

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE
RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUASGRISES PARA
CONJUNTOS RESIDENCIALES NUEVOS, TIPO TORRE DE ESTRATOS 4,5 Y 6
EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

AUTORES DEL PROYECTO

ING. LUIS ALBERTO JIMÉNEZ CASTILLO
ING. FEDERMÁN HERRERA VALBUENA
ING. LUIS ENRIQUE GACHA GONZALES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA
JUNIO 2016
BOGOTÁ D.C

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES PARA CONJUNTOS RESIDENCIALES NUEVOS, TIPO TORRE DE ESTRATOS 4,5 Y 6 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

ING. LUIS ALBERTO JIMÉNEZ CASTILLO
ING. FEDERMÁN HERRERA VALBUENA
ING. LUIS ENRIQUE GACHA GONZALES

Trabajo de grado

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gestión de Proyectos de Ingeniería

UNIVERSIDAD FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA
JUNIO 2016
BOGOTA

Nota de aceptación

El trabajo de grado: **“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECOLECCIÓN, TRATAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES PARA CONJUNTOS RESIDENCIALES NUEVOS, TIPO TORRE DE ESTRATOS 4,5 Y 6 EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ”**, presentado por: Luis Enrique Gacha Gonzalez, Federman Herrera Valbuena y Luis Alberto Jiménez Castillo; en cumplimiento de los requisitos para optar al título de Especialistas en Gestión de Proyectos de Ingeniería, fue aprobado

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Ciudad y fecha: _____

AGRADECIMIENTOS

Es difícil poder resaltar a todas las personas que han hecho posible la realización de éste proyecto, así que vamos a nombrar a aquellas que han tenido más influencia en el mismo.

Dedicamos éste Proyecto a nuestra familia, en especial a nuestros padres y esposas, porque han sido ejemplo de tenacidad y perseverancia; a los profesores de la especialización, ya que gracias a su apoyo, acompañamiento y dedicación nos fue posible realizar este trabajo.

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios, en segundo lugar a mi esposa Daniela Bello, quien ha sido ejemplo de superación y perseverancia, gracias a su ayuda, acompañamiento y apoyo incondicional fue posible la culminación de esta especialización, también expreso los agradecimientos a mis padres y familia por su acompañamiento motivación.

Ing. Federman Herrera

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	11
3. ANTECEDENTES.....	12
4. OBJETIVOS.....	14
4.1. Objetivo General	14
4.2. Objetivos específicos	14
5. MARCO DE DESARROLLO	15
6. MARCO CONCEPTUAL	17
7. MÉTODO EVOLUTIVO.....	19
7.1. INNOVACIÓN	19
7.2. OPTIMIZAR.....	19
7.3. RENOVAR	19
8. ESTUDIO DE MERCADO.....	20
8.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO	20
8.2. SEGMENTACIÓN DEL MERCADO	20
8.2.1. Comportamiento del mercado Objetivo.	21
8.2.2. Participación en el mercado.	22
8.3. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA.....	23
8.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA	24
8.5. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO 26	
8.5.1. Descripción de los canales de distribución.	26
8.5.2. Descripción operativa de la trayectoria de comercialización.	27
9. ESTUDIO TECNICO.....	28
9.1. TAMAÑO DEL MERCADO.....	28
9.1.1. Tamaño de la Planta.....	28
9.1.2. Disponibilidad de Materia Prima.	29
9.1.3. Disponibilidad de capital.	31
9.1.4. Macro localización y Micro localización.	31

9.2.	INGENIERÍA DEL PROYECTO	33
9.2.1.	Detalle del proceso de diseño.....	33
9.2.2.	Detalle del proceso.....	38
10.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	40
10.1.	ESTUDIO DE COSTOS	40
10.1.1.	Gastos de inversión, (activos fijos, nominales y corrientes, capital de trabajo). 40	
10.1.2.	Costos De Materiales Y Costos Directos.....	43
10.1.3.	Costos Indirectos.....	45
10.1.4.	Egresos	46
10.2.	INGRESOS	47
10.3.	FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO, TASA INTERNA DE RETORNO Y VALOR PRESENTE NETO.....	48
10.3.1.	FLUJO DE CAJA CON INVERSIÓN PROPIA EN ESCENARIO OPTIMISTA	49
10.3.2.	FLUJO DE CAJA CON INVERSIÓN PROPIA EN ESCENARIO REALISTA	50
10.3.3.	FLUJO DE CAJA CON INVERSIÓN PROPIA EN ESCENARIO PESIMISTA.....	51
10.3.4.	FLUJO DE CAJA CON PRÉSTAMO EN ESCENARIO OPTIMISTA 52	
10.3.5.	FLUJO DE CAJA CON PRÉSTAMO EN ESCENARIO REALISTA	53
10.3.6.	FLUJO DE CAJA CON PRÉSTAMO EN ESCENARIO PESIMISTA 54	
10.3.7.	ANÁLISIS FLUJO DE CAJA, TIR Y VPN	55
10.4.	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	56
11.	ESTUDIO MEDIO AMBIENTAL.....	57
12.	CONCLUSIONES.....	60
13.	BIBLIOGRAFIA.....	61

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estimación de la demanda	24
Tabla 2: Canal de distribución directa	26
Tabla 3: Canal de distribución Indirecta	27
Tabla 4.: Proveedores locales tubería en PVC.....	29
Tabla 5. Proveedores locales accesorios y grifería	30
Tabla 6. Proveedores locales tanques	30
Tabla 7.. Proveedores locales sistemas bombeo	30
Tabla 8. Proveedores locales filtros	31
Tabla 9. Esquema de fuerzas Locacionales.....	32
Tabla 10. Consumo y descarga de agua por persona / día.....	35
Tabla 11. Elementos principales del sistema de aprovechamiento	39
Tabla 12. Maquinaria requerida.....	40
Tabla 13 . Activos nominales o corrientes.	41
Tabla 14: Capital de trabajo	42
Tabla 15. Inversión inicial del proyecto	42
Tabla 16. Cuadro de formulación de metros necesarios de tubería PVC.....	43
Tabla 17. Costos de materiales para una Torre de 48 apartamentos	44
Tabla 18: Resumen de costos directos para una torre de 48 apartamentos	44

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Oferta de Vivienda	21
<i>Ilustración 2: Unidades de Vivienda en oferta Bogotá y Cundinamarca.....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 3: Gráfico proyección de la demanda.....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 4: Diagrama general del sistema</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 5: Gráfico punto de equilibrio año 1, escenario realista con préstamo.</i>	<i>56</i>

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Gastos específicos del capital de trabajo.....	62
ANEXO 2: Valores de gastos y ejemplo de cálculo personal directo e indirecto..	63

1. INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta el conocimiento actual de la escasez hídrica, como consecuencia de los cambios climáticos, la falta de control de consumo, contaminación de fuentes hídricas, y su impacto directo en las ciudades del país. Encontramos que este es el entorno apropiado para proponer una solución por medio de métodos de reutilización de aguas grises, se convierte en una opción de mitigación de los efectos del consumo de agua potable en fines que no necesariamente exigen el uso de esta. Es decir dar el uso correcto del agua según su calidad y su fin de consumo, lo que permite optimizar el recurso hídrico y de esta manera hacer un consumo inteligente disminuyendo gastos por servicios públicos y aportando de esta forma al desarrollo sostenible de la población.

2. JUSTIFICACIÓN

El déficit en el abastecimiento de agua potable presentado a finales del año 2015 y principios del año 2016, llevo a racionamientos en algunas ciudades, y cobros adicionales a los usuarios que superen los límites permitidos de consumo. Esta es una realidad que exige especial atención para la capital del país, Bogotá D.C., por su alta densidad de población, se calcula que concentra la quinta parte de la población nacional.

Varias alternativas han sido consideradas para mitigar los efectos de fenómenos de la naturaleza, que disminuyen la disponibilidad de agua potable en Colombia, por ejemplo el gobierno distrital en la ciudad de Bogotá, tiene proyectado la ampliación del sistema hídrico Chingaza; sin embargo, su puesta en funcionamiento se proyecta para el 2024. Por lo cual se hace necesario generar propuestas alternas a la construcción o ampliación de embalses, entre otras cosas debido a que estas soluciones son a largo plazo. Los métodos de reutilización de aguas grises y lluvias permiten que la población haga uso de estas aguas no aptas para consumo humano en las actividades tales como riego de jardines, lavado de fachadas, lavado de pisos y otros, que actualmente incrementan el uso de agua potable y generan gastos innecesarios.

3. ANTECEDENTES

En varios países del mundo y en Colombia se han realizado una serie de implementaciones para el manejo de vertimientos de aguas residuales y estudios relacionados con la temática que se desarrolla en este proyecto; A continuación se dan a conocer en contexto los siguientes estudios:

- En el hipermercado Alkosto (Bogotá, Barrio Venecia), se realizó un estudio de factibilidad (2006) donde se planteó un diseño para el aprovechamiento de aguas lluvias estableciendo una cubierta de 6.000 m² para captar cerca de 4.820 m³ de agua lluvia al año, buscando suplir el 75 % de la demanda de agua potable de la edificación.
- De igual forma (2006), en Alkosto de Villavicencio, se estableció una superficie de captación de 1.061 m² para almacenar el agua en un tanque de 150 m³ para posteriormente ser tratada por diferentes procesos químicos (coagulación - floculación, filtrado y cloración) en una planta de tratamiento con el fin de suplir la demanda del almacén durante todo el año.
- En Norteamérica de los aproximadamente 85 kilómetros cúbicos de aguas residuales que genera cada año, 61 kilómetros cúbicos (75%) se tratan por medio de sistemas de tratamientos de aguas residuales, sin embargo, se reutilizan sólo 2,3 kilómetros cúbicos o el 3,8% de esa agua residual tratada.
- En Berlín Alemania en octubre del año 1998, como parte de una gran escala de desarrollo urbano en Berlín, se instalaron sistemas de captación de agua de lluvia y aguas grises en Potsdamer Platz, zona en la cual se recoge el agua que cae en los techos y se almacena en un tanque subterráneo que tiene capacidad para 3.500 m³. Esta agua se aprovecha para la descarga de inodoros, riego de zonas verdes (incluyendo los techos con cubierta vegetal) y la reposición de estanques artificiales.
- En Suiza a pesar de que el agua en este país es todavía un recurso abundante, su compromiso con el desarrollo sustentable y el manejo responsable de los recursos lo ha llevado a implementar sistemas de captación de agua de lluvia. De acuerdo con un estudio en el año 2011, en Suiza el 20% del agua en las viviendas es utilizada para descarga de escusados, 15% para el lavado de ropa y 10% para la limpieza del automóvil. Bajo estas consideraciones, en la zona residencial de Ringdansen, Norrköping se está implementado un proyecto para lograr que las tareas domésticas que necesitan sólo de agua de baja calidad sean satisfechas a

través de la captación de agua de lluvia. Con ello se pretende ahorrar 3800 m³ de agua al mes por uso en escusados, 3000 m³ en lavado de ropa y hasta 25 m³ al mes en la limpieza de vehículos.

- En Tokio Japón a nivel comunitario, se utiliza el sistema "Rojison", un sistema simple creado por los residentes locales en el distrito de Mukojima para aprovechar el agua de lluvia recogida de los tejados de las casas, utilizándola para riego de jardines, reserva de agua en caso de emergencias y para la extinción de incendios. Está instalación recibe el agua de lluvia del techo de la casa, para almacenarla en un pozo subterráneo y luego extraerla por medio de una bomba manual.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

- Determinar la factibilidad en la implementación de un sistema de recolección, tratamiento y reutilización de aguas grises para conjuntos residenciales nuevos, tipo torre de estratos 4,5 y 6 en la ciudad de Bogotá.

4.2. Objetivos específicos

- Definir tamaño, metodología e ingeniería del proyecto en mención.
- Realizar la segmentación del mercado que permita la identificación del mercado objetivo.
- Realizar la proyección de la demanda potencial del producto.
- Determinar el porcentaje de aprovechamiento alcanzado con la reutilización de las aguas grises.
- Determinar la viabilidad económica del proyecto, por medio de análisis de tasa interna de retorno, en inversión con y sin préstamo, y escenarios optimista, realista y pesimista.
- Realizar la evaluación financiera del sistema de reutilización con mayor viabilidad y factibilidad.
- Estimar el punto de equilibrio del proyecto.

5. MARCO DE DESARROLLO

Se realizó la revisión de los siguientes estudios relacionados con el manejo de aguas lluvias y grises:

Alcaldía Mayor de Bogotá Secretaria Distrital de Planeación

2012 – Boletín N° 40 Sobre el consumo y la producción de agua potable y residual en el uso residencial urbano de Bogotá D.C.

2011 – Boletín N° 32 Principales resultados de la primera encuesta multipropósito para Bogotá 2011

2007 – Boletín N° 10 Características de la vivienda en las 20 localidades de Bogotá: ECVB 2007

Universidad de la Salle

2011 - Demanda de agua en hogares urbanos y cambios tarifarios en Bogotá

Universidad del Norte, Ingeniería & Desarrollo

2001- Reusó de Aguas Residuales: un Recurso Hídrico Disponible

Universidad Nacional de Colombia

2006 - Seminario Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimiento Urbano de Agua

Otros

2013- la evolución del manejo de las aguas lluvias en las instalaciones hidrosanitarias.

En la Pontificia Universidad Javeriana de la ciudad de Bogotá (2007) se realizó un estudio para determinar la viabilidad técnica y económica de utilizar el agua lluvia como una opción para el riego y lavado de zonas duras y fachadas del campus universitario. Dentro de este estudio se tuvieron en cuenta tres aspectos: determinar el volumen disponible de agua y de los posibles puntos de recolección, se analizó la calidad del agua lluvia recolectada y se establecieron los costos de construcción de la infraestructura básica para la recolección de agua lluvia.

En el departamento de Antioquia, más exactamente en el instituto María Auxiliadora de Caldas, se desarrolló un estudio (2010) que pretende utilizar la lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, implementando tejas de arcilla con cierto

grado de inclinación para facilitar la recolección del líquido. Su implementación iba dirigida hacia la descarga de sanitarios y lavado de zonas comunes.

En la ciudad de Bucaramanga, se realizó un estudio (2009) para comprobar la disponibilidad de aguas lluvias en la Universidad Industrial de Santander (UIS), tomando como centro de estudio el Estadio 1° de Marzo, gracias a que su infraestructura facilita la acumulación de agua proveniente de la lluvia. Su implementación iba dirigida hacia el riego de la gramilla del estadio.

En el municipio de Cajicá (Cundinamarca) se realizó un estudio (2010) para la fabricación de una PTAR en la planta de producción de papel higiénico de la empresa Grupo Familia, el cual utiliza como fuente de alimentación el agua proveniente del Rio Bogotá. Luego el agua es tratada químicamente y utilizada tanto en los molinos (donde se fabrica el papel) como en los baños (descargas y lavamanos).

6. MARCO CONCEPTUAL

Agua contaminada: La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

Agua dura: Agua que contiene un gran número de iones positivos. La dureza está determinada por el número de átomos de calcio y magnesio presentes. El jabón generalmente se disuelve malamente en las aguas duras.

Agua potable: Agua que es segura para beber y para cocinar. Es aquella que por reunir los requisitos organolépticos (olor, sabor y percepción visual), físicos, químicos y microbiológicos, puede ser consumida por la población humana sin producir efectos adversos a la salud.

Aguas grises: el concepto más genérico asocia expresar las Aguas Grises como “la parte de las aguas servidas domesticas libre de materias fecales y desagües de la cocina.”, esto permite inferir que en si las aguas grises domesticas se diferencian de las aguas negras fundamentalmente por la exclusión en su contenido de sustancias con alta carga orgánica es decir tienen una menor demanda biológica de Oxígeno. Principalmente su origen es el lavado de prendas, baño (ducha y lavamanos).

Tiempo máximo de abastecimiento de aguas grises: esto corresponde a los valores en términos de días u horas, que los tanques de almacenamiento pueden suplir las necesidades secundarias de los hogares,

Cantidad de agua demandada para usos secundarios por mes: como usos secundarios en los hogares se tienen el riego de jardines, lavado de autos, lavado de fachadas, lavado de pisos y uso en cisternas ó escusados. En términos de cantidad se puede determinar la cantidad aproximada en metros cúbicos usados por hogar para estos fines.

Costos de implementación y mantenimiento mensual: para relacionar los costos promedio esperados, se tiene en cuenta los modelos de costos estándar que definen el valor en pesos para disponer de una unidad ya instalada y el costo en pesos para que el sistema funcione por mes.

Aguas depuradas: aguas residuales que fueron sometidas a un proceso de tratamiento que permite su uso restringido.

Sistema de reutilización de agua: es el conjunto de elementos que interactúan para tener como fin la descontaminación y re uso de aguas servidas, para el caso de las aguas residuales grises, se puede establecer que se requieren, sistema de separación de aguas grises y negras, Estanque de acumulación, tratamiento, estanque de aguas tratadas, sistema de re-uso y sistema de control

Demanda biológica de oxígeno: este parámetro establece la cantidad de Oxígeno consumido al degradar la materia por medios biológicos, se utiliza para indicar el grado de contaminación y es asociada como DBO5 cuando se establece a los cinco días de reacción. Se expresa en (mgO_2/l)

Demanda química de oxígeno: este parámetro establece la cantidad de Oxígeno consumido al degradar la materia por medios químicos, se utiliza para indicar el grado de contaminación. Se expresa en (mgO_2/l), para su estimación se usan distintos reactivos.

Calidad de aguas grises residuales: sus características se dividen físicas y químicas y dependen de la calidad de abastecimiento de agua, el tipo de distribución, y de las actividades que del hogar, sin embargo para el caso de las viviendas de interés prioritario las margaritas, su fin u objetivo es netamente habitacional y no contempla usos comerciales o mixtos. Los parámetros físicos más resaltables son los sólidos suspendidos entre 100 y 2500 mg/L , donde su principal fuente son el producto del lavado. Los parámetros químicos más destacables son la DQO, entre 5000 y 8000 mg/l , y la DBO entre 10 y 1500 mg/l , la presencia de fosfatos y fósforo varía según el tipo de jabones usados en el lavado.

Tratamiento de Aguas Residuales: Conjunto de procesos, operaciones y obras que son necesarias para lograr la depuración de las aguas servidas (residuales, grises, negras), que pueden incluir, además de los procesos de tratamiento tradicionales, obras de conducción y estaciones de bombeo, lagunas de tratamiento y de compensación, entre otros.

Cloración: esta técnica de agregar cloro al agua busca la desinfección y la perduración del agua en un estado de estancamiento.

7. MÉTODO EVOLUTIVO

7.1. INNOVACIÓN

Ofrecer a un sector de la población el análisis de escenarios, la ingeniería conceptual y un estudio de costos para la implementación de un sistema de aprovechamiento y reutilización de aguas lluvias y grises; además de educar y concienciar al individuo frente al consumo de este recurso.

7.2. OPTIMIZAR

En promedio, el consumo de agua por individuo en Bogotá es de aproximadamente 100 litros/día y de esta cifra, alrededor de la mitad se utiliza en el uso de la ducha y la cisterna. De acuerdo a esto, surge la idea de realizar un estudio de factibilidad para implementar un sistema que permita el aprovechamiento y reutilización de aguas lluvias y aguas grises, generadas en las viviendas, permitiendo una disminución en el consumo del agua y ahorro económico, y por consiguiente una optimización del recurso.

7.3. RENOVAR

La idea de la reutilización convierte el gasto en tratamientos, en una inversión productiva, pues en lugar de desechar el agua residual (aguas grises), es posible retornar al proceso productivo una fracción del agua residual tratada para que sea acondicionada apropiadamente para su reutilización.

8. ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado del proyecto es el espacio en donde:

- Se define el producto que se pretende vender.
- Se identifica el segmento de mercado al cual está dirigido el producto.
- Se cuantifica y estima la demanda del segmento de mercado seleccionado.
- Se realiza un análisis de la oferta revisando el portafolio de servicio de las empresas que presten el mismo servicio o servicios suplementarios.

8.1. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

El producto es un sistema que comprende recolección, tratamiento y reutilización de aguas lluvias y grises, para conjuntos de vivienda tipo torre de estratos 4, 5 y 6 en la ciudad de Bogotá. Esta reutilización de agua es con fines secundarios es decir, descargas del sanitario, regar jardines, limpieza de fachadas, pisos, cargas de agua para lavado de ropa por lavadora; No se considera como agua para consumo humano. A continuación se relaciona una descripción breve del componente de recolección.

Aguas Lluvias: Se hace por medio de canaletas y tubería en PVC que trasladan por gravedad aguas lluvias desde el tejado o azotea a los tanques de tratamiento de aguas lluvias.

Aguas Grises: Estas aguas son generadas de los hogares en duchas, lavamanos usos de lavadora, y son trasladados por tubería PVC al tanque de tratamiento de aguas grises, tanto las aguas grises y lluvias ya tratadas previamente llegan a un tanque de almacenamiento donde se procede a la cloración, y por medio de bombas eléctricas el agua es transportada a los puntos de consumo del conjunto y de esta manera garantizar el suministro.

8.2. SEGMENTACIÓN DEL MERCADO

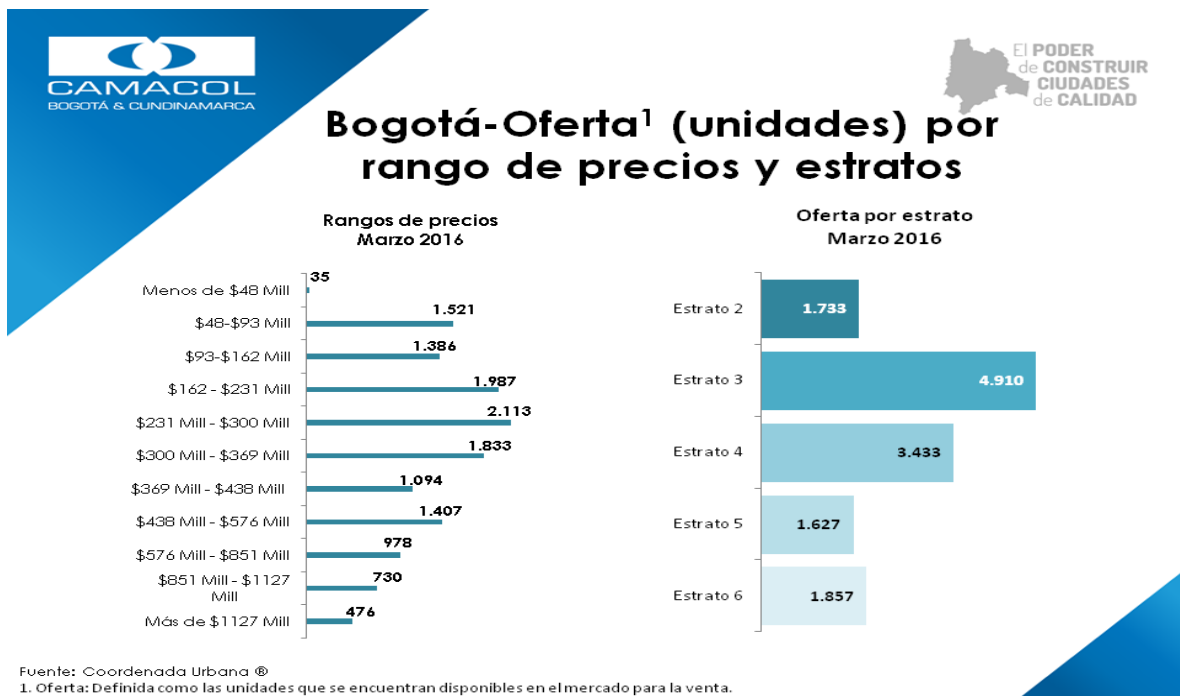
En la segmentación del mercado se determina a que sectores del mercado o la industria se va a ofrecer el producto. En forma general se puede identificar que el

producto está dirigido a conjuntos de vivienda tipo torre de estratos 4, 5 y 6 en la ciudad de Bogotá, el cual es nuestro mercado objetivo.

8.2.1. Comportamiento del mercado Objetivo.

De acuerdo a las estadísticas el mercado meta: viviendas nuevas de los estratos 4, 5 y 6, las cuales son las más ofertadas dentro de este sector, como se refleja en la oferta de vivienda que se muestra a continuación.

Ilustración 1: Oferta de Vivienda



Fuente: CAMACOL

De acuerdo al gráfico anterior, se puede evidenciar que el 51% de la oferta está dirigida al nicho de mercado seleccionado para nuestro producto; es decir, a los estratos 4,5 y 6 de la ciudad de Bogotá.

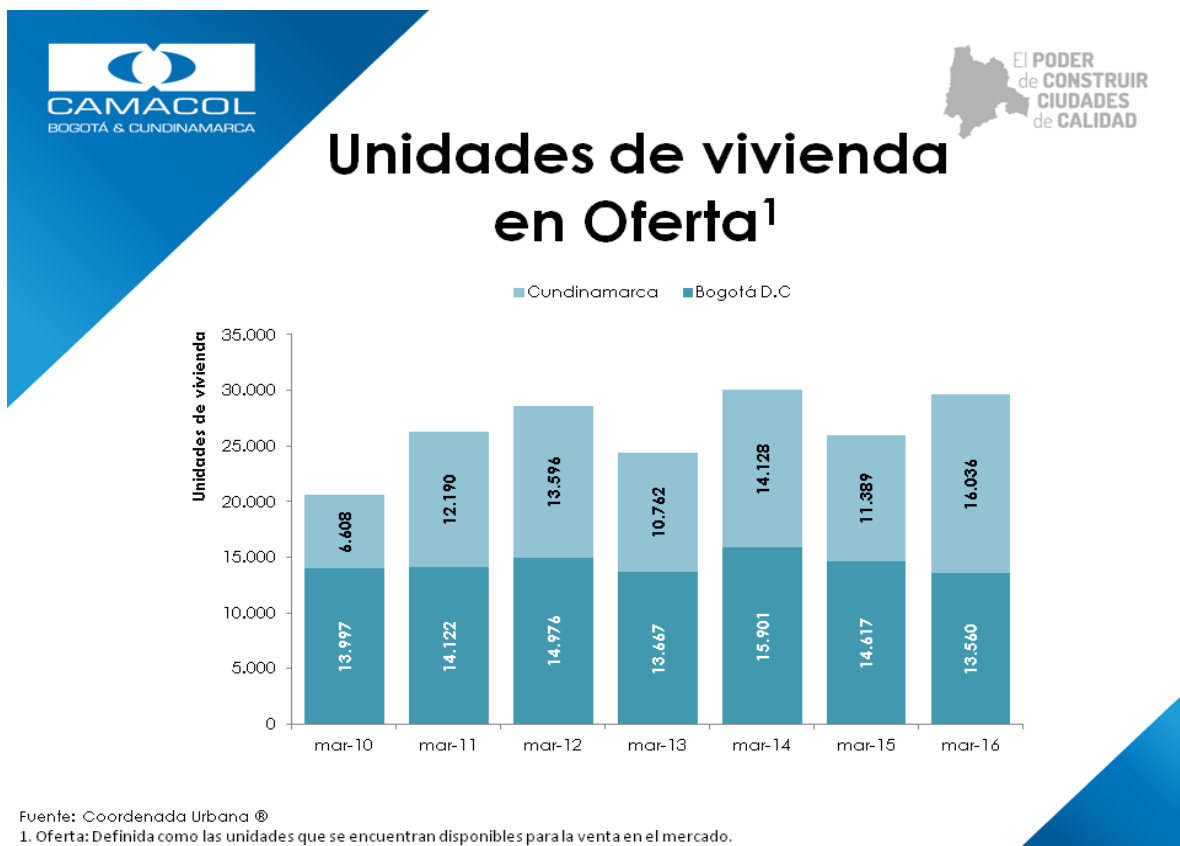
El mercado objetivo tiene comportamientos de consumo muy relacionado y enfocado al producto ofrecido; es decir tienen afinidad con el tema de gestión ambiental y desarrollo sostenible, específicamente con el manejo

adecuado del recurso hídrico. Por lo tanto un porcentaje de sus ingresos está determinado para gastarlo en los temas relacionados con el ahorro de los recursos naturales no renovables.

8.2.2. Participación en el mercado.

La participación en el mercado estimada para nuestro producto corresponde a un 10% y 4,5% en promedio del mercado total del nicho seleccionado.

Ilustración 2: Unidades de Vivienda en oferta Bogotá y Cundinamarca



Fuente: CAMACOL

De acuerdo con el gráfico anterior y teniendo en cuenta que la oferta de vivienda para el nicho de mercado seleccionado es del 51% correspondiente a 6917 unidades promedio de viviendas. Por lo tanto la participación en el mercado de nuestro producto correspondería en unidades a 692 viviendas para el 10% del nicho

seleccionado y 311 viviendas en promedio para el 4,5% al mes de marzo del año 2016. Según fuentes públicas del portal web portafolio y Camacol, el crecimiento esperado en la construcción para el año 2016 estará entre 6% y 8%.

8.3. ESTIMACIÓN DE LA DEMANDA

Como entrada o punto de partida para estimar la demanda del producto se tienen las 692 viviendas promedio a marzo de 2016, para un nicho de mercado del 10%. Para este proyecto, en el cálculo de proyección de la demanda se tendrá en cuenta 2 proyecciones; la primera corresponde a un crecimiento promedio del 7% en el horizonte del proyecto con un factor de variación de +- el 1% aplicado para el nicho de mercado del 10% seleccionado.

La segunda corresponde al nicho de mercado del 4,5% el cual se considera fluctuante causado por variables macro y microeconómicas; en donde se tuvo en cuenta lo siguiente:

- En el año 1 se proyectan ventas de 7 sistemas, es decir 336 viviendas; de acuerdo con el crecimiento del 7%, el cual es estimado por Camacol.
- Para el año 2 se estima un crecimiento de la demanda del producto de un 71%, esto corresponde al reconocimiento del sistema en el mercado y su proyección como parte fundamental de las viviendas de estrato 4,5 y 6 en la ciudad de Bogotá.
- Para el año 3 se proyecta un crecimiento del 25% en las ventas, el cual está dado por factores de variación, tales como la inflación, la TRM y específicamente la confianza y estabilidad del sistema, teniendo en cuenta la capacidad instalada para producir el producto.
- Para el año 4 se espera un equilibrio en el proyecto, por lo tanto el crecimiento esperado es del 0%.
- En el año 5 se estima un decrecimiento, correspondiente al 25% para poder evaluar el proyecto en una probable baja en las ventas.

De acuerdo con lo anterior; se realizan 2 proyecciones de la demanda.

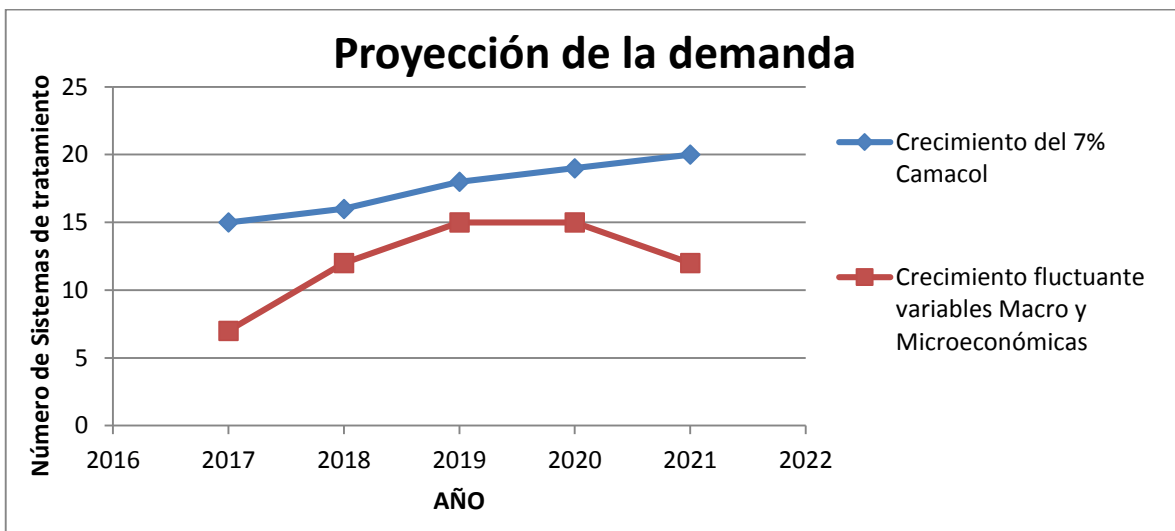
- Con crecimiento del 7% en promedio en el horizonte del proyecto de acuerdo a la información de CAMACOL.
- Con crecimiento fluctuante de acuerdo a la variabilidad de factores macro y microeconómicos que pueden afectar la demanda.

Tabla 1: Estimación de la demanda

Proyección de la Demanda						
Ambiente	Unidad	Horizonte del proyecto				
		2017	2018	2019	2020	2021
Crecimiento del 7% CAMACOL	Viviendas (Unidades)	740	792	847	907	970
	Torres (Sistemas)	15	16	18	19	20
Crecimiento fluctuante variables Macro y Microeconómicas	Viviendas (Unidades)	336	576	720	720	576
	Torres (Sistemas)	7	12	15	15	12

Fuente: Los Autores

Ilustración 3: Gráfico proyección de la demanda



Fuente: Los Autores

8.4. ANÁLISIS DE LA OFERTA

En Colombia actualmente no hay ofertas de productos con esta característica de reutilización de aguas grises o lluvias, sin embargo en Europa y Estados Unidos

debido a las políticas gubernamentales y altos costos en facturas de agua potable, los sistemas de reutilización de aguas grises son bastante comunes, a continuación se presentan dos empresas oferentes reconocidas por este nicho de mercado:

- Reaquasystems: Es una empresa en reino unido que se dedica a la fabricación e instalación de sistemas de reutilización de agua en toda Europa, su lema es “reciclando aguas grises con sistemas Requasystem, puede ahorrar más agua que con los típicos métodos, tales como reductores de flujo, y no afecta el estilo de vida de los usuarios.
- Flotender: Es una empresa norteamericana que es especializa en la reutilización de aguas grises con fines de irrigación para plantaciones, jardines y demás.

El mercado de sistemas para reutilización de aguas grises y lluvias, es bastante nuevo en Colombia, sin embargo dentro de las proyecciones para el año 2017 se tiene como pilar el crecimiento la construcción en Bogotá, y se espera que con estudios como el presente, el gobierno nacional y distrital articule sus programas de vivienda con sistemas que generen sostenibilidad en términos de consumo de recursos no renovables, tales como el recurso hídrico.

Debido al comportamiento reciente que ha presentado la tasa representativa del mercado (TRM), no es viable la importación, de sistemas de tratamiento, puesto que los precios de las empresas que fabrican y comercializan este tipo de productos a nivel internacional, se convierten en una barrera o restricción de entrada, ya que afecta la posibilidad de acceder al producto, obligando a los clientes potenciales a desistir en la adquisición del mismo.

8.4.1. Determinación del precio.

Para determinar el precio del producto ofrecido, se tuvo en cuenta los costos asociados a la fabricación de este, (Ver estudio económico). Sumando la inflación proyectada en el horizonte del proyecto, y generando tres ambientes posibles pesimista, realista y optimista, teniendo una utilidad antes de impuestos del 15%, 20% y 25% respectivamente. De acuerdo con lo anterior se estableció un precio inicial para el año 2017, en un ambiente optimista, sin prestamo equivalente a:

Precio por sistema de tratamiento	\$ 66.929.036
--	----------------------

Los precios unitarios año a año, con los distintos escenarios se visualizan en la sección: 10.3 Flujos de caja.

8.5. CANALES DE COMERCIALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO

Las opciones disponibles en términos de comercialización y distribución son:

- Comercialización a constructoras con proyectos de vivienda nueva dirigidos a los estratos 4,5 y 6 en la ciudad de Bogotá.
- Comercialización en mercados de grandes superficies.
- Comercialización directa a interesados con proyectos de vivienda nueva de los estratos 4,5 y 6.

8.5.1. Descripción de los canales de distribución.

La distribución más viable son despachos e instalación directa del producto para disminuir costos y evitar terceros que incrementen o inflen los precios; Sin embargo, no se descartan alianzas estratégicas con almacenes de grandes superficies especializadas en construcción, grandes constructoras y ferreterías especializadas.

Ventajas y desventajas de los canales empleado

Tabla 2: Canal de distribución directa

CANAL DE DISTRIBUCION DIRECTA	
VENTAJA	DESVENTAJA
Atención personalizada al usuario.	Menor posibilidad de divulgación por mercado de indecisos o clientes que buscan soluciones completas en construcción
Costos bajos por ser un canal directo	Disponibilidad de atención solo en horario de oficina Lunes a Sábado.
Negociación directa con el cliente.	Menor posibilidad de publicidad vinculada con mercados de grandes superficies
Generar un contacto directo con los compradores y garantizar retroalimentación.	Mayores costos fijos, ya que se requieren inmuebles para funcionar como vitrina.
Soluciones a medida para requerimientos específicos en las cantidades pertinentes	Mayores costos por personal de ventas.

Fuente: Los Autores

Tabla 3: Canal de distribución Indirecta

CANAL DE DISTRIBUCION ALMACENES DE GRANDES SUPERFICIES	
VENTAJA	DESVENTAJA
Mayor posibilidad de divulgación por mercado de indecisos o clientes que buscan soluciones completas en construcción	Atención no personalizada al usuario.
Disponibilidad de atención en horarios extendidos domingo a domingo	Costos más altos por ser un canal indirecto
Mayor posibilidad de publicidad vinculada con mercados de grandes superficies	Negociación indirecta con el cliente
Menores costos fijos, ya que se las edificaciones son propiedad de los grandes almacenes	Menos retroalimentación al no tener contacto directo con el cliente
Menor costos por personal de ventas ya que los vendedores hacen parte de la nómina del almacén.	Soluciones estándar para requerimientos no personalizados

Fuente: Los Autores

8.5.2. Descripción operativa de la trayectoria de comercialización.

Dentro de los productos estándar se tienen los componentes mínimos requeridos para el sistema los cuales se tendrían con cantidades de stock según proyecciones de ventas.

Al recibir una solicitud de cotización se formaliza la cantidad de baños, área que se debe cubrir con tubería, y se formaliza la solicitud de productos, se revisan las colas de ensamble y se da un estimado de entrega e instalación, se generan órdenes de producción, ensamble y orden despacho.

Los despachos inicialmente por motivos de un producto nuevo se harían tercerizando el transporte, con empresas como Velotax, Servientrega o particulares. Se finaliza el proceso con la instalación del producto y la programación del mantenimiento preventivo con el cliente.

9. ESTUDIO TECNICO

En el presente capítulo se desarrollan análisis relacionados con el aspecto técnico del proyecto, se define tamaño del proyecto, metodologías aplicadas, estudio locativo, entre otros, con el fin de conocer mejor las características detalladas necesarias para la realización del proyecto.

9.1. TAMAÑO DEL MERCADO

Bogotá, Está ubicada en el centro de Colombia, en la región natural conocida como la sabana de Bogotá, que hace parte del altiplano cundiboyacense, formación ubicada en la cordillera Oriental de los Andes y se encuentra a 2625 metros sobre el nivel del mar.

Tiene una longitud de 33 km de sur a norte, y 16 km de oriente a occidente, Bogotá limita al sur con los departamentos del Meta, al norte con el municipio de Chía, al oeste con el río Bogotá y los municipios de, Cota, Funza, Mosquera, Soacha.

Según cifras del DANE, en el año 2010 Bogotá contaba con una población de 7 363 782 habitantes, con proyección en el 2015 de 8.852.722 habitantes, y actualmente alcanzan en su área metropolitana los 9 285 331 habitantes. Tiene una densidad poblacional aproximada de 4321 habitantes por kilómetro cuadrado.

En cuanto a usos del suelo, Bogotá presenta como uso predominante el residencial; no obstante, se ubican zonas comerciales y de servicios, de acuerdo con los datos de la Encuesta Multipropósito para Bogotá en el año 2015 se construyeron 13714 viviendas, teniendo en cuenta todos los estratos sociales.

Por lo tanto para el proyecto en mención se va a trabajar con la población de estratos medios y altos de la ciudad de Bogotá, siendo este la población objetivo, es decir estratos tres, cuatro, cinco y seis de la ciudad de Bogotá.

En el caso específico de Bogotá, el 14 % de la población vive en estrato uno, 41% en estrato dos, 35 % en el tres, el 6 por % en el cuatro, y un 4% repartidos en estrato 5 y 6, es decir el tamaño de la población objetivo para el proyecto equivale a un 10% de la población de Bogotá.

9.1.1. Tamaño de la Planta.

El tamaño está determinado directamente por las especificaciones técnicas de las máquinas y/o materia prima y otros recursos necesarios para la puesta en marcha del servicio, de forma general se deben abordar dos temas: almacenaje de insumos (tubería, accesorios de tubería, bombas hidráulicas, tanques, filtros etc), pre ensamble de piezas y posterior embalaje y despacho.

La cantidad de equipos y/o maquinas a emplear depende en gran medida de los accesorios e insumos a procesar, es decir, que tubería se utilizara en un proyecto determinado, que cantidad de grifería, ductos, bombas etc.

Para el procesamiento de materia prima (tubería) es necesario contemplar equipos de corte, ya sea por cizalla o por cinta sin-fin. Para el resto de insumos, se cuenta con la ventaja de que, ya vienen procesados y/o transformados en su forma final, lo que conlleva a un ahorro en gastos de inversión en maquinaria.

Para la capacidad de almacenamiento, se debe dimensionar el servicio partiendo de la base de una necesidad mínima por proyecto, es decir, la cantidad de preensambles que pueden ser realizados para el transporte final a la obra. Se debe sumar el tamaño asignado para almacenamiento de información de documentos, diseño, y oficinas en general.

Al tratarse de un objeto de estudio definido y puntual, el tamaño objetivo es reducido en primera instancia de acuerdo al cálculo muestral.

9.1.2. Disponibilidad de Materia Prima.

Al tratarse de una solución basada en arquitectura montaje y acople de insumos particulares y prestación de servicios, se consideran como materia prima para la concepción del producto los siguientes ítems:

I. Tuberías en PVC y accesorios.

Tabla 4.: Proveedores locales tubería en PVC

Descripción	Proveedores
Tuberías en PVC Y accesorios	GERFOR
	PAVCO
	CELTA
	RIOPLAST S.A.

Fuente: Los Autores

II. Accesorios de presión (grifería).

Tabla 5. Proveedores locales accesorios y grifería

Descripción	Proveedores
Accesorios de presión	GRIVAL
	CORONA
	GRICOL
	GERFOR
	BOCHERINI

Fuente: Los Autores

III. Accesorios de almacenamiento (tanques).

Tabla 6. Proveedores locales tanques

Descripción	Proveedores
Accesorios de almacenamiento	AJOVER
	COLEMPAQUES
	PERDUIT
	ROTOPLAST
	ETERNIT

Fuente: Los Autores

IV. Sistemas de bombeo.

Tabla 7.. Proveedores locales sistemas bombeo

Descripción	Proveedores
Sistemas de bombeo.	JABSCO
	BARNES
	HELBERT
	EVANS
	IHM

Fuente: Los Autores

V. Filtros purificadores.

Tabla 8. Proveedores locales filtros

Descripción	Proveedores
Filtros purificadores	DAMSO
	HIDROSPOT
	AQUANOVA
	INGETECSA

Fuente: Los Autores

9.1.3. Disponibilidad de capital.

Debido a que los equipos de procesamiento y/o transformación de insumos no representan una inversión de gran cantidad de dinero, se contempla la posibilidad de solicitar préstamos bancarios y/o inversión de capital por parte de los creadores directos del modelo de negocio, más adelante en el estudio económico se evalúan las distintas fuentes de financiación.

9.1.4. Macro localización y Micro localización.

En primer lugar se debe contemplar nuestro foco de atención, y dentro de nuestra geografía contamos con zonas que reúnen requisitos óptimos (gran cantidad de población, alta precipitación, suministro de agua potable constante, redes de alcantarillado) y por consiguiente, serían las zonas con más atractivo para ejecutar los estudios de implementación. Para nuestro foco de estudio nos centraremos en la ciudad de Bogotá, estratos 4,5 y 6.

Dentro de la ciudad, contamos con una de las mayores tasas de precipitaciones anuales y sumadas a esto, la creciente demanda de finca raíz. Contemplando esta variable, podemos encontrar la zona ideal para generar el estudio

De igual forma, cabe resaltar la importancia de la arquitectura de las residencias de la zona, ya que la homogeneidad del sistema físico como tal (dado que el estudio arroje resultados positivos) tendrá un impacto financiero favorable en el proyecto.

Ahora bien, considerando los aspectos más importantes a la hora de tener en cuenta en la localización de la empresa, valoramos a través de las siguientes matrices, la posible localización final del proyecto.

Tabla 9. Esquema de fuerzas Locacionales

METAS U OBJETIVOS A CONSIDERAR EN LA SELECCIÓN DE LA UBICACIÓN DE UNA EMPRESA DE MANUFACTURA
<i>QUE MAXIMICE LA POBLACIÓN BENEFICIADA</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Composición de estratos socio económicos circundantes. 2. Cercanía con otras empresas asociadas. 3. Densidad de población de la zona beneficiada. 4. Zona de cobertura.
<i>QUE REDUZCA LOS COSTOS DE TRANSPORTE DE MATERIALES</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Condiciones ambientales y geográficas 2. Historial de riesgos naturales del sitio 3. Costo de terreno 4. Costo de transporte de materia prima e infraestructura
<i>QUE SEA UN LUGAR DE FACIL ACCESO</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Movilidad para ingreso y salida de las instalaciones 2. Facilidad para tomar transporte público 3. Malla vial existente y proyectada 4. Acceso para transporte de materiales.
<i>QUE ESTÉ ACORDE A LOS PLANES DE CONSTRUCCION DE LA ZONA</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Características de la infraestructura de predios de la zona. 2. Concordante con el esquema de planeación de desarrollo local. 3. Cumplimiento de reglamentación de obras civiles y ambientales. 4. Manejo de transporte de residuos (cuando lo genere el sistema)

Fuente: Los Autores

9.2.INGENIERÍA DEL PROYECTO

9.2.1. Detalle del proceso de diseño.

En general, las aguas de desecho contienen menos del 0.1% de materias sólidas, gran parte de dicha agua es procedente del baño o de la lavandería y, por encima contiene basuras, papeles, cerillos y trapos, pedazos de madera y heces fecales. El sistema de reutilización de aguas grises consiste en conducir por medio de lared de drenaje con tubería de PVC (Instituto de Fomento Municipal [INFOM],2000), las aguas residuales procedentes de cocina con restos de alimentos y materia orgánica hacia una trampa de grasa la cual elimina las grasas, que tienden a formar nata, tapar las rejillas fijas, obstruir los filtros. El periodo de detención varía de 5 a 15 minutos. Unos dos miligramos por litro de cloro aumenta la eficacia de la eliminación de la grasa (Merritt, Loftin y Ricketts, 1999).

A la vez la tubería procedente de lavadoras, bañeras y duchas con detergentes y la que viene de la trampa de grasa es conducida hacia el depósito acumulador donde servirá para abastecer los tanques de los inodoros. En la red de tuberías de drenaje, según Merritt et al. (1999), no se deben usar tuberías de un diámetro menor de 4 pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente la cual no debe de ser menor al 2%.

Las juntas entre los tramos de las tuberías se realizan, por lo general, con un junta plástica o empaque. Se prefieren tipos de juntas elásticas a las rígidas, pues estas últimas pueden agrietarse a causa del asentamiento diferencial (Merritt et al.1999).

1. Diseño de la trampa de grasa.

Los criterios de diseño son de acuerdo a McGhee (1999):

- ✓ Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ [para un día]
- ✓ Producción Promedio = 9.5 litros / persona
- ✓ Volumen mínimo para una vivienda = 30 galones = 110 litros
- ✓ Volumen mínimo para pequeñas instalaciones (hasta 50 personas)= 125 galones =473 litros
- ✓ Relación Largo / Ancho = 2 : 1
- ✓ Altura = 0.30 a 0.90 mts
- ✓ Volumen = Producción Promedio x No. Personas [litros]

Diseño:

- ✓ $V = \text{volumen}$
- ✓ $A = \text{Área}$
- ✓ $H = \text{Altura} = 0.45 \text{ mts}$
- ✓ $a = \text{Ancho}$
- ✓ $b = \text{Largo} = 2a$
- ✓ $V = 9.5 \text{ Personas litros} \times 5 \text{ personas} = 47.5 \text{ litros}$
- ✓ $V_{\text{min}} = 30 \text{ galones} = 110 \text{ litros} = 0.11 \text{ mts}^3$
- ✓ $A = 0.24 \text{ mts}^2$
- ✓ $A = ab = a \times 2a = 2 a^2$
- ✓ $a = 2$
- ✓ $A = 2$
- ✓ $0.24 = 0.35 \text{ mts}$
- ✓ $b = 2a = 2 \times 0.35 = 0.70 \text{ mts}$

Por lo tanto, la trampa de grasa tendrá unas dimensiones internas de 0.35 x 0.70mts, y será una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería. El precio aproximado para la construcción de una trampa de grasa bajo las condiciones indicadas sería de Q 1,125.00 (costo al año 2004).

Las trampas de grasa necesitan mantenerse con cantidades bajas de grasa para evitar taponar el sistema de desagüe o las líneas de drenaje. Para mantener el sistema funcionando sin problemas, hace falta limpiar las tuberías y la trampa periódicamente. Para evitar esas operaciones tan costosas, el sistema debe ser tratado biológicamente dos veces por mes para mantener las líneas de drenaje limpias y la grasa al mínimo en la trampa. Las bacterias introducidas en la trampa de grasa se alimentan de la grasa y el sedimento que se encuentra en la trampa, inhibiendo la acumulación de los mismos dándose cuenta que el tratamiento mantiene el sistema con la cantidad de sedimento muy bajo y evitando que la trampa de grasa se tapone o mantenga un mal olor.

2. Diseño del depósito acumulador.

Para la propuesta del diseño del Depósito Acumulador se debe de tomar en cuenta el volumen necesario para el abastecimiento diario de los inodoros, donde las cantidades calculadas a continuación serán aproximadas.

Para conocer la cantidad de agua residual domestica por personas al día, se presenta la siguiente tabla:

Tabla 10. Consumo y descarga de agua por persona / día

TIPO	LITROS/PERSONA/DIA	
	DEMANDA	DESCARGA
Comida y Bebida	3	0
Lavado de Platos	4	4
Lavado de Ropa	20	19
Higiene Personal	10	10
Higiene con Tina y Ducha	20	20
Limpieza de la Casa	3	3
Inodoro (heces y orina)	20	22
TOTALES	80	78

Fuente: Los Autores

Se puede deducir que la demanda para el tanque de un inodoro es de 20 litros / persona; por lo tanto, si se tiene una vivienda donde habitan 5 personas, el consumo diario en el Tanque de Inodoro sería aproximadamente de:

$$V = 20 \text{ personas} \times 20 \text{ litros} / \text{persona} = 100 \text{ litros} / \text{vivienda} / \text{día}$$

Por lo tanto, se podría tener los siguientes parámetros para el diseño:

- ✓ Diseño por volumen = $V (Q \times t)$ [para un día]
- ✓ Volumen mínimo para una vivienda (5 personas)= 100 litros
- ✓ Relación Largo / Ancho = 2 : 1 (dependerá del espacio disponible en la vivienda)
- ✓ Altura = 0.90 a 1.50 mts (dependerá del espacio disponible en la vivienda)
- ✓ Tiempo de retención hidráulica = $V/Q = 2$ horas.

Diseño:

- ✓ $V = \text{volumen}$
- ✓ $A = \text{Área}$
- ✓ $H = \text{Altura} = 0.90 \text{ mts}$
- ✓ $a = \text{Ancho}$
- ✓ $b = \text{Largo} = 2a$
- ✓ $V_{\text{min}} = 100 \text{ litros} = 0.10 \text{ mts}^3$
- ✓ $A = H$
- ✓ $V = 0.90$
- ✓ $0.10 = 0.11 \text{ mts}^2$
- ✓ $A = ab = a \times 2a = 2 a^2$
- ✓ $a = 2$
- ✓ $A = 2$
- ✓ $0.11 = 0.25 \text{ mts}$
- ✓ $b = 2a = 2 \times 0.25 = 0.50 \text{ mts}$

Por lo tanto el depósito acumulador tendrá unas dimensiones internas de 0.25 x0.50 mts. y será una estructura de concreto reforzado con el ingreso y egreso de tubería. El precio aproximado para la construcción del depósito acumulador bajo las condiciones indicadas sería de Q 2,000.00 (costo al año 2004).Una vez almacenadas las aguas en el depósito acumulador cuando se acciona el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros, la bomba sumergible(McGhee, 1999) que lleva incorporada el depósito impulsa las aguas grises por medio de la red de abastecimiento con tubería PVC para volver a cargar las tanques de los inodoros (INFOM, 2000).En la red de abastecimiento según Merritt et al., (1999), el sistema de distribución de agua debe ofrecer un suministro seguro en cantidad suficiente y una presión adecuada para uso doméstico. Es importante hacer notar que las dimensiones propuestas para el depósito son eficientes para un rango de 5 a 7 personas. Si se tiene un crecimiento de personas viviendo en el hogar es necesario recalcular las dimensiones y agregar otra cámara para su ampliación.

3. Diseño del sistema de riego.

Luego de realizar el tratamiento primario, el agua residual pasa a un sistema de riego subterráneo. Es uno de los métodos más modernos y se está usando incluso para césped en lugar de aspersores y difusores en pequeñas superficies enterrando un entramado de tuberías.

Se trata de tuberías perforadas a cada 0.15 a 0.20 mts en dos camas con diámetros entre $\varnothing 1/4"$ a $\varnothing 1"$, que se entierran en el suelo a una determinada profundidad (entre 5 y 50 cm), según sea la planta a regar (grama menos enterradas que árboles) y de las características del suelo (capilaridad). En suelos arenosos se trabajará a profundidades menores que en suelos arcillosos.

VENTAJAS.

1. Permite el empleo de aguas residuales sin la molestia de malos olores.
2. Durabilidad de las tuberías por no estar expuestas al sol.
3. Se evitan problemas de vandalismo
4. Aumento de la eficiencia del riego, ya que por el hecho de estar enterrados los emisores se evita que el agua esté en la superficie del suelo expuesta a la evaporación, es decir, mejor distribución del agua, menor escorrentía y mayor uniformidad. Además, está más cerca de las raíces que absorben el agua necesaria para el crecimiento de las plantas, frecuentemente se puede ver en los riegos localizados superficiales el agua desplazándose fuera de la zona próxima a las plantas. El incremento en eficiencia en relación con los riegos localizados

superficiales es muy variable dependiendo de la aplicación que se trate y el sistema con el que se compare.

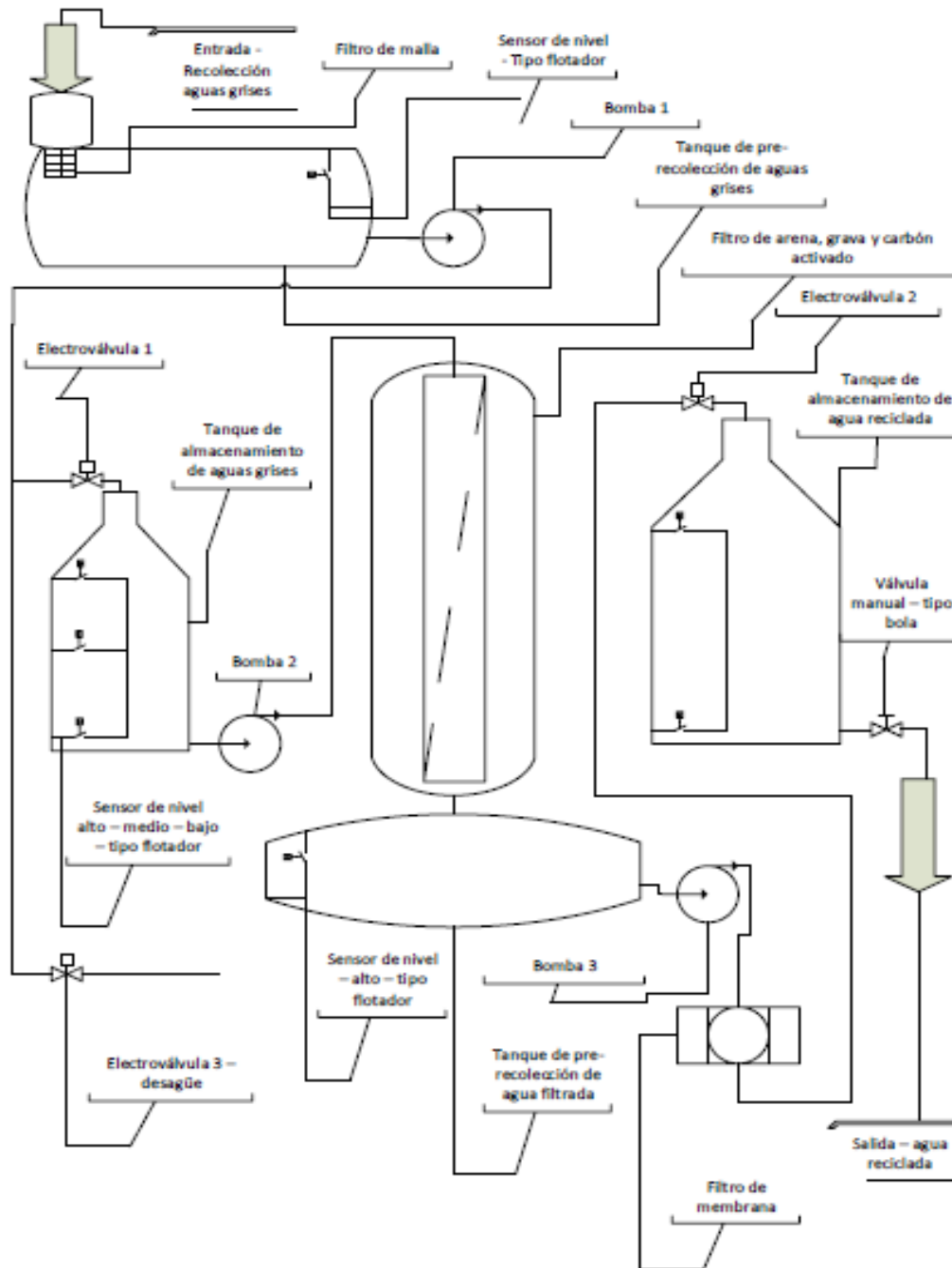
5. De esta forma no se queman las plantas al aplicarle agua a horas de más sol, ya que con el riego superficial se crea el efecto de lupa por las gotas del agua.

INCONVENIENTES

1. El principal inconveniente es por ser agua residual la utilizada para riego se está en un contacto directo, por lo que es necesario dejar pasar un día después de cada riego para evitar contaminación, o de preferencia que el riego subterráneo propuesto sea aplicado en áreas verdes no utilizadas para juego de niños.
2. En época de invierno podría ocasionarse un sobre riego, debido al sistema de riego subterráneo implementado con la lluvia de la época. El sistema de riego localizado subterráneo ha generado mayor aceptación, gracias a la superación de problemas de diseño y calidad, donde la penetración de raíces y obstrucciones ya no son un problema cuando la filtración, manejo y mantenimiento se ejecutan bien.

9.2.2. Detalle del proceso.

Ilustración 4: Diagrama general del sistema



Fuente: Los Autores

Dependiendo de la complejidad de la actividad urbana y de las fuentes de abastecimiento disponibles las cuales pueden ser de origen subterráneo o de origen superficial, en general, el agua se introduce a un sistema de abastecimiento de agua potable que consiste en: obras de captación, un proceso de potabilización, tubería de conducción, tanques de almacenamiento, tubería para la red de distribución y un sistema de bombeo a cargo de bombas centrífugas.

El sistema comienza con una etapa de pre-recolección ubicada al inicio (tanque). Al interior del tanque de pre-recolección se encuentra un filtro de carbón activado que impide el ingreso de grandes partículas al sistema para evitar obstrucciones, a la salida de este tanque se encuentra una bomba, que es la encargada de llevar las aguas grises pre-recolectadas al sistema de almacenamiento de estas aguas, el ingreso a este tanque se da mediante una electro-válvula, al interior del tanque están los sensores de nivel ubicados en puntos inferiores, medios y superiores que permitirán saber el nivel de agua que en ese momento tendrá el tanque.

A la salida del primer tanque de almacenamiento, se encuentra una bomba ubicada en la parte inferior desde donde se bombeará el agua hacia un tanque de filtrado Por medio de otra bomba se hará pasar agua a través de un filtro de membrana para finalmente conducir el agua filtrada y ya reciclada a un segundo tanque de almacenamiento de mayor capacidad desde donde se puede utilizar el agua contenida allí a través de un surtidor para cualquier uso (menos consumo humano).

Tabla 11. Elementos principales del sistema de aprovechamiento

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Tanques De Agua Potable	DE ACUERDO A LA INFRAESTRUCTURA DE LA VIVIENDA
2	Tuberia (PVC) De Conexión	
3	Accesorios (Tes, codos, reducciones, etc)	
4	Llaves De Suministro	
5	Adhesivos	
6	Sistema de Filtrado, para la remosion de solidos y tratamiento del agua.	
7	Empaques	
8	Bombas Centrífugas	
9	Mano de Obra	
10	Otros (Electroválvulas, sensores, etc)	

Fuente: Los Autores

10. ESTUDIO ECONÓMICO

Una fase fundamental del actual proyecto es determinar los aspectos económicos, del proyecto, debido a que está dentro del marco de un proyecto de inversión, del cual se espera obtener una rentabilidad. Para esto es necesario determinar los costos y beneficios que serán, evaluados con un análisis de tasa interna de retorno en escenarios, pesimista, realista y optimista.

10.1. ESTUDIO DE COSTOS

Para la evaluación de costos se tiene previsto un horizonte del proyecto de 5 años, sobre los cuales se evaluarán, el costo de inversión del año 0, los costos proyectados año a año, los flujos de caja evaluando las opciones de inversión con apalancamiento financiero ó inversión propia.

10.1.1. Gastos de inversión, (activos fijos, nominales y corrientes, capital de trabajo).

Tabla 12. Maquinaria requerida

NOMBRE MAQUINA	COSTO EN \$	TRANSPORTE INSTALACIÓN	TOTAL CON INSTALACIÓN
SIERRA	\$ 538.999,00	\$ 100.000,00	\$ 638.999,00
PULIDORA DE MANO	\$ 829.900,00	\$ 15.000,00	\$ 844.900,00
ESMERIL	\$ 399.900,00	\$ 15.000,00	\$ 414.900,00
EQUIPO MIG	\$ 3.500.000,00	\$ 100.000,00	\$ 3.600.000,00
TALADRO ARBOL	\$ 236.400,00	\$ 15.000,00	\$ 251.400,00
ROLADORA LAMINA	\$ 8.254.000,00	\$ 200.000,00	\$ 8.454.000,00
ROLADORA TUBO	\$ 2.524.000,00	\$ 80.000,00	\$ 2.604.000,00
		TOTAL	\$ 16.808.199,00

Fuente: Los Autores

Adicional a la maquinaria es requerido equipo de oficina por valor de \$4.000.000, y muebles y enceres por valor de \$8.000.000, lo que sumado a la maquinaria, da un total de inversión en activos fijos de \$28.808.190, sobre este valor la depreciación se calcula a 5 años, valores que intervendrán en el flujo de caja del proyecto.

De igual manera para el cálculo de la inversión es requerido determinar los gastos nominales del proyecto, ver a continuación Tabla 13 . Activos nominales o corrientes.

Tabla 13 . Activos nominales o corrientes.

ITEM	VALOR EN \$
RUT	120000
CÁMARA COMERCIO	
MATRICULA	313000
DERECHO A REGISTRO	36000
REGISTRO LIBRO	12000
REGISTRO ESTADO FINANCIERO	19300
COPIAS	200
FORMULARIO CÁMARA COMERCIO	4800
AFILIACIÓN CÁMARA COMERCIO	32000
LICENCIAS	75000
TOTAL	\$ 612.300,00

Fuente: Los Autores

En el año 0 se proyecta un tiempo de operación de 4 meses, tiempo durante el cual es requerido personal, gastos por servicios, materiales para la elaboración de dos prototipos y publicidad. En el Anexo 1: Gastos específicos del capital de trabajo, se especifican por ítem, estos gastos.

El capital de trabajo tiene un valor total de \$145.891.942,97, discriminados en la Tabla 14: Capital de trabajo, mostrada a continuación.

Tabla 14: Capital de trabajo

RESUMEN CAPITAL DE TRABAJO	
PERSONAL	\$ 52.997.123,73
SERVICIOS	\$ 21.122.000,00
MATERIAL	\$ 60.772.819,23
PUBLICIDAD Y OTROS	\$ 11.000.000,00
TOTAL	\$ 145.891.942,97

Fuente: Los Autores

Finalmente podemos indicar que la inversión inicial del proyecto tiene un valor de \$175.312441,97, este valor más adelante va a ser fundamental para el cálculo de flujo de caja con y sin préstamo, la discriminación de valores se muestra en seguida, ver: Tabla 15. Inversión inicial del proyecto

Tabla 15. Inversión inicial del proyecto

ITEM	VALOR EN \$
ACTIVOS FIJOS	\$ 28.808.199,00
ACTIVOS NOMINALES O CORRIENTES	\$ 612.300,00
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 145.891.942,97
TOTAL DE INVERSIÓN	\$ 175.312.441,97

Fuente: Los Autores

10.1.2. Costos De Materiales Y Costos Directos

A continuación la tabla de costos de materiales para un sistema, de apartamentos tipo torre de 12 pisos con 48 apartamentos, para este cálculo, se utilizaron tablas de cálculo formuladas por los autores (ver abajo, Tabla 16. Cuadro de formulación de metros necesarios de tubería PVC, Tabla 17. Costos de materiales para una Torre de 48 apartamentos y

Tabla 18: Resumen de costos directos para una torre de 48 apartamentos)

Tabla 16. Cuadro de formulación de metros necesarios de tubería PVC

TABLA PARA CALCULO DE REQUERIMIENTO DE MATERIAL ESTRUCTURA ESTANDAR		
TOTAL APARTAMENTOS	48	UND
PISOS POR TORRE	12	UND
APARTAMENTOS X PISO	4	UND
CANTIDAD DE METROS DE TUBERIA REQUERIDO		
TUBOS VERTICAL X 2 und, de 2"x2,8 m	67,2	METROS
TUBERIA HORIZONTAL X Apartamento de 1 " x 30 m ,120 m por piso	1440	METROS

Fuente: Los Autores

Es claro que para este sistema es requerido una línea de salida de aguas grises y una línea de entrada, ya que los apartamentos tendrán disponible llaves de agua gris tratada, que puede ser utilizada en lavado de pisos u otros que no tengan como fin el consumo humano..

Tabla 17. Costos de materiales para una Torre de 48 apartamentos

REFERENCIA	COSTOS X TORRE	COSTO X APTO.
TUBO PVC SANITARIA DE 2"	\$ 791.761,60	\$ 16.495,03
TUBO PVC BLANCO PRECIO DE 1"	\$ 6.768.000,00	\$ 141.000,00
ACCESORIOS Y OTROS PEGANTES	\$ 3.120.000,00	\$ 65.000,00
TANQUES (ENTRADA, ALMACENAJE Y CLORACION)	\$ 2.050.000,00	\$ 42.708,33
MATERIALES PARA TANQUE DE TRATAMIENTO, REMACHES Y SOLDADURA Y OTROS	\$ 4.000.000,00	\$ 83.333,33
TOTAL	\$ 16.729.761,60	\$ 348.536,70

Fuente: Los Autores

Para el análisis de costos de mano de obra se tuvo en cuenta el valor fijado por el gobierno nacional de Colombia, para el presente año 2016 de \$689.454¹, y los gastos de prestaciones sociales. Ver Anexo 2: valores de gastos y ejemplo de cálculo personal directo e indirecto.

Tabla 18: Resumen de costos directos para una torre de 48 apartamentos

ELEMENTO	COSTOS X TORRE	COSTO X APTO.
SIST. TRAMAMIENTO Y CLORACION	\$ 2.500.000,00	\$ 52.083,33
BOMBAS, VALVULAS. ETC	\$ 10.000.000,00	\$ 208.333,33
GASTO APROXIMADO LUZ	\$ 53.333,33	\$ 1.111,11
GASTO APROXIMADO AGUA	\$ 66.333,33	\$ 1.381,94
MANO DE OBRA DIRECTA FABRICACION	\$ 573.987,57	\$ 11.958,07

¹<http://www.salariominimo2016.com/>, citado el 9 de junio de 2016

MANO DE OBRA INSTALACION SIS. TRATAMIENTO Y PRUEBAS	\$ 286.993,78	\$ 5.979,04
FLETES A BOGOTA (220\$/KG VELOTAX 2016)	\$ 176.000,00	\$ 3.666,67
TOTAL COSTO	\$ 30.386.409,62	633.050,20

Fuente: Los Autores

10.1.3. Costos Indirectos.

Los costos indirectos son establecidos a continuación tomando el año 1, en el tipo de financiación por apalancamiento financiero, ver abajo, Tabla 19. Resumen de costos indirectos para una torre de 48 apartamentos

Tabla 19. Resumen de costos indirectos para una torre de 48 apartamentos

CONCEPTO	VALOR EN \$/AÑO
ARRIENDO BODEGA	\$ 60.000.000,00
SERVICIO SEGURIDAD	\$ 480.000,00
SERVICIO INTERNET Y OTROS	\$ 660.000,00
MANO OBRA INDIRECTA	\$ 111.574.508,00
GASTOS FINANCIEROS	\$ 37.117.302,25
OTROS GASTOS DE OPERACIÓN (RENOVACIONES, NOTARIALES OTROS)	\$ 5.000.000,00
TOTAL	\$ 214.831.810,25

Fuente: Los Autores

Estos costos indirectos son valores que posteriormente son distribuidos en las unidades que se esperan vender por año.

10.1.4. Egresos

Los valores de egresos son fundamentales para los análisis de flujo de caja, por lo cual son determinados año a año, y guardan una relación directa con las cantidades de producto que se espera vender.

A continuación en la Tabla 20. Resumen de egresos discriminados año a año.. Encontramos la distribución de gastos, año a año, por concepto de Materiales e insumos, Mano de obra directa, gastos generales y costos indirectos.

En los gastos generales se considera los gastos directos relacionados a gastos por servicios públicos, y gastos aproximados de fletes a Bogotá.

Tabla 20. Resumen de egresos discriminados año a año.

AÑO	MATERIALES E INSUMOS	MANO DE OBRA DIRECTA	GASTOS GENERALES	INDIRECTOS
2017	\$ 204.608.331,20	\$ 6.026.869,45	\$ 2.069.666,67	\$ 177.714.508,00
2018	\$ 375.310.138,94	\$ 11.055.000,53	\$ 3.796.360,00	\$ 325.979.183,25
2019	\$ 511.360.064,31	\$ 15.062.438,23	\$ 5.172.540,50	\$ 444.146.637,17
2020	\$ 562.496.070,74	\$ 16.568.682,05	\$ 5.689.794,55	\$ 488.561.300,89
2021	\$ 497.246.526,54	\$ 14.646.714,93	\$ 5.029.778,38	\$ 431.888.189,99

Fuente: Los Autores

Para calcular el total de egresos y los costos unitarios, se utiliza un valor de incremento porcentual, calculado por los autores, ver a continuación, la

Tabla 21. Total de egresos año a año y costo unitario del producto, donde se indica de igual manera cual es el costo que tiene cada unidad de producto, que en este caso es un sistema.

Tabla 21. Total de egresos año a año y costo unitario del producto

AÑO	TOTAL	CANT UND	COSTO UNITARIO	IPC
2017	\$ 427.536.677,56	7	\$ 61.076.668,22	
2018	\$ 784.224.419,99	12	\$ 65.352.035,00	7%
2019	\$ 1.068.505.772,23	15	\$ 71.233.718,15	9%
2020	\$ 1.175.356.349,45	15	\$ 78.357.089,96	10,00%
2021	\$ 1.039.015.012,92	12	\$ 86.584.584,41	11%

Fuente: Los Autores

10.2. INGRESOS

El cálculo de ingresos del proyecto, es calculado año a año, en los flujos de caja teniendo como punto de partida, las cantidades esperadas de venta, año a año. Para el cálculo de precios fue tenido en cuenta 3 escenarios distintos que modifican el porcentaje de utilidades antes de impuestos (pesimista 15%, realista 20%, optimista 25%).

Al tener los costos año a año, son multiplicados por la utilidad antes de impuestos, los cuales al dividirse por las cantidades esperadas, indican el precio unitario del sistema de reutilización, en este caso para una torre con 48 apartamentos.

Tabla 22. Ingresos año a año, en escenario realista con préstamo.

AÑO	CANTIDAD	INGRESOS	PRECIO UNITARIO	UTILIDAD LIBRE IMPUESTOS
2017	7	513.044.013,07	\$ 73.292.001,87	53.014.548,02
2018	12	941.069.303,98	\$ 78.422.442,00	97.243.828,08
2019	15	1.282.206.926,68	\$ 85.480.461,78	132.494.715,76
2020	15	1.410.427.619,34	\$ 94.028.507,96	145.744.187,33

2021	12	1.246.818.015,50	\$ 103.901.501,29	128.837.861,60
------	----	------------------	-------------------	----------------

Fuente: Los Autores

Finalmente se calculan los impuestos y la utilidad después de impuestos debido a que estos datos, integran el flujo de caja.

Tabla 23. Impuestos y utilidades después de impuesto, en escenario realista con préstamo

		UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	REFEFUENTE	CREC ANUAL	INVIMA Y OTROS	
AÑO	CANTIDAD	20%	25%	9%	4%	UTILIDAD LIBRE IMPUESTOS 12%
2017	7	\$ 85.507.335,51	21376833,9	7.695.660,20	3.420.293,42	53.014.548,02
2018	12	\$ 156.844.884,00	39211221	14.116.039,56	6.273.795,36	97.243.828,08
2019	15	\$ 213.701.154,45	53425288,6	19.233.103,90	8.548.046,18	132.494.715,76
2020	15	\$ 235.071.269,89	58767817,5	21.156.414,29	9.402.850,80	145.744.187,33
2021	12	\$ 207.803.002,58	51950750,6	18.702.270,23	8.312.120,10	128.837.861,60

Fuente: Los Autores

10.3. FLUJOS DE CAJA DEL PROYECTO, TASA INTERNA DE RETORNO Y VALOR PRESENTE NETO

Para la elaboración de flujo de caja se tomaron en cuenta los escenarios de inversión propia ò inversión por apalancamiento financiero, y escenarios de ingresos en una óptica, pesimista, realista y optimista. Para cada uno de estos flujos de caja se calculó una tasa interna de retorno, partiendo de una TIO ò tasa de interés de oportunidad del 20%.

Para el escenario de apalancamiento financiero, los cálculos de intereses fueron realizados con una tasa interés del 25% efectivo anual.

10.3.1. FLUJO DE CAJA CON INVERSIÓN PROPIA EN ESCENARIO OPTIMISTA

	años	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	PRECIO UNITARIO	\$ 69.717.746	\$ 74.597.988	\$ 81.311.807	\$ 89.442.987	\$ 98.834.501	
	VENTA EN UND	7	12	15	15	12	
Ingresos		\$ 488.024.219	\$ 895.175.853	\$ 1.219.677.100	\$ 1.341.644.810	\$ 1.186.014.012	
-DEPRECIACION		\$ 5.761.640	\$ 5.761.640	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	
(-) INTERESES							
PRESTAMO							
Egresos TOTALES		\$ 390.419.375	\$ 716.140.683	\$ 975.741.680	\$ 1.073.315.848	\$ 948.811.210	
Mano de obra directa		\$ 6.026.869	\$ 11.055.001	\$ 15.062.438	\$ 16.568.682	\$ 14.646.715	
Materiales		\$ 204.608.331	\$ 375.310.139	\$ 511.360.064	\$ 562.496.071	\$ 562.496.071	
Gastos Generales		\$ 2.069.667	\$ 3.796.360	\$ 5.172.541	\$ 5.689.795	\$ 5.029.778	
Costos indirectos		\$ 177.714.508	\$ 325.979.183	\$ 444.146.637	\$ 488.561.301	\$ 431.888.190	
Flujo de Caja antes de Impuestos		\$ 91.843.204	\$ 173.273.531	\$ 236.775.420	\$ 261.168.962	\$ 230.042.802	
"- Impuestos (38%)"		\$ 34.900.418	\$ 65.843.942	\$ 89.974.660	\$ 99.244.206	\$ 87.416.265	
Flujo de Caja despues de Impuestos		\$ 56.942.786	\$ 107.429.589	\$ 146.800.760	\$ 161.924.756	\$ 142.626.538	
+ DEPRECIACION		\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640		
(-) AMORTIZACIÓN							
- Inversión Inicial	\$ 175.312.442						
Recuperacion 30% capital de trabajo							\$ 43.767.583
SALVAMENTO 30% VALOR MAQUINAS							\$ 8.642.460
Flujo de Caja Neto	\$ -175.312.442	\$ 60.304.426	\$ 110.791.229	\$ 150.162.400	\$ 165.286.396	\$ 195.036.580	
	RESUMEN ACTIVIDAD						
	TIO:	20%					
	VPN:	\$196.869.839,24					
	TIR	55,15%					

10.3.2. FLUJO DE CAJA CON INVERSIÓN PROPIA EN ESCENARIO REALISTA

	AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021					
	PRECIO UNITARIO	\$	66.929.036	\$	71.614.068	\$	78.059.334	\$	85.865.268	\$	94.881.121	
	VENTA EN UND	\$	7	\$	12	\$	15	\$	15	\$	12	
Ingresos		\$	468.503.250	\$	859.368.819	\$	1.170.890.016	\$	1.287.979.018	\$	1.138.573.452	
-DEPRECIACION		\$	5.761.640	\$	5.761.640	\$	7.160.000	\$	7.160.000	\$	7.160.000	
(-) INTERESES												
PRESTAMO												
Egresos TOTALES		\$	390.419.375	\$	716.140.683	\$	975.741.680	\$	1.073.315.848	\$	948.811.210	
Mano de obra directa		\$	6.026.869	\$	11.055.001	\$	15.062.438	\$	16.568.682	\$	14.646.715	
Materiales		\$	204.608.331	\$	375.310.139	\$	511.360.064	\$	562.496.071	\$	562.496.071	
Gastos Generales		\$	2.069.667	\$	3.796.360	\$	5.172.541	\$	5.689.795	\$	5.029.778	
Costos indirectos		\$	177.714.508	\$	325.979.183	\$	444.146.637	\$	488.561.301	\$	431.888.190	
Flujo de Caja antes de Impuestos		\$	72.322.235	\$	137.466.497	\$	187.988.336	\$	207.503.170	\$	182.602.242	
"- Impuestos (38%)"		\$	27.482.449	\$	52.237.269	\$	71.435.568	\$	78.851.204	\$	69.388.852	
Flujo de Caja despues de Impuestos		\$	44.839.786	\$	85.229.228	\$	116.552.768	\$	128.651.965	\$	113.213.390	
+ DEPRECIACION		\$	3.361.640	\$	3.361.640	\$	3.361.640	\$	3.361.640			
(-) AMORTIZACIÓN												
- Inversión Inicial	\$	175.312.442										
Recuperacion 30% capital de trabajo										\$	43.767.583	
SALVAMENTO 30% VALOR MAQUINAS										\$	8.642.460	
Flujo de Caja Neto	\$	-175.312.442	\$	48.201.426	\$	88.590.868	\$	119.914.408	\$	132.013.605	\$	165.623.433
	RESUMEN ACTIVIDAD											
	TIO:	20%										
	VPN:	\$125.996.072										
	TIR	43,57%										

10.3.3. FLUJO DE CAJA CON INVERSIÓN PROPIA EN ESCENARIO PESIMISTA

	AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	PRECIO UNITARIO	\$ 64.140.326	\$ 68.630.149	\$ 74.806.862	\$ 82.287.548	\$ 90.927.741	
	VENTA EN UND	\$ 7	\$ 12	\$ 15	\$ 15	\$ 12	
Ingresos		\$ 448.982.282	\$ 823.561.785	\$ 1.122.102.932	\$ 1.234.313.225	\$ 1.091.132.891	
-DEPRECIACION		\$ 5.761.640	\$ 5.761.640	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	
(-) INTERESES							
PRESTAMO							
Egresos TOTALES		\$ 390.419.375	\$ 716.140.683	\$ 975.741.680	\$ 1.073.315.848	\$ 948.811.210	
Mano de obra directa		\$ 6.026.869	\$ 11.055.001	\$ 15.062.438	\$ 16.568.682	\$ 14.646.715	
Materiales		\$ 204.608.331	\$ 375.310.139	\$ 511.360.064	\$ 562.496.071	\$ 562.496.071	
Gastos Generales		\$ 2.069.667	\$ 3.796.360	\$ 5.172.541	\$ 5.689.795	\$ 5.029.778	
Costos indirectos		\$ 177.714.508	\$ 325.979.183	\$ 444.146.637	\$ 488.561.301	\$ 431.888.190	
Flujo de Caja antes de Impuestos		\$ 52.801.266	\$ 101.659.463	\$ 139.201.252	\$ 153.837.377	\$ 135.161.681	
"- Impuestos (38%)"		\$ 20.064.481	\$ 38.630.596	\$ 52.896.476	\$ 58.458.203	\$ 51.361.439	
Flujo de Caja despues de Impuestos		\$ 32.736.785	\$ 63.028.867	\$ 86.304.776	\$ 95.379.174	\$ 83.800.243	
+ DEPRECIACION		\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640		
(-) AMORTIZACIÓN							
- Inversión Inicial		\$ 175.312.442					
Recuperacion 30% capital de trabajo							\$ 43.767.583
SALVAMENTO 30% VALOR MAQUINAS							\$ 8.642.460
Flujo de Caja Neto		-\$ 175.312.442	\$ 36.098.425	\$ 66.390.507	\$ 89.666.416	\$ 98.740.814	\$ 136.210.285
	RESUMEN ACTIVIDAD						
	TIO:	20%					
	VPN:	\$55.122.305					
	TIR	30,91%					

10.3.5. FLUJO DE CAJA CON PRÉSTAMO EN ESCENARIO REALISTA

	AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	PRECIO UNITARIO	\$ 73.292.002	\$ 78.422.442	\$ 85.480.462	\$ 94.028.508	\$ 103.901.501	
	VENTA EN UND	7	12	15	15	12	
Ingresos		\$ 513.044.013	\$ 941.069.304	\$ 1.282.206.927	\$ 1.410.427.619	\$ 1.246.818.016	
-DEPRECIACION		\$ 5.761.640	\$ 5.761.640	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	
(-) INTERESES		\$ 37.117.302	\$ 37.117.302	\$ 37.117.302	\$ 37.117.302		
PRESTAMO 50%	\$	87.656.221					
Egresos TOTALES		\$ 427.536.678	\$ 784.224.420	\$ 1.068.505.772	\$ 1.175.356.349	\$ 1.039.015.013	
Mano de obra directa		\$ 6.026.869	\$ 11.055.001	\$ 15.062.438	\$ 16.568.682	\$ 14.646.715	
Materiales		\$ 204.608.331	\$ 375.310.139	\$ 511.360.064	\$ 562.496.071	\$ 562.496.071	
Gartos Generales		\$ 2.069.667	\$ 3.796.360	\$ 5.172.541	\$ 5.689.795	\$ 5.029.778	
Costos indirectos		\$ 214.831.810	\$ 394.062.921	\$ 536.910.729	\$ 590.601.802	\$ 522.091.993	
Flujo de Caja antes de Impuestos		\$ 42.628.393	\$ 113.965.942	\$ 169.423.852	\$ 190.793.968	\$ 200.643.003	
"- Impuestos (38%)"		\$ 16.198.790	\$ 43.307.058	\$ 64.381.064	\$ 72.501.708	\$ 76.244.341	
Flujo de Caja despues de Impuestos		\$ 26.429.604	\$ 70.658.884	\$ 105.042.788	\$ 118.292.260	\$ 124.398.662	
+ DEPRECIACION		\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640		
(-) AMORTIZACIÓN		\$ 15.203.247	\$ 19.004.059	\$ 23.755.073	\$ 29.693.842		
- Inversión Inicial	\$	175.312.442					
Recuperacion 30% capital de trabajo							\$ 43.767.583
SALVAMENTO 30% VALOR MAQUINAS							\$ 8.642.460
Flujo de Caja Neto	-\$	87.656.221	\$ 14.587.997	\$ 55.016.465	\$ 84.649.355	\$ 91.960.058	\$ 176.808.704
	RESUMEN ACTIVIDAD						
	TIO:	20%					
	VPN:	\$127.096.691					
	TIR	56,71%					

10.3.6. FLUJO DE CAJA CON PRÉSTAMO EN ESCENARIO PESIMISTA

	AÑO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
	PRECIO UNITARIO	\$ 70.238.168	\$ 75.154.840	\$ 81.918.776	\$ 90.110.653	\$ 99.572.272	
	VENTA EN UND	7	12	15	15	12	
Ingresos		\$ 491.667.179	\$ 901.858.083	\$ 1.228.781.638	\$ 1.351.659.802	\$ 1.194.867.265	
-DEPRECIACION		\$ 5.761.640	\$ 5.761.640	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	\$ 7.160.000	
(-) INTERESES		\$ 37.117.302	\$ 37.117.302	\$ 37.117.302	\$ 37.117.302		
PRESTAMO 50%	\$ 87.656.221						
Egresos TOTALES		\$ 427.536.678	\$ 784.224.420	\$ 1.068.505.772	\$ 1.175.356.349	\$ 1.039.015.013	
Mano de obra directa		\$ 6.026.869	\$ 11.055.001	\$ 15.062.438	\$ 16.568.682	\$ 14.646.715	
Materiales		\$ 204.608.331	\$ 375.310.139	\$ 511.360.064	\$ 562.496.071	\$ 562.496.071	
Gartos Generales		\$ 2.069.667	\$ 3.796.360	\$ 5.172.541	\$ 5.689.795	\$ 5.029.778	
Costos indirectos		\$ 214.831.810	\$ 394.062.921	\$ 536.910.729	\$ 590.601.802	\$ 522.091.993	
Flujo de Caja antes de Impuestos		\$ 21.251.560	\$ 74.754.721	\$ 115.998.564	\$ 132.026.150	\$ 148.692.252	
"- Impuestos (38%)"		\$ 8.075.593	\$ 28.406.794	\$ 44.079.454	\$ 50.169.937	\$ 56.503.056	
Flujo de Caja despues de Impuestos		\$ 13.175.967	\$ 46.347.927	\$ 71.919.109	\$ 81.856.213	\$ 92.189.196	
+ DEPRECIACION		\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640	\$ 3.361.640		
(-) AMORTIZACIÓN		\$ 15.203.247	\$ 19.004.059	\$ 23.755.073	\$ 29.693.842		
- Inversión Inicial	\$ 175.312.442						
Recuperacion 30% capital de trabajo							\$ 43.767.583
SALVAMENTO 30% VALOR MAQUINAS							\$ 8.642.460
Flujo de Caja Neto	-\$ 87.656.221	\$ 1.334.360	\$ 30.705.508	\$ 51.525.676	\$ 55.524.011	\$ 144.599.239	
	RESUMEN ACTIVIDAD						
	TIO:	20%					
	VPN:	\$49.484.931					
	TIR	35,04%					

10.3.7. ANÁLISIS FLUJO DE CAJA, TIR Y VPN

Desde el punto de vista económico es claro mencionar, que posterior a elaborar los respectivos flujos de caja, se encuentra que la viabilidad económica es favorable, debido a que al ser evaluada la tasa interna de retorno con y sin préstamo, en los escenarios pesimista, realista y optimista, es mayor que la tasa de interés de oportunidad, esto también se evidencia en el valor presente neto resultante de estos flujos de caja.

Es importante resaltar que para el flujo de caja sin préstamo comparado con el flujo de caja con préstamo, es claro que la tasa interna de retorno y el valor presente es menor, debido a que los intereses pagados, son descontados del valor de utilidades antes de impuestos.

Para los flujos de caja anteriormente presentados se tuvo en cuenta un valor de salvamento por la maquinaria invertida del 30%, y una recuperación del capital de trabajo inicial del 30%, estos valores influencia el valor presente neto.

Para cada uno de los escenarios se presenta un valor presente neto el cual, será el valor mínimo a considerarse para la venta del proyecto.

Estos análisis de flujo de caja permiten visualizar desde el punto de vista económico como se pueden mover las cifras de entradas y salidas, del proyecto, con lo cual es posible determinar puntos de control, año a año, y de esta manera asegurar el buen desarrollo del proyecto desde el punto de vista económico.

10.4. PUNTO DE EQUILIBRIO

La cantidad mínima de unidades a vender del sistema de reutilización, se encuentra sobre las 6 unidades, antes de esto, se presentaría un desequilibrio económico en el proyecto. Estos datos se presentan en la Tabla 24. Valores para determinar punto de equilibrio en ventas, y en Fuente: Los Autores

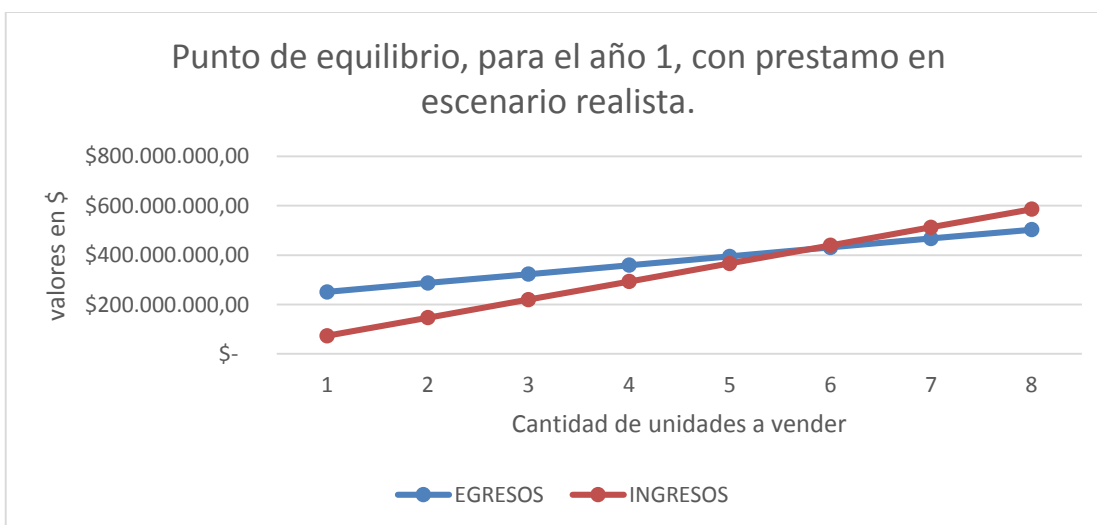
Ilustración 5: Gráfico punto de equilibrio *año 1, escenario realista con préstamo,*

Tabla 24. Valores para determinar punto de equilibrio en ventas

UNIDADES	EGRESOS	UTILIDAD Ó PERDIDA	INGRESOS
1	\$ 250.886.030,17	-\$ 177.594.028,30	\$ 73.292.001,87
2	\$ 286.940.250,09	-\$ 140.356.246,35	146.584.003,74
3	\$ 322.994.470,01	-\$ 103.118.464,40	219.876.005,60
4	\$ 359.048.689,93	-\$ 65.880.682,45	293.168.007,47
5	\$ 395.102.909,85	-\$ 28.642.900,51	366.460.009,34
6	\$ 431.157.129,77	\$ 8.594.881,44	439.752.011,21
7	\$ 467.211.349,69	\$ 45.832.663,39	513.044.013,07
8	\$ 503.265.569,61	\$ 83.070.445,34	586.336.014,94

Fuente: Los Autores

Ilustración 5: Gráfico punto de equilibrio *año 1, escenario realista con préstamo*



Fuente: Los Autores

11. ESTUDIO MEDIO AMBIENTAL

NUMERO Y TIPO DE REGLAMENTACIÓN	DESCRIPCIÓN	FECHA DE PUBLICACION/ACTUALIZACIÓN	PROCESO
Constitución Política Artículo 78, 79 y 80	Proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados al ambiente.	Abril de 2013	GESTIÓN AMBIENTAL
Decreto 2811	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Contiene las acciones de prevención y control de la contaminación del recurso hídrico, para garantizar la calidad del agua para su uso posterior.	Diciembre 1974	GESTIÓN AMBIENTAL
Ley 9	Código Sanitario Nacional, establece los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.	Agosto 1979	GESTIÓN AMBIENTAL
Ley 99	Otorga a las autoridades ambientales Regionales, en su calidad de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, la facultad de ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del agua, el suelo, el aire y los demás recursos naturales renovables las cuales comprenderán el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, en cualquiera de sus formas, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire, o a los suelos, así como los vertimientos que puedan causar daño o ponen en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos.	Junio 1993	GESTIÓN AMBIENTAL
Ley 373	Establece el Uso Eficiente y Ahorro del agua habla de la disminución de aguas residuales, además estipula que todo Plan Ambiental Regional y Municipal debe incorporar obligatoriamente un programa para el uso eficiente y ahorro del agua. Se entiende por programa para el uso eficiente y ahorro de agua el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto,	Junio 1997	GESTIÓN AMBIENTAL

	alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico.		
Decreto 3102	Hace relación a la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua	Diciembre 1997	GESTIÓN AMBIENTAL
La Ley 715	Establece que el Sistema General de Participaciones está constituido por los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales. En el rubro Participación de propósito general se destinan recursos para agua potable y saneamiento básico, con los cuales al municipio le corresponde promover, financiar o cofinanciar proyectos de descontaminación de corrientes afectados por vertimientos, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos, entre otros programas.	Septiembre 2001	GESTIÓN AMBIENTAL
Conpes 3177	Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) Determina las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la Nación. Este documento establece cinco acciones prioritarias enmarcadas en la necesidad de priorizar la gestión, desarrollar estrategias de gestión regional, revisar y actualizar la normatividad del sector, articular las fuentes de financiación y fortalecer una estrategia institucional para la implementación del Plan Nacional de Manejo de aguas Residuales.	Octubre 2002	GESTIÓN AMBIENTAL
Acuerdo 347	Se establecen los lineamientos de la política pública del agua en Bogotá, D. C." Establece los lineamientos para una política pública de la gestión y administración del agua en el Distrito Capital, a fin de recuperar y conservar el equilibrio natural del ciclo hídrico del mismo y asegurar que los habitantes satisfagan sus necesidades actuales sin comprometer las de las generaciones futuras.	Diciembre 2008	GESTIÓN AMBIENTAL

Acuerdo Distrital 489	Plan de Desarrollo "Bogotá Humana" reconoce la necesidad urgente que tiene el Distrito de superar el modelo de ciudad depredador del medio ambiente aplicando un enfoque de eco urbanismo. Las políticas de ordenamiento del territorio, gestión ambiental y gestión del riesgo estarán articuladas para enfrentar el cambio climático. Se dará prioridad a la atención de los conflictos sociales y ambientales de los asentamientos informales en zonas de riesgo, combinando reasentamiento y adecuación, para reducir su vulnerabilidad física, asegurar el equilibrio de cargas sobre los ecosistemas y proveer a la ciudad de corredores ecológicos para la conectividad del agua y las dinámicas eco sistémicas que reduzcan el consumo de suelo, agua, energía y materiales, y minimicen el impacto sobre el medio natural.		GESTIÓN AMBIENTAL
Decreto 1449	Conservación, protección y aprovechamiento de las aguas.	Junio 1977	GESTIÓN AMBIENTAL
Decreto 302	Contiene el conjunto de normas que regulan las relaciones que se generan entre la entidad prestadora de los servicios públicos de acueducto y alcantarillado y los suscriptores y usuarios, actuales y potenciales, del mismo.	Febrero 2000	GESTIÓN AMBIENTAL

12. **Fuente:** www.minambiente.gov.co

13.

12. CONCLUSIONES

El estudio de factibilidad para la posible implementación de un sistema de recolección, tratamiento y reutilización de aguas grises para conjuntos residenciales, es una iniciativa que incentiva la cultura al ahorro y reutilización de las aguas grises servidas al alcantarillado público.

La documentación y diseño de sistemas de tratamiento permiten mitigar los impactos ambientales.

Los sistemas de mitigación ambiental, le permiten a la sociedad contribuir al desarrollo sostenible, enfocado en una cultura ambiental cada vez más contundente.

La viabilidad del proyecto es sustentada en la obtención de un valor presente neto positivo (VPN) y una tasa interna de retorno (TIR) superior a la tasa interna de oportunidad (TIO) en todos los escenarios evaluados.

El diseño y documentación de proyectos ambientales contribuye a la mejora continua en la creación de cultura ambiental por parte de los ciudadanos

Desde la perspectiva económica del proyecto, es muy favorable el hecho de buscar un modelo de inversión por apalancamiento financiero, ya que permite maximizar las utilidades, tener una tasa interna de retorno por encima de la tasa de interés de oportunidad, un valor presente neto mayor al que se puede obtener por medio de la inversión con fondos propios.

Teniendo en cuenta los análisis de punto de equilibrio se puede encontrar la cantidad mínima a vender, y de esta manera tener claro los objetivos en ventas, y colocar puntos de control del gasto, y de esta manera garantizar el retorno de la inversión del proyecto.

13. BIBLIOGRAFIA.

HERNANDEZ MUÑOZ, A. Depuración y desinfección de aguas residuales. 5ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2001. 1151 p. Colección Seignor nº 9. ISBN: 84-380-0190-4.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. et al. Manual de depuración Uralita. 2ª ed. Madrid: Paraninfo, 2000. 430 p. ISBN: 84-283-2162-0.

Norma Técnica Colombiana NTC-ISO 3650-1 "Calidad del agua. Vocabulario. Parte 1. 2010-07-28

NTC-ISO 5667-1:1995, Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el diseño de programas de muestreo.

NTC-ISO 5667-10:1995, Gestión ambiental. Calidad de agua. Muestreo. Guía para el muestreo de aguas residuales.

LONDOÑO C., A. Línea Profundización Ambiental 1. Módulo Virtual. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. 2003. 150 páginas.

ISAZA H., J. D. Manual de Laboratorio de Biodigestión anaerobia y caracterización de aguas residuales. Chinchiná (Colombia). Cenicafé. Disciplina de Química Industrial, 1996. (Mecanografiado).

HERNÁNDEZ M., A. Tratamiento de aguas residuales, basuras y escombros en el ámbito rural. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid. 1994.

OROZCO, J.A y SALAZAR, A.A. Tratamiento Biológico de las aguas residuales. Medellín, Universidad de Antioquia, ediciones Gráficas Ltda. 1983. 473 p. ilustrado.

METCALF Y EDDY. Ingeniería de aguas residuales; tratamiento vertido y reutilizado. Prólogo de Ángel Cajigas. 3 Ed. Madrid, Mc Graw Hill, Inc. 1995. 1485 p. 2V. ilustrado.

Crites R. and Tchobanoglous G. (2000). Sistemas de manejo de aguas residuales. (Ed) Mc Graw-Hill

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. Formulación de planes de pretratamiento de efluentes industriales. 2002.

CYRL, M. Harris. Manual de medidas acústicas y control de ruido. Vol. 1. Mc. Graw - Hill. Tercera edición. México. 2000.

Anexo 1. Gastos específicos del capital de trabajo, se especifican por ítem, estos gastos.

SERVICIOS AÑO 0 (4 MESES)	
ARRIENDO AÑO 0 (4 MESES)	\$ 20.000.000,00
AGUA	\$ 398.000,00
LUZ	\$ 320.000,00
OTROS DEL PRODUCTO	\$ 24.000,00
SEGURIDAD 60000XMES	\$ 160.000,00
Telefonía y otros	\$ 220.000,00
TOTAL SERVICIOS AÑO 0	\$ 21.122.000,00

Fuente: Los autores

RESUMEN DE COSTOS DE MANO DE OBRA CON PRESTACIONES		TOTAL MESES AÑO 0	
ITEM	TOTAL X MES	Personal año 0	4
OPERARIO	\$ 1.107.430,13	2	\$ 4.429.720,53
SECRETARIA	\$ 1.147.975,13	1	\$ 4.591.900,53
DISEÑADOR	\$ 1.717.975,13	1	\$ 6.871.900,53
ADMINISTRADOR Y DIRECTOR DE PROYECTOS	\$ 2.843.975,13	1	\$ 11.375.900,53
VENDEDOR	\$ 1.243.975,13	1	\$ 4.975.900,53
TECNÓLOGO AMBIENTAL Y ASESOR TÉCNICO COMERCIAL	\$ 2.343.975,13	1	\$ 9.375.900,53
CONTADOR	\$ 2.843.975,13	1	\$ 11.375.900,53
TOTALES		8	\$ 52.997.123,73

Fuente: Los autores

Anexo 2. Valores de gastos y ejemplo de cálculo personal directo e indirecto.

OPERARIOS			
		MES	HORA
SUELDO MENSUAL	192 horas/mes	\$ 689.455,00	\$ 3.590,91
AUXILIO DE TRANSPORTES	192 horas/mes	\$ 74.000,00	\$ 385,42
SALUD	4%		
PENSION	16%	\$ 116.800,00	\$ 574,55
ARL	2,436%	\$ 17.782,80	\$ 87,47
CAJA DE COMPENSACION	4%	\$ 29.200,00	\$ 143,64
VACACIONES	4,17%	\$ 30.441,00	\$ 149,74
PRIMA	8,33%	\$ 60.809,00	\$ 299,12
CESANTIAS	8,33%	\$ 60.809,00	\$ 299,12
INT CESANTIAS	1%	\$ 7.300,00	\$ 2,99
DOTACIÓN	192 horas/mes	\$ 20.833,33	\$ 108,51
TOTAL HORA SIN H-EXTRAS		\$ 1.107.430,13	\$ 5.641,47

Fuente: Los autores

SECRETARIA			
		MES	HORA
SUELDO MENSUAL	192 horas/mes	\$ 730.000,00	\$ 3.802,08
AUXILIO DE TRANSPORTES	192 horas/mes	\$ 74.000,00	\$ 385,42
SALUD	4%		
PENSION	16%	\$ 116.800,00	\$ 608,33
ARL	2,436%	\$ 17.782,80	\$ 92,62
CAJA DE COMPENSACION	4%	\$ 29.200,00	\$ 152,08
VACACIONES	4,17%	\$ 30.441,00	\$ 158,55
PRIMA	8,33%	\$ 60.809,00	\$ 316,71
CESANTIAS	8,33%	\$ 60.809,00	\$ 316,71
INT CESANTIAS	1%	\$ 7.300,00	\$ 3,17
DOTACIÓN	192 horas/mes	\$ 20.833,33	\$ 108,51
TOTAL HORA SIN H-EXTRAS		\$ 1.147.975,13	\$ 5.944,18

Fuente: Los autores