sostenibles, con los más altos estándares de calidad e innovación, para la satisfacción de nuestros clientes, el desarrollo humano de empleados, trabajadores, comunidades y la consolidación financiera de sus unidades de negocio.

4.4. POLÍTICA AMBIENTAL

Las compañías del grupo Daabon se comprometen con el logro de sus objetos sociales a través de la creación de sistemas productivos, ambientalmente sostenibles, socialmente responsables y económicamente viables; de tal forma mantiene relaciones armoniosas y respetuosas con el entorno natural y comunidades circundantes como principio de equidad entre el presente y el futuro.

De acuerdo con este marco de acción y compromiso con el desarrollo sostenible, el grupo Daabon trabaja continuamente en mejorar su desempeño ambiental y el de sus proveedores de materia prima, bajo el siguiente enfoque:

- Velar por el cumplimiento de la legislación ambiental y los compromisos voluntarios suscritos al ámbito de su actuación.
- Prevenir, mitigar y reducir los impactos ambientales negativos, y potenciar los impactos positivos, mediante:
 - El aumento de la eficiencia energética.
 - El uso de combustibles más limpios.
 - La reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
 - El uso eficiente y racional de los recursos naturales, especialmente agua y energía.
 - El manejo adecuado de los residuos líquidos y sólidos.
- Encaminar el desarrollo de sus proyectos y/o actividades a la protección de los altos valores de conservación (HCV) y de los bosques de altos valores de carbono (HCS); lo mismo que la erradicación de las prácticas de caza y cautiverio de fauna silvestre.
- Asegurar que no se incurra en quemas para la preparación de terrenos, la gestión de residuos o cualquier otro motivo; salvo casos justificados de

emergencias fito-sanitarias, previa autorización de las autoridades competentes.

- Verificar y cerciorar que no se use de organismos genéticamente modificados dentro de la cadena productiva de las distintas empresas del grupo.
- Asegurar que los productos de las empresas del grupo Daabon así como los insumos utilizados nunca se prueban en animales.
- Desarrollar una cultura ambiental en nuestros colaboradores, que transmita a nuestro entorno laboral, social y a la comunidad en general.

5. FUNCIONES DEL PRACTICANTE EN LA ORGANIZACIÓN

Dentro de las funciones establecidas en el contrato de trabajo se encuentran:

- Asegurar el establecimiento y cumplimiento de la política ambiental y demás normas de la gestión ambiental, en los proyectos, actividades u obras que son asignadas por el área de gestión ambiental del departamento de sostenibilidad del grupo Daabon, mediante la implementación de planes, programas y acciones para la prevención, mitigación, corrección y compensación de los impactos ambientales generados de las actividades agrícolas del área de influencia de los procesos productivos.
- Velar por el cumplimiento de la legislación ambiental y los compromisos voluntarios suscritos en el ámbito de su actuación.

Las actividades realizadas en el ámbito de lo establecido en el contrato son las siguientes:

- Capacitaciones relacionadas con temas ambientales (uso eficiente y ahorro del agua, deforestación, residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, cuencas hidrográficas, recursos naturales y beneficios eco sistémicos) en el centro de trabajo de la finca Las Mercedes.
- Registros y aforos de consumos de agua en la plantación con el fin de cumplir con la concesión de agua superficial de la finca.
- Documentación y registro de la cantidad y tipo de residuos generados por la Finca.
- Registro de manifiesto de residuos peligrosos ante el IDEAM.
- Colaboración en la actualización del PMA (plan de manejo ambiental) de la finca Las Mercedes, con respecto a las nuevas obras o infraestructuras y procesos que han cambiado desde su última versión 2015.
- Realización de formatos de inspección de campo, con el fin de establecer las diferentes acciones correctivas para las diferentes auditorias de certificaciones realizadas en la empresa (Rainforest Alliance, RSPO, Organic).

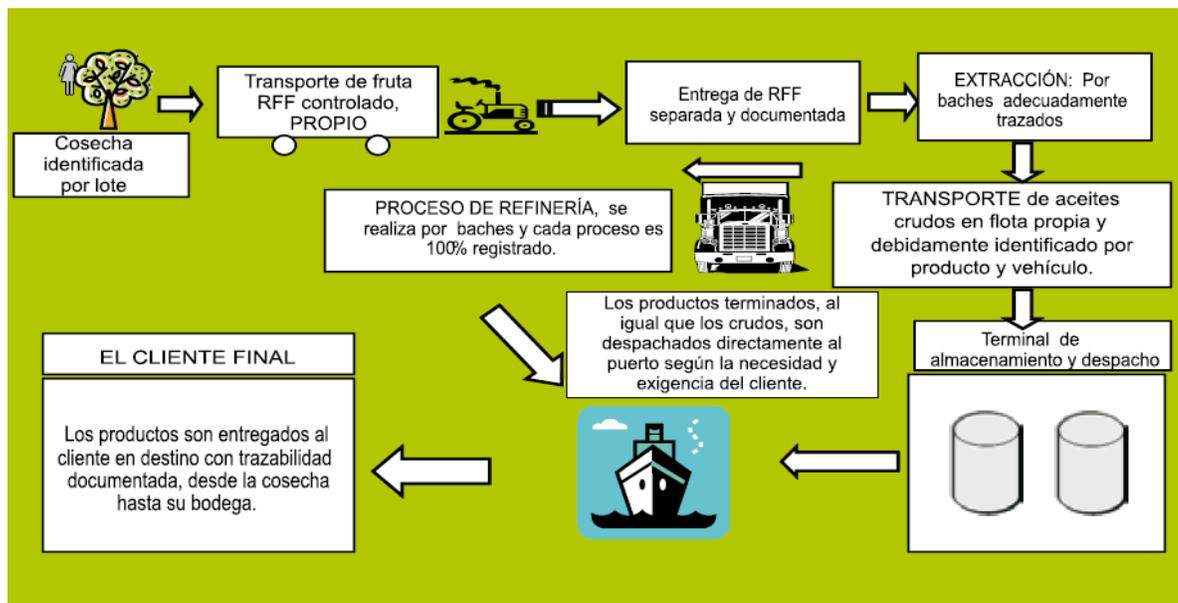
6. PROCESOS DE LA EMPRESA

La finca Las Mercedes de la empresa C.I. TEQUENDAMA S.A.S, perteneciente al grupo DAABON se caracteriza por sus procesos de cultivo y cosecha de palma de aceite.

Del proceso de cultivo se deriva el subproceso correspondiente a riego, es decir el suministro de necesidades hídricas que requiere la planta de palma de aceite en cada una de sus etapas (crecimiento, desarrollo y producción). “ El concepto de riego en estos sistemas se maneja en base a la cantidad de agua en litros que consume la planta diariamente; la cual en condiciones críticas puede llegar a los 350 lts/palma/día ” (López, 1991, p 55). Por lo anterior es necesario buscar alternativas que puedan suplir esas necesidades hídricas en periodos de sequía.

Luego de realizada la cosecha, la fruta RFF (racimos de fruta fresca) es transportada hacia la extractora principal Tequendama, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Fundación, Magdalena. Posteriormente el aceite crudo producto de la extracción es sometido a diferentes procesos industriales que tienen como único fin realizar los procesos de refinería, para luego ser comercializados. Estos productos son comercializados según los requerimientos del consumidor, es decir, se puede ofrecer tanto aceite crudo como aceite refinado.

Figura 2. Trazabilidad 100% de las operaciones.



7. DIAGNOSTICO

El problema principal radica en el incumplimiento de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos por la normatividad colombiana afectando el recurso suelo, además por las características climatológicas de la zona se pretende proponer un sistema capaz de disminuir esa carga contaminante para poder reutilizar el efluente en periodo de sequía.

En la actualidad la finca cuenta con una poza séptica para el tratamiento de las aguas residuales domésticas. Este sistema ya superó la capacidad de almacenamiento, por ende el efluente está siendo vertido al recurso suelo, además al realizar la caracterización del mismo se puede evidenciar los valores altos de carga orgánica y contaminación bacteriológica (coliformes fecales y coliformes totales).

Por lo anterior, es necesaria la implementación de otro sistema de depuración de aguas residuales o sistemas complementarios que permitan una mayor remoción de los parámetros de mayor importancia, con el objetivo de cumplir con los valores máximos permisibles para la reutilización del efluente según lo establecido en la resolución 1207 de 2014 “por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas”.

Debido al tratamiento inadecuado de las aguas residuales de origen doméstico de la finca las Mercedes, se pueden presentar problemas asociados a la contaminación del recurso suelo. Por consiguiente afectar la microfauna asociada a este y cambiar las características autóctonas del medio. Además de la afectación ocasionada al suelo se pueden presentar afectaciones en la calidad del agua, tanto superficial como subterránea. En lo superficial si se tiene en cuenta las proximidades del punto de descarga con el canal Rosa Paulina, el cual va a descargar a un reservorio que se tiene como área de conservación y en lo subterráneo por infiltración el agua contaminada puede tener contacto con el nivel freático.

8. PROPUESTA

Al momento de proponer un sistema de tratamiento de agua residual adecuado se toma como punto de partida la caracterización del efluente, ya que por medio de este se puede establecer la alternativa más viable, obteniendo sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Para la caracterización del efluente se tomó una muestra del mismo y posteriormente se realizaron las pruebas correspondientes en el laboratorio de calidad del agua ubicado en la Universidad del Magdalena.

La caracterización correspondiente al agua residual de la finca Las Mercedes se muestra a continuación:

Tabla 1. Resultados de caracterización

Variable	Unidad de medida	Valor
pH	Unidades de Ph	8.2
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	220
DQO	$\text{mg O}_2 / \text{l}$	140
DBO ₅	mg/l	32
ST (solidos totales)	mg/l	0,33
SS (solidos suspendidos)	mg/l	0,01
Q (caudal)	L/h	30
Coliformes fecales	NMP / 100 ml	37500
Coliformes totales	NMP / 100 ml	78700

Laboratorio calidad del agua (Universidad del Magdalena).

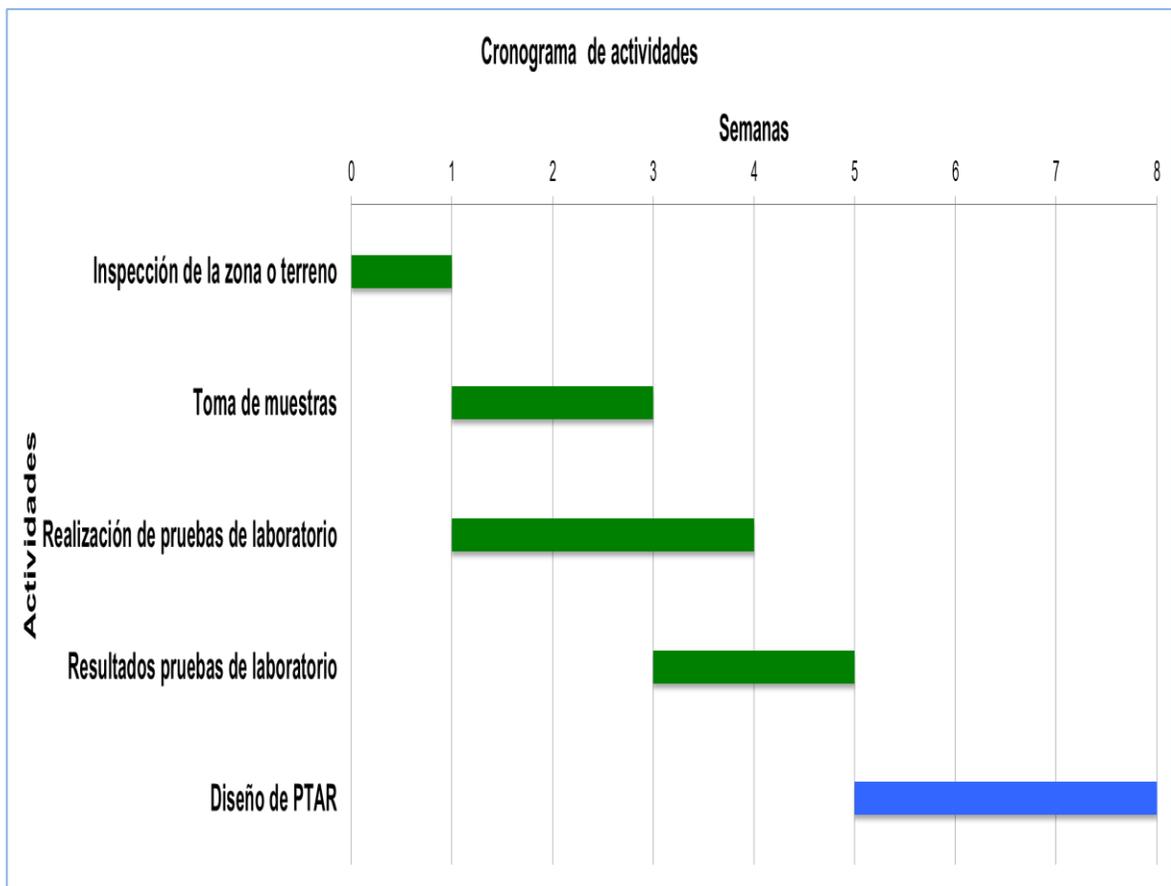
Luego de caracterizado el efluente se procede a establecer el sistema de tratamiento adecuado, el cual tendrá como objetivo principal la reducción de los diferentes parámetros que se encuentren por encima de los valores máximos permisibles establecidos por la normatividad colombiana para la reutilización de las aguas residuales tratadas (resolución 1207 de 2014). El metabolismo microbiano es el mecanismo más importante en la remoción de la materia orgánica presente en el agua residual. En este las bacterias toman la materia orgánica como fuente de energía y carbono para poder generar nueva biomasa.

Finalmente, escogido el sistema de tratamiento más adecuado para el agua residual a tratar se procede al diseño, es decir, el cálculo de las dimensiones, características de diseño y porcentajes de remoción de los parámetros que se tienen como prioridad para el diseño, es decir, aquellos de mayor interés de remoción.

9. CRONOGRAMA

El cronograma de actividades corresponde a la fase preliminar, puesto que corresponde a las actividades de caracterización y diseño del sistema de tratamiento, no a la construcción y puesta en marcha del mismo.

Figura 3. Cronograma de actividades.



10. PRESUPUESTO

Tabla 2. Presupuesto de la propuesta

Rubro	Valor
1. Personal	
1.1. Profesional de apoyo	\$ 5.000.000,00
2. Preliminar	
2.1. Desplazamiento	\$ 100.000,00
2.2. Toma de Muestras	\$ 100.000,00
2.3. Análisis de laboratorio	\$ 100.000,00
3. Construcción	
3.1. Desbaste	\$ 1.000.000,00
3.2. FAFA	\$ 1.700.000,00
3.3. FLA	\$ 1.000.000,00
3.4. Sistemas de bombeo	\$ 500.000,00
Total	\$ 9.500.000,00

11.IMPACTOS ESPERADOS

Los impactos esperados por la propuesta son los siguientes:

- **Eliminación de impactos negativos a los recursos**

La puesta en marcha del sistema de tratamiento no va a permitir el vertido del efluente al suelo, por tanto el impacto causado por la carga orgánica y bacteriológica que esta contiene desaparecerá, preservando de esta manera el recurso suelo y toda la microfauna asociada a él, evitando la contaminación de aguas subterráneas, superficiales y los ecosistemas que en ellas se encuentren.

- **Cumplimiento de la normatividad colombiana**

El objetivo principal del sistema de tratamiento es cumplir con lo establecido con la resolución 1207 de 2014 con relación a las aguas residuales tratadas, puesto que en la actualidad no se realiza el adecuado tratamiento. La propuesta está encaminada a lograr la remoción de los diferentes parámetros que se encuentren por encima de los niveles máximos permisibles y así seguir con la responsabilidad y políticas ambientales que caracteriza a la organización.

- **Suplir necesidades hídricas en periodos de escasez**

Por las condiciones climatológicas de la zona donde se encuentra ubicada la finca es primordial buscar estrategias que permitan suplir necesidades hídricas en periodos de sequias. La propuesta busca mitigar la escasez en estos periodos, puesto que la plantación de palma de aceite se caracteriza por tener una gran demanda hídrica aproximadamente de 200 l por planta.

12. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

La caracterización del efluente permitió identificar los altos contenidos de carga orgánica, alta concentración de coliformes fecales y totales y baja concentración de sólidos suspendidos y totales. Por tal motivo se establece como la alternativa más viable el diseño de un filtro anaerobio de flujo ascendente (FAFA) y posterior a este un filtro de arena (FLA). Estos tratamientos serán complementarios al sistema con el que cuenta la actualmente la finca el cual es una poza séptica.

Cabe resaltar que es primordial el diseño de un sistema de desbaste posterior a la poza séptica, esto permite remover la materia orgánica flotante que trae consigo el agua, ya que si no se eliminan pueden causar daños a los sistemas que lo preceden o bloquear tuberías.

Los sistemas de tratamientos biológicos son más eficientes y económicos en comparación con otros procesos químicos o mecánicos, además permiten la coagulación y estabilización de la materia orgánica con el objetivo de reducir tanto compuestos orgánicos como inorgánicos.

El FAFA es un filtro que trabaja en condiciones anóxicas, por ende representa una mayor eficiencia al momento de tratar efluentes con cargas orgánicas elevadas (porcentajes de remoción del 98% aproximadamente) en comparación con cualquier otro tratamiento de tipo aerobio. Por tanto se presenta como una alternativa viable para el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico de la finca las Mercedes.

Posteriormente el efluente originado del FAFA pasará a un FLA, puesto que el agua residual a tratar presenta concentraciones elevadas de microorganismos patógenos (coliformes fecales y totales). A diferencia de la filtración rápida en arena, en la que los microorganismos se acumulan en las grietas del filtro hasta que se vierten nuevamente por retrolavado, la FLA consiste en un conjunto de procesos tanto físicos, como biológicos que van eliminando los microorganismos patógenos presentes en el agua residual.

13. CONCLUSIONES

- Al realizar la caracterización del efluente se pudo determinar que el sistema de tratamiento que se encuentra en la finca Las Mercedes no es el adecuado, puesto que no cumple con lo establecido por la normatividad colombiana.
- Los sistemas de tratamientos biológicos son más eficientes que los químicos y los físicos, además representan un menor costo y facilidad de operación.
- La utilización de filtros anaerobios de flujo ascendente ayudan a la remoción de efluentes con cargas orgánicas altas, además ayuda a la desnitrificación con eficiencias de hasta el 80%.
- Los filtros de arena son una alternativa factible, puesto que se ha comprobado que los niveles de contaminación bacteriológicos se reducen con eficiencias hasta del 90%.
- Para lograr una mayor eficiencia de los sistemas de tratamiento es factible esperar que estos lleguen a su etapa de maduración. La etapa de maduración es aproximadamente de 7 meses en adelante.
- Las sistemas de tratamiento escogidos permitirán la reutilización del efluente, puesto que cumplirán con los parámetros máximos permisibles por la resolución 1207 de 2014.
- El sector palmicultor se caracteriza por su constante crecimiento, por lo tanto, es importante establecer estrategias de sostenibilidad ambiental que permitan mitigar los impactos ambientalmente negativos y potencializar los positivos.
- El grupo DAABON reconoce en cada uno de sus procesos productivos el compromiso con la sostenibilidad ambiental, las diferentes certificaciones con las que el grupo cuenta así lo demuestran.
- El grupo DAABON se constituye en una excelente oportunidad para la formación y el crecimiento profesional de los practicantes y profesionales que a él puedan acceder.

14. BIBLIOGRAFÍA

LOPEZ D, Jaime. Riego en la palma de aceite en Colombia. Colombia, 1991.

MEJIA O, Julián. Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del riego sobre la producción de racimos, una revisión de literatura. Bogotá: cenipalma, 2000. P 52.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE.
Resolución 1207 (25, julio 2014). Por la cual se adoptan disposiciones relacionadas con el uso de aguas residuales tratadas. Bogotá: El Ministerio, 2014.
5 p.

15. ANEXOS

ANEXO A. Registro fotográfico de capacitaciones



ANEXO B. Actividades de reforestación



ANEXO C. Registros

		B	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
1		RIEGO PLANTACIÓN LAS MERCEDES																										
2		2017																										
3																												
4																												
5																												
6			ene		feb		mar		abri		mag		jun		jul		ago		sep		oct		nov		dic			
7	lote	válvula	t(h)	Vol(l)																								
8	1	1,2	13,00	2522	17,5	3395	7,6	1474	7,0	1358	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	2	1,2	17,00	3094	15,5	2821	8,5	1547	4,0	728	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	3	1,3,5	15,10	3744,8	17,3	4290,4	9,2	2282	6,0	1488	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	4	3,5,7	11,00	2002	14,9	2711,8	7,4	1347	7,0	1274	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	5	4,6,8	15,10	3533,4	15,5	3627	8,8	2059	6,0	1404	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	6	4,3,5	11,20	1993,6	18,6	3310,8	7,6	1353	6,0	1068	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	7	4,6,7	11,10	3574,2	15,6	5023,2	9,5	3059	6,0	1932	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	8	6,8	15,00	4170	17,4	4837,2	8,6	2391	8,0	2224	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	9	7,8,9	15,00	3900	16,5	4290	8,5	2210	7,0	1820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	10	1,2	34,50	4347	80,9	10193	55	6892	15,0	1890	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	11	1,2	35,54	4975,6	91,4	12796	59	8316	13,0	1820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	12	2,4	31,40	3265,6	92,6	9630,4	60	6209	11,0	1144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	13	2,3,4	49,50	8415	88,8	15096	61	10302	12,0	2040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	14	4	17,50	2065	27,6	3256,8	9,8	1156	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	15	4,5	14,40	2620,8	23,2	4222,4	9,8	1784	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	16	4,5,6	15,00	2640	21,6	3801,6	11	1918	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	17	5,6,7	13,00	3172	28,7	7002,8	8	1952	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	18	6,7	15,00	2850	22,3	4237	9,9	1881	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	19	3,2	13,00	2652	23,5	4794	22	4488	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	20	3,2	19,00	3420	25,7	4626	21	3780	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	21	2,1,8	16,00	3616	26,6	6011,6	20	4520	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	22	2,1,8	15,00	2310	27,8	4281,2	10	1540	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	23	8	15,00	1770	26,7	3150,6	9,4	1109	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	24	2,3,5	27,30	7917	64,4	18676	40	11658	13,0	3770	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	25	1,3	28,30	4018,6	56,6	8037,2	56	8009	8,5	1207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	26	1,4,3	21,30	3535,8	66,4	11022	45	7520	9,4	1560	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	27	3,4,5	20,40	4773,6	69,6	16286	47	10928	5,5	1287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	28	3,8,8,5	20,30	6902	65,7	22338	31	10370	6,5	2210	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	29	6,7,8	28,20	10321	76,5	27999	34	12298	12,0	4392	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	30	8,7,3	29,30	10548	78,4	28224	50	17856	7,2	2532	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	31	8,7,3	29,10	9952,2	75,2	25718	57	19391	10,0	3420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	32	7,5	47,40	6636	89,1	12474	68	9478	13,0	1820	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	33	5,6,7	23,56	6643,9	99,4	28031	79	22193	14,0	3948	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41			79,3	148	88	326	8	263	88	46	6	0	0															
42																												
43																												

C.I. TEQUENDAMA S.A.S.		REPORTE DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (FINCA LAS MERCEDES)											DAABON		
TIPO DE RESIDUO	DESCRIPCIÓN DEL RESIDUO	KG/MES											FRECUENCIA DE LA RECOLECCIÓN	COSTO DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL (KG/S)	EMPRESA AUTORIZADA PRESTADORA DE SERVICIO
		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE			
ORDINARIO	ICOPOR	0,7	0,4	0,8	1	0,6	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	PAPEL Y PLÁSTICO SUCIO	1	2,6	2,9	1,8	2,7	3	3,3	3,8	4,5	4,2	4	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	RESIDUOS DE COMIDA	2,8	2,7	4	4	3,4	2	4	4,5	5	2,9	4,4	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	BARRIDO	0,5	0,3	0,3	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,5	0,2	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	TOTAL	5	6	8	7	7	6	8	9	10	8	9	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
PELIGROSO	ACEITES USADOS	32,4415	25,2323	36,046	36,05	28,8	39,65	39,65	36,0461	43,255296	54,06912	36,04608	Semestral	albedo E.S.P	
	FILTROS USADOS	5	6	5	4	7	6	6	6	3	4	2	Semestral	albedo E.S.P	
	MATERIALES IMPREGNADOS DE GRASA	10	9	11	9	9	11	11	9	2	8	1,5	Semestral	albedo E.S.P	
	BATERIAS USADAS	0	16	0	16	0	0	0	0	0	0	0	Semestral	albedo E.S.P	
	TOTAL	47,4415	56,2323	52,046	65,05	44,8	56,65	56,65	51,0461	48,255296	66,06912	39,54608	Semestral	albedo E.S.P	
RECICLABLE	PAPEL Y CARTÓN	8	4	3	4	5	5	3	3	5	6	3	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	PLÁSTICO	3	4,5	3	5	3	3	4	6	4	7	5	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	VIDRIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	
	TOTAL	11	8,5	6	9	8	8	7	9	9	13	8	2 días/semana	INTERASEO S.A.E.S.P. Riohacha	

REPORTE DE INSPECCIÓN DE CAMPO C.I. TEQUENDAMA S.A.S							DEPARTAMENTO DE SOSTENIBILIDAD GESTIÓN AMBIENTAL Código:				
C.I. TEQUENDAMA S.A.S (LAS MERCEDES)			RESPONSABLE:		JUAN DAVID PERTUZ OROZCO		LUGAR Y FECHA 29-sep-17				
ESTABLECER LAS ACCIONES CORRECTIVAS O DE MEJORA CON EL FIN DE CUMPLIR LAS ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN							Elaboró:				
RAS/RAINFREST ALLIANCE							Revisó:				
				ACCIONES CORRECTIVAS O DE MEJORA			SEGUIMIENTO DE ACCIONES CORRECTIVAS O DE MEJORA				
DESCRIPCIÓN DEL HALLAZGO	CRITICIDAD	CRITERIO ASOCIADO	PORCENTAJE DE CUMPLIMIENTO	DESCRIPCIÓN DE ACCIÓN CORRECTIVA	PLAZO ESTIMADO	RESPONSABLE	PORCENTAJE DE IMPLEMENTACIÓN	ESTADO	RESPONSABLE	PLAZO	OBSERVACIONES
Manejo del agua (se evidencia datos faltantes en los registros mensuales de consumo de agua por irrigación).	1,7	Mejoramiento Continuo	70%	CUMPLIMIENTO PARCIAL Calcular el uso estimado de agua por irrigación (aspersión y gravedad)	28-sep-17	Juan David Pertuz, Manuel Salvador Tatis	100%	CUMPLE	Juan David Pertuz, Manuel Salvador Tatis		Se están llevando a cabo formatos para calcular el uso estimado de agua en la finca.
No se lleva control sobre las diferentes especies de árboles existentes en el vivero y además se realizan cercas vivas con especies que no son nativas de la zona.	2,6	Mejoramiento Continuo	70%	CUMPLIMIENTO PARCIAL Documentar la cantidad y número de especies que se encuentran en el vivero, así como, la cantidad de estas que son reforestadas. No permitir la reforestación con especies que no son nativas de la zona.	02-oct-17	Juan David Pertuz	100%	CUMPLE	Barios Arieta Álvaro, Juan David Pertuz		Se suministró formatos a los trabajadores del vivero para la declaración y reforestación de especies presentes.
No hay declaración (clasificación y cantidad) de residuos peligrosos y se le debe dar la adecuada disposición a los mismos.	3,38	Mejoramiento Continuo	70%	CUMPLIMIENTO PARCIAL Realizar la declaración de los residuos, con el fin de dar el adecuado manejo a estos.	13-sep-17	Juan David Pertuz	100%	CUMPLE	Juan David Pertuz		Se contrato a la empresa albedo para la recolección y disposición de los residuos peligrosos.
No se están separando los diferentes tipos de residuos para su posterior entrega.	3,38	Mejoramiento Continuo	10%	NO CUMPLE Realizar capacitación al personal de trabajo con el objetivo de hacer separación en la fuente.	11-sep-17	Juan David Pertuz	70%	CUMPLIMIENTO PARCIAL	Juan David Pertuz	11-oct-17	Se han realizado capacitaciones, pero se necesita seguir creando conciencia en los trabajadores.
Los trabajadores traen el agua de su hogar. El agua producto de la planta de tratamiento no se le ha realizado el análisis correspondiente para garantizar su potabilidad.	4,12	Crítico	10%	NO CUMPLE Se deben realizar pruebas de laboratorio (físicoquímicas y microbiológicas), que determinen si el agua suministrada a los trabajadores es apta para el consumo humano.	22-sep-17	Juan David Pertuz	10%	NO CUMPLE	Juan David Pertuz	09-nov-17	

ANEXO D. Registro fotográfico de la problemática



ANEXO E. Realización de pruebas de laboratorio



ANEXO F. Diseño del FAFA

- Parámetros generales de diseño.

Caudal de diseño: 0,01 l/s.

Carga orgánica volumétrica (adoptada): 0,30 Kg DQO/m³ * d.

Porcentaje de huecos en el lecho filtrante: 90.

Área superficial de contacto en el lecho filtrante: 80 m²/m³.

- Determinación de carga orgánica.

$$C_{org} = \frac{DQO}{1000}$$

Dónde:

DQO: DQO del afluente (mg/l).

$$C_{org} = \frac{140}{1000} = 0,14 \text{ Kg DQO/m}^3.$$

- Determinación del volumen del FAFA:

$$V_{FAFA} = \frac{Qd * DQO * 86400}{\frac{1000000}{COV}}$$

Dónde:

Qd: caudal de diseño (l/s).

DQO: DQO del afluente (mg/l).

COV: carga orgánica volumétrica (Kg DQO/m³. d).

$$V_{FAFA} = \frac{0,01 * 140 * 86400}{\frac{1000000}{0,30}} = 0,33 \text{ m}^3.$$

Se adopta una altura del FAFA de 1,20 m y un borde libre de 0,30 m.

- Determinación de área del filtro:

$$A_{FAFA} = \frac{V_{FAFA}}{h_{FAFA}}$$

Dónde:

VFAPA: volumen del FAPA (m^3).

hFAPA: altura del FAPA (m).

$$A_{FAPA} = \frac{0,33}{1,20} = 0,28 \text{ m}^2.$$

- Determinación del diámetro del FAPA:

$$\varnothing_{FAPA} = \sqrt{\frac{4 * A_{FAPA}}{\pi}}$$

Dónde:

A_{FAPA}: área del FAPA (m^2).

$$\varnothing_{FAPA} = \sqrt{\frac{4 * 0,28}{\pi}} = 0,6 \text{ m}.$$

- Determinación de tiempo de retención hidráulico:

$$TRH = \frac{VFAPA}{(Qd * 86,4) * 24}$$

Dónde:

VFAPA: volumen del FAPA (m^3).

Qd: caudal de diseño (l/s).

$$TRH = \frac{0,33}{(0,01 * 86,4) * 24} = 11,20 \text{ horas}.$$

- Determinación de velocidad ascensional del flujo:

$$V_{fl} = \frac{HFAPA}{TRH}$$

Dónde:

HFAPA: altura del FAPA (m).

TRH: tiempo de retención hidráulico (horas).

$$V_{fl} = \frac{1,20}{11,20} = 0,11 \text{ m/h.}$$

- Determinación de volumen del filtro plástico:

$$V_{fp} = (AFAFA) * (Plf)$$

Dónde:

AFAFA: área del FAFA (m^2).

Plf: profundidad del lecho de plástico (m).

$$V_{fp} = (0,28) * (0,90) = 0,25 \text{ m}^3.$$

- Determinación del área total de contacto en el lecho.

$$A_{cl} = (V_{fp}) * (A_{sc})$$

Dónde:

V_{fp}: volumen del filtro plástico (m^3).

A_{sc}: área superficial de contacto (m^2/m^3).

$$A_{cl} = (0,25) * (80) = 20,08 \text{ m}^2.$$

- Determinación de peso del lecho de plástico:

$$Plp = 15 * V_{fp}$$

Dónde:

V_{fp}: volumen del filtro de plástico (m^3).

$$Plp = 15 * 0,25 = 3,76 \text{ Kg.}$$

- Determinación de tiempo de retención hidráulico en el lecho:

$$TRH_{lch} = \frac{V_{fp}}{(Qd * 86,4) * 24}$$

Dónde:

Vfp: volumen del filtro plástico (m³).

Qd: caudal de diseño (l/s).

$$TRH_{lch} = \frac{0,25}{(0,01 * 86,4) * 24} = 8,40 \text{ horas.}$$

- Determinación de carga orgánica aplicada:

$$Coa = \frac{(Qd * DBO_5) * 0,0864}{Vfp}$$

Dónde:

Qd: caudal de diseño (l/s).

DBO₅: DBO₅ en el efluente (mg/l).

Vfp: volumen del filtro de plástico (m³).

$$Coa = \frac{(0,01 * 32) * 0,0864}{0,25} = 0,09 \text{ Kg DBO/m}^3 \cdot \text{d.}$$

- Determinación de eficiencia de remoción de DBO:

$$Er_{DBO} = \frac{100}{1 + 0,4425 \sqrt{\frac{Coa}{VFafa}}}$$

Dónde:

Coa: carga orgánica aplicada (Kg DBO/m³ · d).

VFafa: volumen del Fafa (m³).

$$Er_{DBO} = \frac{100}{1 + 0,4425 \sqrt{\frac{0,09}{0,33}}} = 81,21 \%$$

- Determinación de remoción total:

$$Rt = \frac{1 - 0,3}{TRH}$$

Dónde:

TRH: tiempo de retención hidráulico (horas).

$$Rt = \frac{1-0,3}{11,20} = 97,32 \%$$

ANEXO G. Diseño del FLA

- Parámetros de diseño

Arena gruesa: densidad de 1,86 gr/cm³ y porosidad de 32,28%.

Arena fina: densidad de 2,5 gr/cm³ y porosidad de 34,86%.

Grava: densidad de 1,45/cm³ y porosidad de 32,28%.

Caudal: 0,01 l/s = 0,036 m³/h

- Determinación de área superficial del filtro:

$$As = \frac{Qd}{N * Vf}$$

Dónde:

Qd: caudal de diseño (m³/h).

N: número de filtros.

Vf: velocidad de flujo (m/h).

$$As = \frac{0,036}{1 * 0,1} = 0,36 \text{ m}^2.$$

- Determinación de coeficiente de mínimo costo:

$$K = \frac{2 * N}{N + 1}$$

Dónde:

N: número de filtros.

$$K = \frac{2 * 1}{1 + 1} = 1$$

- Determinación de longitud del filtro:

$$Lf = \sqrt{As * K}$$

Dónde:

As: área superficial del filtro (m²).

K: coeficiente de mínimo costo.

$$L_f = \sqrt{(0,36 * 1)} = 0,60 \text{ m.}$$

- Determinación de ancho del filtro:

$$B = \sqrt{\frac{As}{K}}$$

Dónde:

As: área superficial (m²).

K: coeficiente de mínimo costo.

$$B = \sqrt{\frac{0,36}{1}} = 0,60 \text{ m.}$$

- Características del lecho filtrante

Se asumen por el diseñador las siguientes dimensiones para el lecho filtrante:

Altura de arena gruesa: 0,35 m.

Altura de arena fina: 0,5 m.

Altura de grava (falso fondo): 0,30 m.

- Pérdidas de energía generadas por la arena:

$$P_{are} = 5 \times 10^{-3} \times (V_f * 24)^2 \times h_{are}$$

Dónde:

V_f: velocidad de filtración (m/h).

h_{are}: altura de la arena (m).

$$P_{are} = 5 \times 10^{-3} \times (0,1 * 24)^2 \times 0,85 = 0,0012 \text{ m}$$

- Pérdidas generadas por la grava:

$$P_{\text{grav}} = \left(\frac{1}{3}\right) \times \left(\frac{V_f}{60}\right) \times h_{\text{grav}}$$

Dónde:

V_f : velocidad de filtración (m/h).

h_{grav} : altura de la grava (m).

$$P_{\text{grav}} = \left(\frac{1}{3}\right) \times \left(\frac{0,1}{60}\right) \times 0,30 = 0,00016 \text{ m.}$$

- Determinación de altura total del filtro

$$H_t = h_{\text{are}} + h_{\text{grav}} + b_l$$

Donde:

h_{are} : altura de arena (m).

h_{grav} : altura de grava (m).

b_l : borde libre (m).

$$H_t = 1,3 + 0,30 + 0,30 = 1,45 \text{ m.}$$

ANEXO H. Planos

