

**SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS DE LAVADO Y AGUAS LLUVIAS PARA  
USO EN BAÑOS, LAVADO DE VEHÍCULOS Y RIEGO UTILIZANDO BOMBEO CON  
ENERGÍA SOLAR, EN OBRAS DE VIVIENDAS RESIDENCIALES UBICADAS EN EL  
ÁREA METROPOLITANA**

**Presentado por:**

**Sergio Andrés Vásquez Álzate**

**Adriana Marcela Vahos Vahos**

**CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
FACULTAD DE EDUCACION A DISTANCIA  
POSGRADO EN GERENCIA DE PROYECTOS  
02 DE JUNIO - 2016  
BELLO - ANTIOQUIA**

## TABLA DE CONTENIDO

1.	CONTEXTO DEL PROYECTO .....	11
1.1	Formulación del problema .....	11
1.1.1	Descripción del problema.....	11
1.1.2	Importancia del problema.....	12
1.1.3	Árbol De Problema (causas y consecuencias) .....	13
1.1.4	Árbol de objetivos (medios y fines).....	14
2.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	15
2.1	Proyecto seleccionado .....	15
2.2	Justificación .....	15
2.3	Objetivos.....	15
2.3.1	Objetivo general.....	16
2.3.2	Objetivos específicos .....	16
3.	CONTEXTO SOCIAL DEL PROYECTO .....	17
3.1	Población beneficiada.....	17
3.2	impactos de calidad de vida (usos y beneficios) .....	21
3.2.1	Usos.....	21
3.2.2	Beneficios .....	22
3.3	Generación de empleo .....	22
4.	CONTEXTO AMBIENTAL DEL PROYECTO .....	24
4.1	identificación de impactos.....	24
4.2	indicadores de seguimiento ambiental .....	28
5.	CONTEXTO ESTRATÉGICO DEL PROYECTO .....	31
5.1	Análisis de la oferta .....	31
5.1.1	Análisis sectorial .....	31
	Elaboración propia.....	33
5.1.2	Análisis del entorno competitivo. Modelo de Porter. ....	33
5.1.3	Identificación y localización de los competidores .....	34
5.1.4	Sistemas de comercialización empleados por los competidores .....	35
5.1.5	Ventajas o desventajas competitivas.....	35

5.2 Análisis de demanda .....	36
6 CONTEXTO TÉCNICO DEL PROYECTO .....	38
6.1 El producto .....	38
6.1.1 Identificación del producto.....	38
6.2 Materiales empleados.....	39
6.3 LIMITACIONES TÉCNICAS .....	41
7. CONTEXTO LEGAL DEL PROYECTO .....	42
7.1 LICENCIAS O PERMISOS .....	46
8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y DECISIONES .....	47
8.1 Decisiones de mercado .....	47
8.1.1 Definición y caracterización del producto o servicio .....	47
8.2 Decisiones técnicas .....	50
8.2.1 Análisis de alternativas tecnológicas consideradas .....	50
8.3 Decisiones ambientales .....	54
8.4 Evaluación ambiental.....	59
8.5 Decisiones financieras.....	64
9. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	77
9.1 Diagrama del proceso.....	77
9.2 Ingeniería del proceso .....	78
10. Análisis del riesgo .....	84
10.1 Análisis de riesgo e incertidumbre .....	84
10.1.1 Identificación y medición de riesgos (metodología utilizada) .....	84
10.2 Análisis DOFA del proyecto .....	89
11. CONCLUSIONES .....	92
12. RECOMENDACIONES .....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. El uso racional de una persona en funciones domésticas.....	12
Tabla 2 . Identificación de barrios estratos 4, 5 y 6 del área Metropolitana del Valle de Aburrá.	20
Tabla 3. Identificación de impactos. ....	24
Tabla 4. Matriz de Análisis por dimensiones. ....	26
Tabla 5. Indicadores de seguimiento ambiental. ....	29
Tabla 6. Resumen de oportunidades y amenazas del entorno. ....	32
Tabla 7. Análisis de las 5 fuerzas de Porter. ....	33
Tabla 8. Proyección de sistemas anuales. ....	37
Tabla 9. Precio unitario .....	48
Tabla 10. Precio total .....	49
Tabla 12. Personal requerido .....	52
Tabla 13. Costo de implementación de la seguridad industrial y salud ocupacional .....	54
Tabla 14. Plan de gestión ambiental. ....	55
Tabla 15. Plan de monitoreo. ....	56
Tabla 16. Plan de Contingencia .....	58
Tabla 17. Criterios y Rangos para la calificación ambiental.....	60
Tabla 18. Resultados de la evaluación ambiental del proyecto. Elaboración a partir del método. (EPPM). ....	63
Tabla 20. Costo de personal .....	65
Tabla 21. Datos básicos de cálculo.....	66
Tabla 22. Estructura del capital. ....	67
Tabla 23: datos de inflación en Colombia desde 2005 hasta 2015.....	68
Tabla 24. Datos para proyección.....	68
Tabla 25. Depreciación– Elaboración propia .....	69
Tabla 26. Flujo de caja puro.....	70
Tabla 27. Evaluación escenario 100% del capital con aporte de socios. ....	71
Tabla 28. Flujo de caja optima .....	72
Tabla 29. Tabla de Amortización.....	73
Tabla 31. Identificación de riesgos .....	84
Tabla 32. Valoración de riesgos. ....	85
Tabla 33. Escala de probabilidad. ....	86
Tabla 34. Matriz de probabilidad / consecuencia.....	87
Tabla 35. Nivel de tolerancia al riesgo y acción recomendada .....	87
Tabla 36. Clasificación de los riesgos del proyecto. ....	88
Tabla 37. Matriz DOFA. ....	89

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Árbol de problema Escasez y deterioro del recurso hídrico– Elaboración propia.....	13
Ilustración 2. Árbol de objetivos. Elaboración propia. ....	14
Ilustración 3 . Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f).....	17
Ilustración 4. Estratificación del Municipio de Medellín. (2010).....	18
Ilustración 5. Estratificación del Municipio de Envigado. (2010) .....	19

## ÍNDICE DE GRAFICAS

Grafica 1. Concentración en la construcción de viviendas, oficinas, bodegas y locales en el Valle de Aburrá. (19 diciembre de 2014) .....	20
Grafica 2. Actividad inmobiliaria en Colombia hasta el 2014. ....	31
Grafica 3. Flujo de caja. Elaboración propia. ....	71
Grafica 4. Flujo de caja con estructura óptima.Elaboración propia. ....	75

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fijación de precio .....	47
Ecuación 2. Fijación de precio total.....	48
Ecuación 3. Calculo de calificación ambiental.....	59

## RESUMEN EJECUTIVO

La disminución en la cantidad de agua y calidad ha llevado al hombre a utilizar tecnologías ecológicas y económicas que mejoren el aprovechamiento del recurso hídrico. En este trabajo, se propone un sistema de reutilización de aguas provenientes de lavado de ropas (lavadoras) y aguas lluvias para su uso en baños, lavado de vehículos y riego utilizando un tanque inferior de almacenamiento dotado con una bomba sumergible, que funciona con energía solar obtenida de paneles, la cual lleva el agua hasta un tanque en el piso superior y de ahí es distribuido en toda la edificación para su posterior uso; este sistema esta propuesto para construcciones residenciales nuevas ubicadas en el Área Metropolitana Del Valle De Aburrá en los barrios con estratos 4,5 y 6. El proyecto tiene su base en el diseño y la construcción de dicho sistema buscando que la calidad y cantidad del recurso hídrico sea utilizada de forma eficiente, ya que con este proceso de reuso de agua disminuiría el consumo de agua potable en actividades que no lo requieren.

Este proyecto podría ser una solución parcial que ayude a la solución de la problemática actual en cuanto al deterioro y escases del recurso hídrico a nivel regional, ya que cuenta con unos objetivos claros como son el uso racional del agua, la aplicación de la normatividad actual vigente y el uso de tecnología básica en la aplicación de un proceso de reutilización de agua en el sector residencial.

Basados en lo anterior, se realiza una evaluación de la oferta y la demanda en cuanto a la reutilización de aguas, el número de construcciones en el área de estudio y los impactos que genera esta propuesta en la población en cuanto usos y beneficios; el impacto ambiental es analizado para determinar los alcances del proyecto. Además de un análisis de la viabilidad técnica de este proyecto, mediante las diferentes herramientas o índices económicos como son el análisis detallado de la oferta, el entorno competitivo donde se va a desarrollar el proyecto y los posibles competidores en el desarrollo, para evaluar el precio de distribución en el mercado de acuerdo a una proyección de ventas.

En la parte técnica del producto se tienen varios materiales empleados que son parte esencial del proyecto como son: la red de aguas lluvias, la red hidrosanitaria, el

tanque de mezcla, el tanque de distribución, la bomba sumergible de energía solar, los paneles solares, la red de impulsión y la red de conducción. Se enfatiza en que pueden existir dificultades o limitaciones técnicas que pueden ser tratadas en cada caso en especial.

Legalmente no se encuentran prohibiciones, pero si normas que se deben cumplir a cabalidad para obtener los permisos de funcionamiento (Licencias) durante su construcción, puesta en marcha y funcionamiento.

En el momento de analizar todas las alternativas se tienen varias decisiones las cuales comprenden, decisión técnica en cuanto a la normalización del proyecto utilizando las normas técnicas Colombianas y las ISO 9001 y 26000, decidiendo la cantidad de personal a emplear y las cantidades y tipos de materiales a utilizar; las decisiones ambientales analizan los factores ambientales que pueden afectar el proyecto y la forma como serán tratados, la evaluación ambiental muestra un impacto ambiental positivo; las decisiones financieras muestran que en los diferentes ámbitos económicos y bajo una mirada favorable, el proyecto tendría buen manejo en cuanto a capital se refiere.

Dentro de las principales recomendaciones serían complementar o reforzar el estudio financiero antes de iniciar el desarrollo del proyecto ya que no cuenta con la profundidad que este tipo de inversiones requiere, además del mantenimiento a los equipos instalados, revisión constante de la seguridad de las estructuras instaladas.

En conclusión, el proyecto es financieramente viable, el cual cumple con la normativa y cumple con su objetivo de realizar un uso eficiente y racional del agua.

## INTRODUCCION

El constante desarrollo de nuevas alternativas de producción y el acelerado ritmo del hombre por alcanzar grandes logros para su bienestar, se ha visto reflejado y ha repercutido de manera negativa en los recursos naturales. Hoy en día los problemas ambientales, han generado la degradación de los recursos naturales principalmente el agua tanto en cantidad como en calidad. Este es un elemento fundamental en el mantenimiento del equilibrio de los diferentes ecosistemas terrestres existentes, siendo preciso considerar estas relaciones al proyectar y desarrollar gran parte de las actividades humanas, con el fin de conservar el ambiente y hacer un uso sostenible de los recursos hídricos.

Es necesario establecer acciones que orienten la gestión del recurso hídrico, teniendo en consideración los ecosistemas y los recursos naturales; las necesidades humanas; los aspectos sociales y culturales del desarrollo; y las características de los procesos productivos, es por esto que se presenta este proyecto “sistema de reutilización de aguas de lavado y aguas lluvias para uso en baños, lavado de vehículos y riego utilizando bombeo con energía solar, en obras de viviendas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá” con el fin de iniciar una mejora en el aprovechamiento del recurso hídrico, un cumplimiento a la normatividad ambiental vigente y disminuir el peso que para éste tiene el sector residencial, con el fin de mitigar las consecuencias ambientales que se pueden acarrear debido al uso inadecuado del recurso.

## **1. CONTEXTO DEL PROYECTO**

### **1.1 Formulación del problema**

En esta parte del proyecto se define qué problema se tiene, y si con el sistema de reutilización de aguas de lavado para riego y sanitarios se podría sanear o hacer un pequeño aporte al ambiente.

#### **1.1.1 Descripción del problema**

Actualmente, la calidad y cantidad del recurso hídrico en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se ve afectada por los siguientes problemas: cambio climático mundial, fenómeno del niño, crecimiento demográfico e industrialización, lo que incrementan la demanda de agua.

La disponibilidad de agua para el consumo humano a nivel Área Metropolitana enfrenta un conjunto de problemas, los cuales se pueden resumir en dos situaciones: primero la escasez física de agua, debido a la contaminación o escases de las mismas en algunos sectores, esto debido al consumo excesivo de agua apta para consumo humano en actividades que no la requieren, por ejemplo, consumo de agua para procesos industriales, descargas de sanitarios, lavado de zonas duras, lavado de vehículos o riego de zonas verdes, en las cuales se desperdicia agua potable la cual podría ser utilizada para el fin que fue tratada.

La segunda situación se puede resumir en grandes cantidades de vertimientos de aguas con algún grado de contaminación (descargas) a fuentes hídricas, las cuales podrían ser reutilizadas en otros procesos sin causar perjuicios para la salud o la industria, ejemplo de esto es la descarga de aguas industriales con algún incremento de sólidos o temperatura, o las aguas domesticas provenientes de lavado de ropas la cual puede ser utilizada en otras actividades y disminuir la posible contaminación y desperdicio del recurso hídrico.

### 1.1.2 Importancia del problema

En el año 2015 y 2016 se presentaron racionamientos en algunos barrios de Medellín, debido a la escases del recurso hídrico que se viene presentando por el fenómeno del niño y la disminución de los embalses, debido a esta situación es fundamental un cambio de conciencia e implementar proyectos o políticas que permitan una optimización del recurso hídrico, y así disminuir la presión que actualmente se genera sobre este recurso. Es fundamental incrementar las restricciones y políticas de optimización a nivel residencial, ya que este es el sector que mayor demanda de agua tiene, y por ser priorizado por las entidades ambientales que regulan el recurso como uso prioritario de consumo no le realizan un seguimiento y control adecuado con respecto al posible despilfarro que se puede presentaren el día a día.

Como se muestra en la tabla No 1, las cantidades de agua que se consumen diariamente en una vivienda promedio son muy altos comparados con el consume viable.

Tabla 2. El uso racional de una persona en funciones domésticas.

Consumo estándar 168 litros/persona y día		Consumo óptimo 80 litros/persona y día (52% de ahorro)	Consumo viable 72 litros/persona y día (57% de ahorro) (10,00 /m <sup>2</sup> )*		
Fuentes	Consumo litros/persona y día		Fuentes	Consumo litros/persona y día	Coste* ( /m <sup>2</sup> )
Ducha	70		Ducha	35	0,00
Inodoro	42		Inodoro	0	10,00
Lavabo	30		Lavabo	18	0,00
Lavadora	10		Lavadora	6	0,00
Cocina	5		Cocina	3	0,00
Lavavajillas	5		Lavavajillas	4	0,00
Otros usos	6		Otros usos	6	0,00

\* Coste adicional que implica la consecución del consumo viable.

Tomado de: Instituto de tecnología de la construcción de Cataluña. (s.f).

### 1.1.3 Árbol De Problema (causas y consecuencias)

El análisis del árbol de problemas del siguiente cuadro sinóptico (Figura 1), identificar las principales causas y efectos del problema planteado, permitiendo a los planificadores del proyecto definir objetivos claros y prácticos, así como también plantear estrategias para cumplirlos.

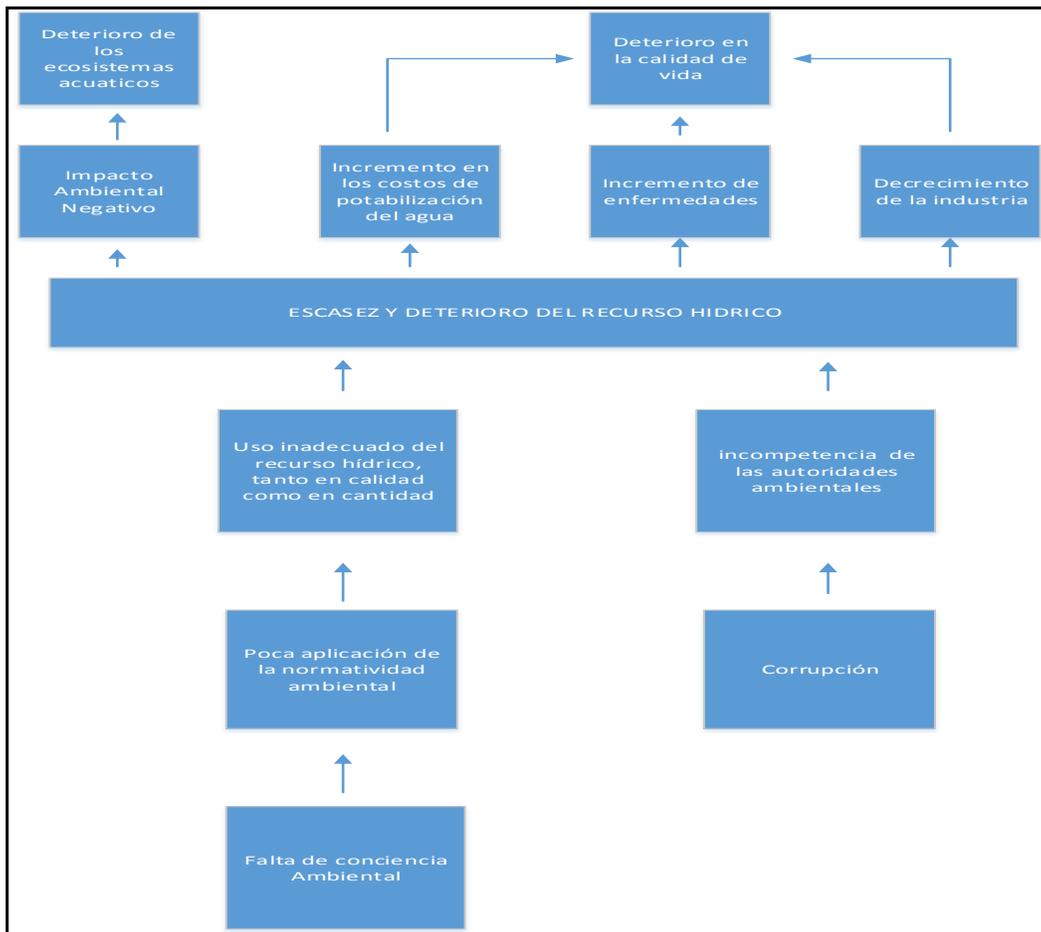


Ilustración 2. Árbol de problema Escasez y deterioro del recurso hídrico– Elaboración propia.

### 1.1.4 Árbol de objetivos (medios y fines)

El árbol de objetivos es lo contrario al árbol de problemas y permitirá determinar las áreas de intervención que plantea el proyecto su elaboración parte del árbol de problemas y el diagnóstico.

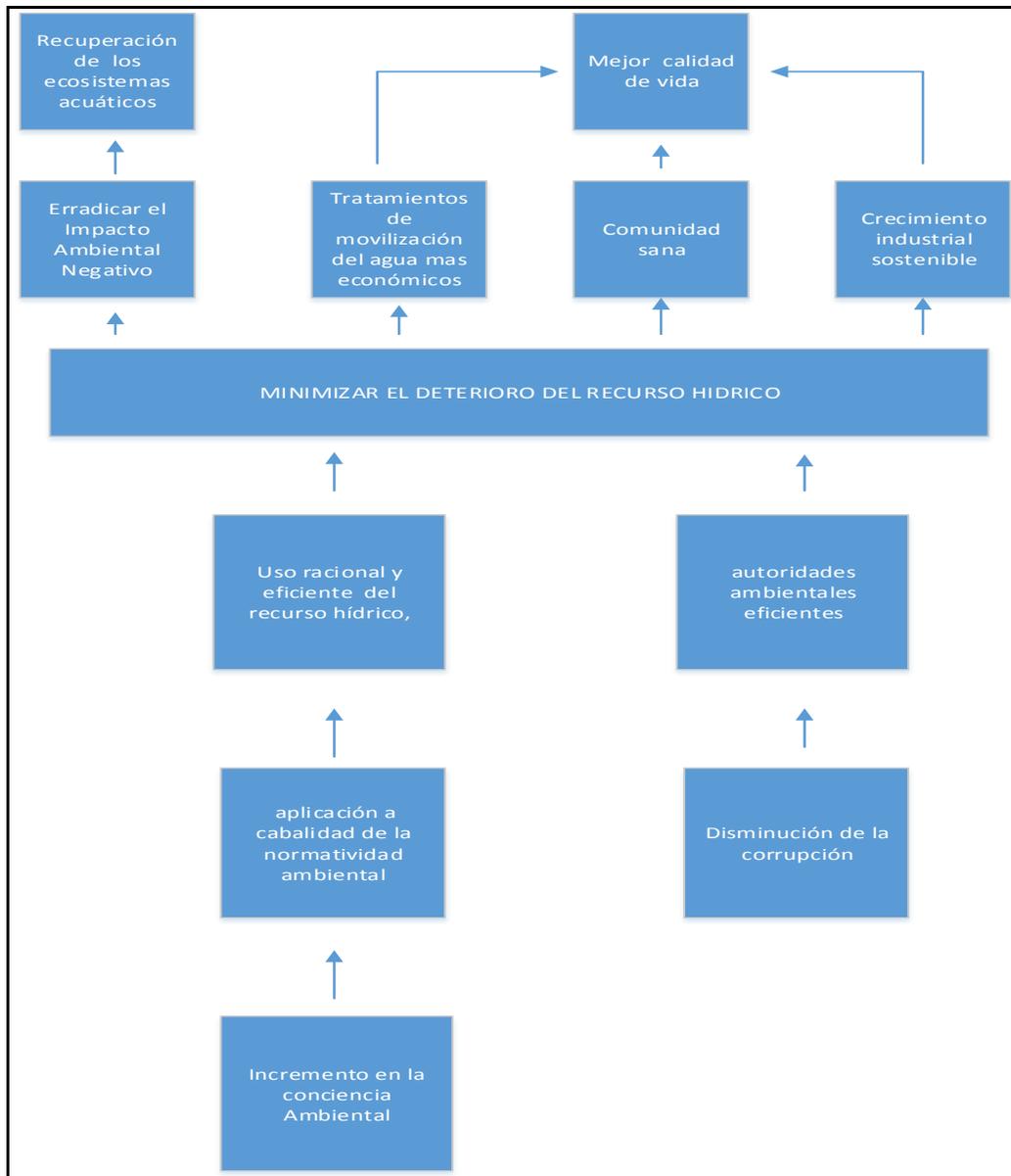


Ilustración 3. Árbol de objetivos. Elaboración propia.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Elaboración de un sistema de reutilización de aguas, en las etapas de diseño y construcción para determinar si es viable o inviable económica y constructivamente.

### **2.1 Proyecto seleccionado**

Con el fin de mejorar la problemática de escasez y deterioro del recurso hídrico en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá se pretende realizar un sistema de reutilización de aguas de lavado y aguas lluvias para uso en baños, lavado de vehículos y riego, utilizando bombeo con energía solar, en obras de edificaciones nuevas para uso residencial, y su alcance será hasta la construcción del sistema.

### **2.2 Justificación**

Este proyecto de reutilización de agua a nivel residencial plantea una solución parcial al problema planteado, ya que actualmente se percibe en este sector un uso inadecuado del recurso hídrico debido a que no cuenta con la suficiente restricción de consumo, mientras el usuario cuente con la capacidad de pago suficiente no se le restringe el volumen de consumo. Es importante resaltar que este proyecto además de buscar darle solución a un problema ambiental actual como es el deterioro del recurso hídrico en el sector residencial, también contribuye a la disminución de los costos de consumo y vertimiento de agua en las viviendas donde se implemente el sistema, lo que sería un beneficio adicional además de la protección del ambiente.

### **2.3 Objetivos**

A continuación, se presentan los objetivos generales y específicos.

### **2.3.1 Objetivo general**

Proponer un sistema de reutilización de aguas provenientes de lavado y aguas lluvias para su uso en baños, lavado de vehículos y riego utilizando bombeo con energía solar, en construcciones residenciales nuevas ubicadas en el área metropolitana.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Revisar proyectos existentes en cuanto a reuso de aguas mediante bombeo con energía solar en el sector residencial a nivel nacional y mundial.
- Realizar el análisis de oferta y demanda del proyecto de reutilización de agua.
- Realizar la viabilidad técnica de reutilización de aguas provenientes de lavado y aguas lluvias para uso en baños, lavado de vehículos y riego.
- Verificar el cumplimiento normativo en cuanto a reuso de agua se refiere.
- Realizar el análisis de viabilidad financiera para un proyecto de reuso de agua mediante bombeo solar en obras constructivas a nivel residencial ubicadas en el área metropolitana.

### 3. CONTEXTO SOCIAL DEL PROYECTO

La importancia social del proyecto radica en los beneficios a nivel social que se presenten a raíz de la ejecución del mismo.

#### 3.1 Población beneficiada

El sistema de reutilización de aguas está diseñado para proyectos de viviendas en construcción tales como: unidades residenciales, edificios y parcelaciones ubicadas en el Área Metropolitana de estrato socioeconómico 4,5 y 6, ya que se requiere un conjunto de viviendas donde se pueda unificar el sistema hidrosanitario y con cierto poder adquisitivo, por lo que la población beneficiada directamente serán los habitantes de estos conglomerados de viviendas.

El estudio está proyectado para el Área Metropolitana del Valle de Aburrá. En la ilustración 3 se observa los municipios que componen esta área. Es de aclarar que el Municipio de Envigado no pertenece a la personería jurídica del área metropolitana, pero para fines comerciales será considerado, ya que en este municipio está en auge la construcción.



Ilustración 4 . Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f)

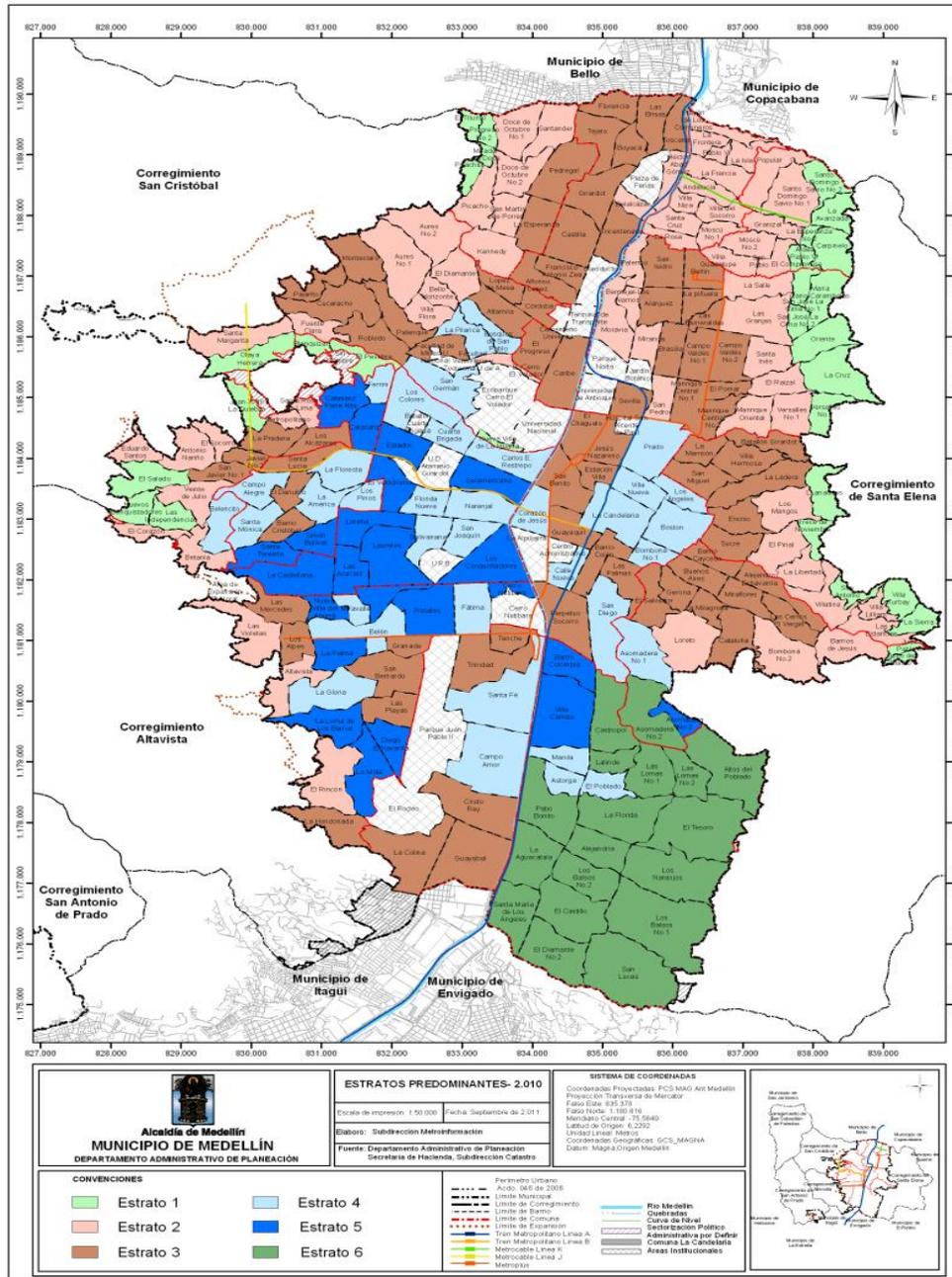


Ilustración 5. Estratificación del Municipio de Medellín. (2010)

En la ilustración 4 se observan los barrios de Medellín separados por estratos, los de importancia para el proyecto son los estratos 4, 5 y 6, de los cuales hay en total 75 barrios, objeto de la oferta del producto.

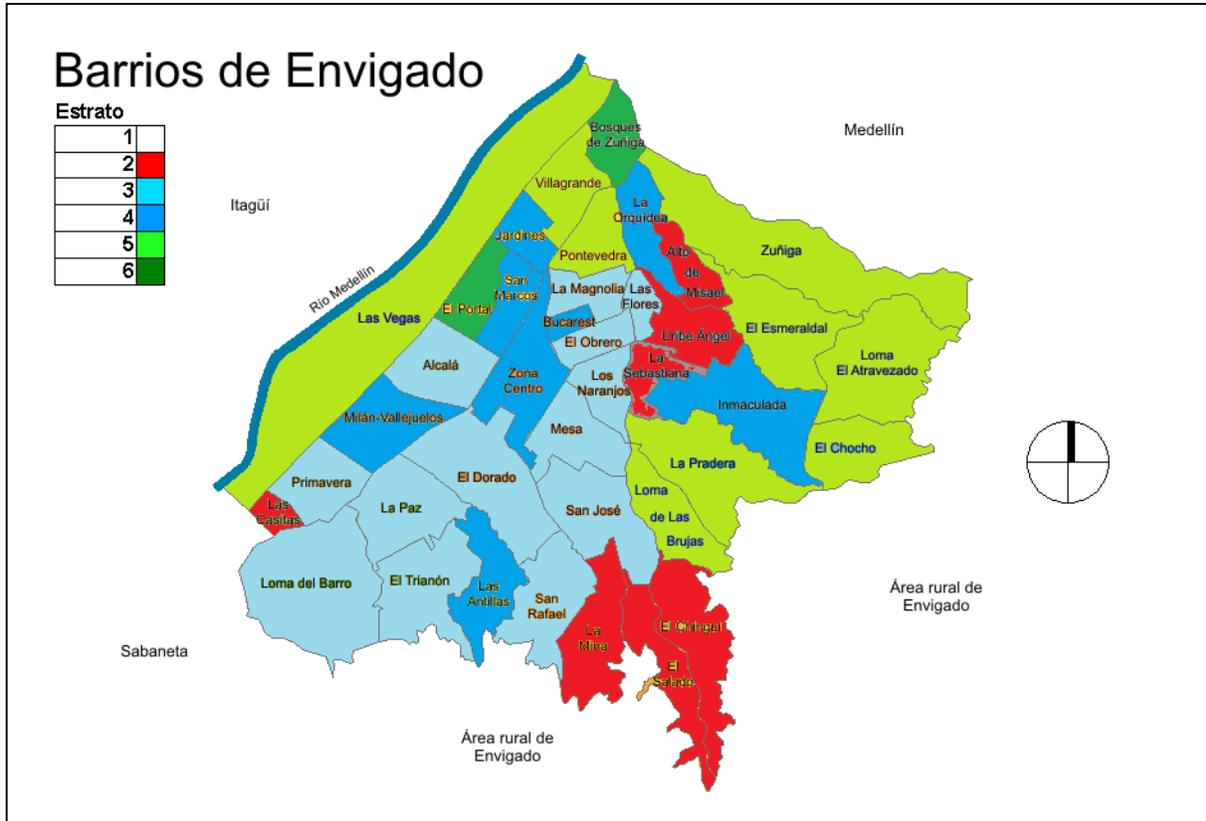
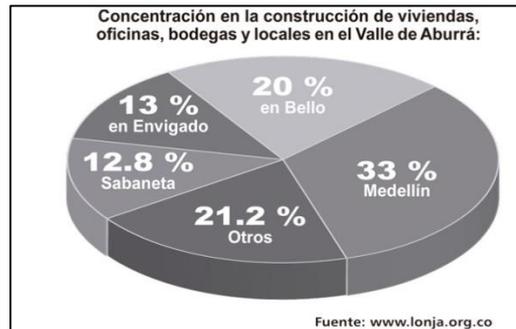


Ilustración 6. Estratificación del Municipio de Envigado. (2010)

En la ilustración, se observa la concentración de la construcción en el Valle de Aburrá para los Municipios de Medellín, Bello, Envigado, Sabaneta y otros que serían distribuidos en el resto de Municipio del Valle de Aburrá. Si bien no dice cuántas construcciones existen actualmente, si da una idea de cómo se manejan los porcentajes de crecimiento en el Área Metropolitana.



Grafica 1. Concentración en la construcción de viviendas, oficinas, bodegas y locales en el Valle de Aburrá. (19 diciembre de 2014)

Con base en la información de las gráficas, donde se cuentan la cantidad de barrios de los estratos 4, 5 y 6, complementado con las páginas web de los diferentes Municipios, se resume la cantidad de barrios de estratos 4, 5 y 6 en la siguiente tabla.

Tabla 3 . Identificación de barrios estratos 4, 5 y 6 del área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Municipio	Habitantes		Área total (km2)		Barrios estrato 4, 5 y 6
	Total	Cabecera	Total	Urbana	
<b>Barbosa</b>	42547	18721	206	2,2	3
<b>Bello</b>	373013	359404	149	19,8	10
<b>Caldas</b>	68157	52632	150	2	8
<b>Copacabana</b>	61421	53033	70	5	3
<b>Girardota</b>	42830	25201	78	5,2	3
<b>Itagüí</b>	202617	202617	17	11,6	11
<b>La estrella</b>	52763	28538	35	3,6	6
<b>Medellín</b>	2223660	2187356	382	110,9	75
<b>Sabaneta</b>	44874	35528	15	3,6	12

Municipio	Habitantes		Área total (km2)		Barrios estrato 4, 5 y 6
	Total	Cabecera	Total	Urbana	
<b>Total área metropolitana</b>	3111882	2963030	1102	163,9	131
<b>Envigado</b>					19
<b>Total municipios</b>					150

Tomado de: DANE. (2005). Censo Regiones de Antioquia.

En este proyecto se espera atender el 10% de la totalidad de barrios estratos 4,5 y 6 del Área Metropolitana, los cuales son aproximadamente 150, lo que implica la intervención en 15 barrios, de los cuales se proyecta un crecimiento de 40 edificaciones anuales; se pretende cubrir dos edificaciones por mes para un total de 24 edificaciones anuales, con el fin de beneficiar a los residentes de dichas viviendas

### 3.2 impactos de calidad de vida (usos y beneficios)

Este proyecto pretende contar con los siguientes usos y beneficios después de realizada la construcción del sistema.

#### 3.2.1 Usos

El uso del proyecto será realizar un reuso del agua proveniente de lavado de ropas y aguas lluvias con el fin de que sea reutilizada en sanitarios, lavado de vehículos, pisos duros y riego de jardines, ya que las características que requiere el agua para estos usos no es necesariamente potable y soportaría la contaminación con tensoactivos (detergentes) sin afectación en la salud humana o deterioro del bien.

### **3.2.2 Beneficios**

- Bajo consumo de energía.
- Ahorro en costos de agua, suministro y vertimiento, por ende, disminución en los servicios públicos.
- No produce ruidos.
- El servicio es constante.
- Las bombas solo se prenden por baches, cuando se requiera para completar el llenado del tanque de almacenamiento.
- Características en función del mercado (usos, presentación, composición).
- Disminuye el consumo de agua de las edificaciones y por ende reduce los costos de administración de los propietarios de las casas.
- El tamaño depende de la cantidad de casas a alimentar con el sistema, también de la cantidad de riego que se quiera hacer, o la cantidad de vehículos que se deseen lavar.
- No ocupa mucho espacio, ya que requiere un tanque de mezcla enterrado y un tanque de almacenamiento en las terrazas, el resto del diseño es vertical (por los Buitrones de los edificios)
- La inversión inicial es baja, se paga en el costo inicial de la vivienda.
- El mantenimiento es poco y fácil de realizar.
- La producción de residuos de la limpieza es mínimo y no peligroso, solo partículas diminutas tipo arena.
- Protección del recurso hídrico.

### **3.3 Generación de empleo**

El proyecto para su parte de diseño mensual requiere:

Mano de obra directa

- 1 Ingenieros Sanitarios

- 1 Ingeniero electricista
- 1 Dibujante.

En la parte de construcción se requiere un incremento de la mano de obra, la cual dependerá exclusivamente del tamaño del proyecto, se calcula aproximadamente que mínimo se requiere este personal para atender las dos edificaciones mensuales que se proyectan.

Se asumirá como edificación estándar una torre de viviendas de 16 pisos y cuatro viviendas por piso, para un total de viviendas 64 viviendas.

Para la fase de construcción de 2 edificaciones estándar se requiere:

- 1 Auxiliar Administrativo
- 1 Ingeniero Sanitario
- 1 Técnico en instalaciones solares
- 1 Oficial de instalaciones hidráulicas
- 2 Ayudantes de instalación

## 4. CONTEXTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Cualquier tipo de proyecto genera un sin número de impactos ambientales por lo cual se debe realizar un análisis ambiental con el fin de evaluar su posible afectación y forma de mitigación.

### 4.1 identificación de impactos

A partir del análisis de los componentes: Físico, químico, biótico y socioeconómico, se describen las acciones que tienen impacto durante las tres etapas consideradas en el proyecto: diseño, construcción y puesta en marcha.

Tabla 4. Identificación de impactos.

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	DIMENSION
<b>DISEÑO</b>	Diseño	Aumento de consumo de energía debido a la cantidad de horas de uso de los sistemas de computo	Físico
	Adecuación del terreno	Aumento de Ruido y vibración en la zona	
	, Transporte Interno de Equipos y almacenamiento de materiales de Construcción	Aumento de material Particulado	Biótico
		Modificación del paisaje	
		Alteración de las actividades cotidianas	Socio económico
		Molestias Causadas a la comunidad	
		Generación de expectativas	
		Generación de empleo	
		Generación de residuos de	Físico

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	DIMENSION
<b>CONSTRUCCION Y MONTAJE</b>		construcción	
		Contaminación del suelo por derrames de agregados y concreto	
	Construcción de la edificación y sistema de recirculación	Modificación de imaginario social	Socio económico
		Alteración de las Actividades Cotidianas	
		Adaptación de los habitantes a nuevas tecnologías	
		Aumento de Ruido y vibración en la zona	Físico
		Aumento de material Particulado	Socio económico
		Modificación del paisaje	
		Generación de empleo	
		Modificación del entorno	Físico
		Generación de residuos de construcción	
			Contaminación del suelo por derrames de agregados y concreto
	Instalación de Equipos de Alta tecnología	Aumento del valor de la construcción	Socio económico
		Mejora en la calidad de vida	
		Generación de Empleo	
Generación de residuos de empaques y empalme		Físico	

ETAPA	ACTIVIDAD	IMPACTO	DIMENSION
<b>PUESTA EN MARCHA</b>	Operación de equipos nuevos	Alteración de las actividades cotidianas	Socio económico
		Ahorro del recurso hídrico	Biótico
		Disminución del costo de operación	
		Generación de expectativas	Socio económico
	Mantenimiento de equipos	Alteración de las actividades cotidianas	Socio económico
		Generación de expectativas	
generación de residuos		Físico	

Elaboración propia.

Tabla 5. Matriz de Análisis por dimensiones.

DIMENSION	FISICA	BIOTICA	CULTURAL	ECONOMICA	POLITICA
<b>IMPACTOS</b>					
<b>Aumento de Ruido y vibración en la zona</b>	Incremento en los niveles de ruido	Desplazamiento de fauna	Deterioro de calidad de vida del sector	Daños locativos	Posibles protestas
	Daño de vías en la zona				
<b>Aumento de material Particulado</b>	Contaminación atmosférica	Incremento de Enfermedades y deterioro individuos arbóreos			

<b>DIMENSION</b>	<b>FISICA</b>	<b>BIOTICA</b>	<b>CULTURAL</b>	<b>ECONOMICA</b>	<b>POLITICA</b>
<b>IMPACTOS</b>					
<b>Modificación del paisaje</b>	Deterioro visual	Disminución de calidad del aire			
<b>Molestias Causadas a la comunidad</b>	N.A	N.A	Descontento social	desvalorización del sector	Posibles protestas
<b>Generación de empleo</b>	N.A	N.A	Generación de bienestar en la comunidad	beneficios económicos	N.A
<b>Generación de residuos</b>	Generación de residuos producidos por el sistema	Contaminación ambiental	Deterioro de calidad de vida de los habitantes	Incremento en el valor de la administración	Posibles protestas
<b>Contaminación del suelo por derrames de agregados y concreto</b>	N.A	Contaminación del suelo	Deterioro de calidad de vida del sector	desvalorización del sector	N.A
<b>Modificación de imaginario social</b>	N.A	N.A	cambio expectativas sociales	N.A	N.A
<b>Adaptación de los</b>	N.A	N.A	Aprendizaje	N.A	N.A

<b>DIMENSION</b>	<b>FISICA</b>	<b>BIOTICA</b>	<b>CULTURAL</b>	<b>ECONOMICA</b>	<b>POLITICA</b>
<b>IMPACTOS</b>					
<b>habitantes a nuevas tecnologías</b>					
<b>Aumento del valor de la construcción</b>	N.A	N.A	incremento de la calidad de vida	incremento valor por m2	N.A
<b>Ahorro del recurso hídrico</b>	N.A	Mejoramiento ambiental	Mejoramiento calidad de vida	Valorización de la zona	N.A
<b>Disminución del costo de operación</b>	N.A		Conformidad Colectiva	Disminución en los servicios de acueducto y alcantarillado	N.A
<b>Cuidado del ambiente</b>	N.A	Mejoramiento ambiental	Mejoramiento calidad de vida	Valorización de la zona	N.A

Elaboración propia.

#### 4.2 indicadores de seguimiento ambiental

Adaptación de un sistema de indicadores de seguimiento ambiental que permitan la revisión continúa del sistema y su evolución en el desarrollo del producto y que permite la mejora continua.

Tabla 6. Indicadores de seguimiento ambiental.

IMPACTOS	INDICADORES	DESCRIPCION	FORMULA	UNIDAD
<b>Ahorro del recurso hídrico</b>	Registro mensual del consumo Zonas Comunes	Se deberá verificar mes a mes el consumo de agua con el fin de corroborar la eficiencia del sistema	$\% \text{ de reuso} = \left( \frac{\text{promedio mes consumo}}{\text{promedio mes año anterior consumo}} \right) * 100$	m3/mes
	Registro mensual del consumo Vivienda			
<b>Ahorro del costo de operación Energético</b>	Registro mensual del consumo	Se comparará contra un sistema teórico con funcionamiento eléctrico	$\left( \frac{\text{costo de funcionamiento sistema solar año 1}}{\text{costo de funcionamiento sistema eléctrico año 1}} \right)$	KW/año
<b>Producción de Residuos</b>	Cantidad de residuos producidos por el sistema tipo arena, lodos	Se realizará una verificación mensual de la cantidad de residuos producidos al interior de los tanques	kg/mes	kg/mes

IMPACTOS	INDICADORES	DESCRIPCION	FORMULA	UNIDAD
		Se realizara una verificación mensual del valor de disposición de los residuos producidos al interior de los tanques	$(\text{kg} * \text{valor disposición kilo})/\text{mes}$	kg/mes
<b>Cuidado del ambiente y mejoramiento de la calidad de vida</b>	Aceptación de la comunidad	Se formulara una serie de encuestas con el fin de verificar la percepción de los habitantes al respecto del sistema	$(\text{No de personas a favor} / \text{No Total de habitantes}) * 100$	%

Elaboración propia.

## 5. CONTEXTO ESTRATÉGICO DEL PROYECTO

La estrategia de estudio del mercado es un punto muy importante ya que da la guía para la entrada en la competencia de la venta de productos y servicios.

### 5.1 Análisis de la oferta

#### 5.1.1 Análisis sectorial

Se evalúa el sector de la vivienda donde el proyecto será puesto en marcha con el fin de evaluar las posibles tendencias económicas que se podrían presentar y afectar o beneficiarlo. Observando a nivel de Colombia, se nota el crecimiento de la construcción de vivienda en los últimos años, en la gráfica 2 se aprecia este crecimiento.

Gráfica 2. Actividad inmobiliaria en Colombia hasta el 2014.



Tomado de: El Mundo (2014).

Tabla 7. Resumen de oportunidades y amenazas del entorno.

FACTORES. VARIABLES CRITICAS	OPORTUNIDADES	AMENAZAS	IMPACTO	
-Decrecimiento del PIB	Baja		Medio	
-Decrecimiento económico.	Baja		Medio	
Crecimiento latinoamericano.	medio		Bajo	
-Participación del sector en el PIB	Bajo		medio	
-Costo de vivienda Nueva	Baja	Medio	Medio	
-Número de empresas del sector	Baja		Medio	
-políticas del gobierno en cuestión de subsidios a vivienda		alto	Baja	Bajo
-trabajos especializados de la construcción.		Bajo	Media	Medio
-Costo de acceso a tecnología Fotovoltaicas.		Medio	Media	Bajo
-nivel de fuentes hídricas del valle de aburra		Alta	Baja	Medio

Elaboración propia.

### 5.1.2 Análisis del entorno competitivo. Modelo de Porter.

El análisis del entorno se hará por medio del Modelo de Porter, que es el que más se acerca y se comprende mejor para este tipo de proyecto.

Tabla 8. Análisis de las 5 fuerzas de Porter.

FUERZAS DE PORTER	CALIFICA	RAZONES
Rivalidad entre las firmas existentes.	baja	-No hay muchos rivales - Rivales en otros países
Poder de negociación de los compradores.	Bajo	-Hay pocos servicios de este tipo en el mercado.  -Es un servicio que es atractivo para todas las personas ya que es incluyente con el medio ambiente y con el gasto del agua un recurso escaso y muy valioso.
Poder de negociación de los proveedores	Medio	-Hay muchos proveedores
Amenaza de nuevos entrantes	Medio	El proyecto presenta conceptos básicos de hidráulica y reuso de agua, además de ser adaptable a cualquier tipo de diseño de construcción lo que lo hace susceptible al plagio
Amenaza de servicios sustitutos.	Bajo	-Es una planta de tratamiento de aguas residuales, pero que sería muy costoso porque requiere la adición de químicos,

FUERZAS DE PORTER	CALIFICA	RAZONES
		actualmente no se usa como alternativa.

Elaboración propia.

### 5.1.3 Identificación y localización de los competidores

En el Valle de Aburrá existen varias empresas dedicadas tanto al diseño de redes hidrosanitarias como a la construcción del sector residencial; cuando inicie el proyecto no se tendrá mucha competencia frente al producto debido a que no es común este tipo de estructuras, pero si se debe considerar que cuando el producto empiece a ser conocido en el mercado se puede presentar la problemática de imitación indiscriminada, ya que a pesar de ser un sistema innovador y no convencional es fácil de replicar siempre y cuando se tengan los conocimientos técnicos al respecto. Por tal motivo, la competencia directa serían (Camacol, 2016):

#### **Empresas que ofrecen servicios de ingeniería sanitaria:**

- Aguas y obras Ltda
- Dhs consultoría y construcción S.A.S
- Hidráulica Y Saneamiento
- Hmv ingenieros Ltda
- Ambiente y soluciones
- Gaia.

#### **Empresas de construcción de viviendas:**

- Cnv construcciones S.A.S
- Ascento arquitectura+viva
- Bosques de viena
- Ciudadela san michel

- El vallado s.a
- Ingeol ingenieros
- Unidades urbanas
- Coninsa ramón h. S.A
- Constructores Turipaná.

#### **Empresas de diseño de redes hidrosanitarias.**

- Triangulo ingeniería S.A.S
- Sección siete arquitectos e ingenieros S.A.S.

#### **5.1.4 Sistemas de comercialización empleados por los competidores**

Hoy en día la comercialización de productos se realiza a través de infinidad de medios, los que se han podido detectar frente a los posibles competidores son:

- Páginas amarillas de publicar SA.
- Páginas web de la misma empresa o persona natural.
- Ofertas de sus productos en revistas y publicaciones referentes a la Hidráulica de agua potable y agua residual.
- Visitas a obras en construcción y oferta proyectos.

#### **5.1.5 Ventajas o desventajas competitivas**

La principal ventaja competitiva que presentan la competencia es el músculo financiero con que cuentan las grandes constructoras asentadas en el Área Metropolitana , las cuales al contar con recorrido de años en el sector dela construcción de vivienda cuentan con gran prestigio y capital de inversión, este proyecto cuenta con un gran respaldo técnico en la fase de diseño pero se puede percibir una desventaja en la etapa de ejecución del mismo, ya que para poder desarrollar y poner en funcionamiento el proyecto y realizar las verificaciones in situ se requiere la

construcción del conglomerado habitacional, para lo cual se requiere grandes inversiones económicas.

## **5.2 Análisis de demanda**

El público objeto para el proyecto serán las personas que adquieran o deseen adquirir apartamentos, aparta estudios o todo tipo de vivienda en edificaciones de los estratos 4, 5 y 6, en el Área Metropolitana del Valle del Aburrá, incluyendo el municipio de Envigado, en total se han identificado 150 barrios con estas características, se tiene en cuenta que el crecimiento demográfico no es uniforme por lo tanto se comercializa asumiendo una entrada en el mercado del 10% del total de construcciones promediadas para el año 2017 en 40 unidades.

Según lo establecido en Ítems anteriores se proyecta atender 24 proyectos anuales, asumiendo una proyección de 5 años. La totalidad a atender serán 120 edificaciones en total. Como resultado de dicha intervención los beneficiados tendrán mejor calidad de vida, en cuanto a costos de agua y colaboración con el medio ambiente.

Como puede observarse más adelante en la tabla 10, la población en el área metropolitana va en incremento y se espera que continúe con este comportamiento, lo que indica una mayor demanda de agua para suplir las necesidades básicas.

### **5.2.1 Proyección de la demanda**

Para el proyecto se proyecta una cantidad sostenida de unidades construidas mensualmente, se espera mantener un mínimo de dos unidades por mes.

Según Camacol (2016) el sector de la construcción tiene un crecimiento aproximado del 8% anual por lo que la proyección de sistemas anuales será.

Tabla 9. Proyección de sistemas anuales.

<b>AÑO</b>	<b>AÑO</b>	<b>PROYECCIÓN CONSTRUCCIÓN (UNIDADES)</b>
<b>0</b>	2016	0
<b>1</b>	2017	26
<b>2</b>	2018	28
<b>3</b>	2019	30
<b>4</b>	2020	32
<b>5</b>	2021	34
<b>Total</b>		<b>150</b>

Elaboración propia.

Según lo establecido en Ítem anteriores se proyecta atender 150 edificaciones en los 5 años.

## 6 CONTEXTO TÉCNICO DEL PROYECTO

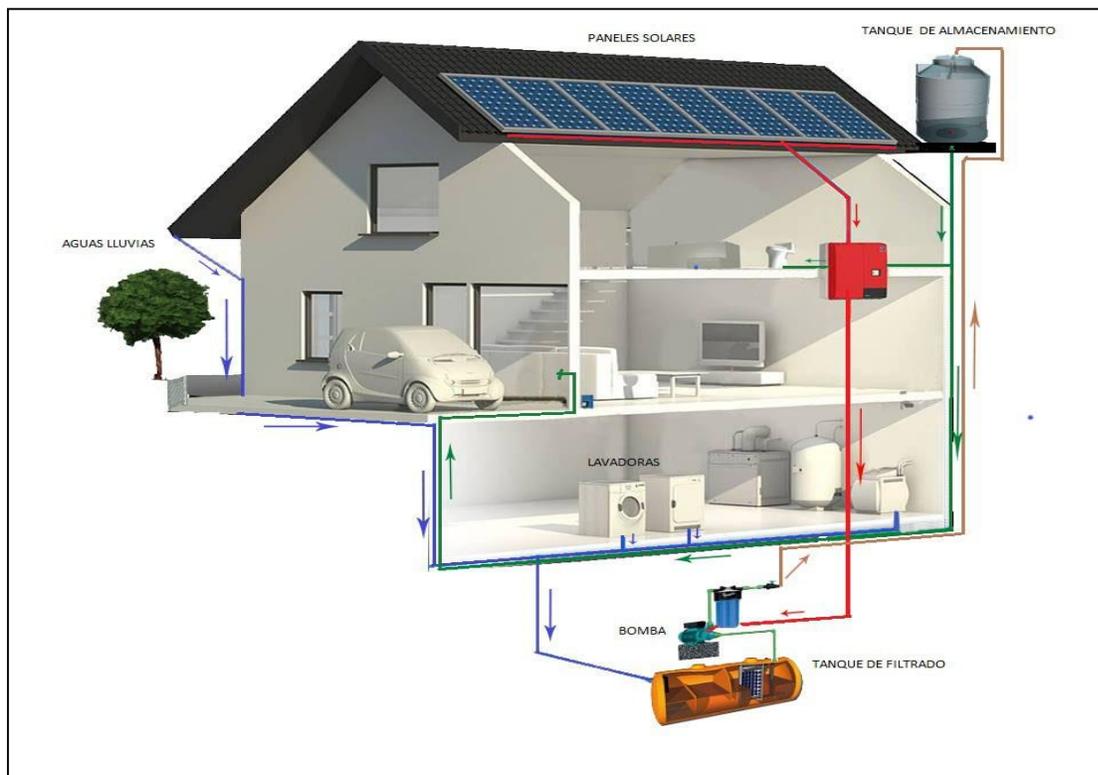
Los análisis realizados al proyecto en cuanto a funcionalidad de los equipos propuestos para su implementación serán detallados en la identificación del producto como tal, es decir los componentes funcionales que hacen que este sea un solo equipo.

### 6.1 El producto

El producto tendrá varios componentes que tienen una función propia, pero en su conjunto hace solo un sistema con destinación a reuso de aguas de lavado.

#### 6.1.1 Identificación del producto.

Figura 1. Esquema del Proyecto.



Elaboración propia.

El proyecto propone un sistema de reutilización de agua proveniente de las lavadoras ubicadas al interior de las viviendas mezcladas con las aguas lluvias proveniente de los techos de la unidad residencial, se diseñaría una red hidrosanitaria exclusiva para captar las aguas provenientes del desagüe de las lavadoras , las cuales por gravedad llegaran a un tanque donde se mezclaran con las aguas lluvias con el fin de realizar un proceso de dilución de los detergentes, posteriormente pasarían hasta un tratamiento físico como filtración y luego, serán bombeadas hasta un tanque de almacenamiento elevado, para su posterior entrega por gravedad a las diferentes viviendas para alimentar exclusivamente los sanitarios, poceta para traperas, riego de zona verde, riego de zonas duras o lavado de vehículos. En ningún momento podría ser utilizada para consumo humano. El sistema de bombeo se realizará mediante energía solar obtenida de paneles solares con el fin de limitar el gasto de energía y por ende el despilfarro económico y de recursos naturales.

## 6.2 Materiales empleados

En este ítem se mencionarán los materiales utilizados exclusivamente para el sistema de reuso del agua, ya que como se ha especificado en capítulos anteriores este proyecto está dirigido a obras de construcción de vivienda.

- **Red de aguas lluvias.** Esta tubería está diseñada para conducir las aguas provenientes de los techos hacia el tanque de mezcla por lo que utilizara tubería PVC – Aguas lluvias de 4 pulgadas con el fin de asegurar la capacidad de caudal máximo.
- **Red hidrosanitaria.** Esta tubería está diseñada para conducir las aguas provenientes de las lavadoras por lo cual se utilizará tubería PVC – Sanitaria de 3 pulgadas.
- **Tanque de mezcla.** Este tanque estará construido en polipropileno de con una capacidad de 10 m<sup>3</sup> con el fin de garantizar la resistencia, facilitar la instalación del sistema y asegurar los caudales máximos.

- **Material filtrante.** Se utilizará una capa de 15 cm de grava de 3 pulgadas, mas otra capa de 20 cm de piedra antracita con el fin de disminuir la cantidad de sólidos que puedan llegar mezclados con las aguas y puedan averiar el sistema.
- **Motobomba sumergible PS 4000C con controlador:** Se utilizará una bomba centrífuga LORENTZ PS, la cual es un producto de alta calidad diseñado para aplicaciones de abastecimiento de agua potable de caudal elevado, abrevaderos para ganado, gestión de estanques e irrigación. Las bombas centrífugas PS proporcionan un gran volumen de agua de forma económica, sin polución y en cualquier lugar.

Caudal máximo: 79 m<sup>3</sup>/hora

Altura máxima: 160 m

Construidas íntegramente en materiales de alta calidad resistentes a la corrosión, componentes de acero inoxidable colado, conexión solar directa con opciones de conexión CA, tecnología MPPT para maximizar el uso de energía procedente de módulos FV, motores sin escobillas ECDRIVE CC, diseñados para funcionamiento solar con una eficiencia superior al 90%.

- **Panel solar:** los paneles solares son unos dispositivos cuyo diseño permite recibir la luz que emite el sol. De este modo se pueden utilizar como fuente de energía, ya que utilizan la luz solar que recogen los paneles de los que están formados y que se transforma de modo que se aplica para el funcionamiento de la bomba sumergible.
- **Red de impulsión:** Esta red será la encargada de bombear las aguas provenientes del tanque de mezcla y bombeo hacia el tanque de almacenamiento superior, será de PVC presión de dos pulgadas.
- **Tanque de almacenamiento superior:** Este tanque estará fabricado en fibra de vidrio reforzado de 3 mm de 4 m<sup>3</sup> con el fin de asegurar el consumo de 54 viviendas y no aportar cargas al techo de la edificación.
- **Red de conducción:** Esta red será la encargada de distribuir el agua a cada vivienda para su consumo será en PVC presión de 2 y 1 y 1/2 pulgadas.

### 6.3 LIMITACIONES TÉCNICAS

Este proyecto cuenta con una limitante a tener en cuenta:

- **Caudal de aguas lluvias para la mezcla;** debido a la cantidad de tensoactivos que aporta el agua contaminada con detergentes y a que este contaminante se incrusta en las tuberías y deteriora los equipos de bombeo se debe de realizar una mezcla con las aguas provenientes de la lluvia con el fin de disminuir la concentración de esto y así, evitar problemas en el sistema de bombeo y saturación en el filtro, pero la entrega del caudal requerido para dicha disolución está limitado a una condición climática y aunque se puede prever almacenando grandes cantidades en épocas de invierno y así poder regular el caudal utilizado para la mezcla puede considerarse como una limitante. Es importante resaltar que el sistema cuenta con flotadores de nivel los que regulan el caudal de ingreso al tanque de almacenamiento y permiten que el caudal en exceso sea vertido al alcantarillado como se realiza normalmente con las aguas lluvias.

## 7. CONTEXTO LEGAL DEL PROYECTO

Este proyecto cuenta con características de innovación ya que después de realizar una revisión bibliográfica no se encontró a nivel municipal proyectos existentes con este tipo de recirculación y reutilización de aguas grises, a nivel nacional se encontró un proyecto llamado Bahía de La sierra en Santa Martha en el cual mencionan sistemas de recirculación de aguas grises pero aún está en construcción y no se da claridad del tipo de proceso, además a nivel nacional se tienen políticas claras y cada vez más restrictivas Ley 373 de 1997 y a nivel municipal de cuenta con la resolución 1401-19097 de 2014 CORANTIOQUIA y 149 de 2016 AREA METROPOLITANA, que obligan al uso más eficiente y racional de los recursos naturales, en este caso el agua. Por tal motivo, este proyecto está creado con la finalidad de realizar un uso eficiente y racional del recurso hídrico de forma que sea viable económicamente y que garantice una mejor calidad de vida para sus usuarios. A continuación, se presentan algunas de las leyes aplicables.

### **Ley 373 de 1997**

Por La Cual Se Establece El Programa Para El Uso Eficiente Y Ahorro Del Agua.

- **Artículo 1.** Programa Para El Uso Eficiente Y Ahorro Del agua. 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, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Las Corporaciones Autónomas Regionales y demás autoridades ambientales encargadas del manejo, protección y control del recurso hídrico en su respectiva jurisdicción, aprobarán la implantación y ejecución de dichos programas en coordinación con otras corporaciones autónomas que compartan las fuentes que abastecen los diferentes usos.

- **Artículo 5.** Reuso obligatorio del agua. Las aguas utilizadas, sean éstas de origen superficial, subterráneo o lluvias, en cualquier actividad que genere afluentes líquidos, deberán ser reutilizadas en actividades primarias y secundarias cuando el proceso técnico y económico así lo ameriten y aconsejen según el análisis socio - económico y las normas de calidad ambiental. El Ministerio del Medio Ambiente y el Ministerio de Desarrollo Económico reglamentarán en un plazo máximo de (6) seis meses, contados a partir de la vigencia de la presente ley, los casos y los tipos de proyectos en los que se deberá reutilizar el agua.

### **Políticas Nacionales Para La Gestión Integral Del Recurso Hídrico**

La Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico se fundamenta en los siguientes principios, todos de igual jerarquía:

- **Bien de uso público:** El agua es un bien de uso público y su conservación es responsabilidad de todos.
- **Uso prioritario:** El acceso al agua para consumo humano y doméstico tendrá prioridad sobre cualquier otro uso y en consecuencia se considera un fin fundamental del Estado. Además, los usos colectivos tendrán prioridad sobre los usos particulares.
- **Factor de desarrollo:** El agua se considera un recurso estratégico para el desarrollo social, cultural y económico del país por su contribución a la vida, a la salud, al bienestar, a la seguridad alimentaria y al mantenimiento y funcionamiento de los ecosistemas.
- **Integralidad y diversidad:** La gestión integral del recurso hídrico armoniza los procesos locales, regionales y nacionales y reconoce la diversidad territorial, ecosistémica, étnica y cultural del país, las necesidades de las poblaciones vulnerables (niños, adultos mayores, minorías étnicas), e incorpora el enfoque de género.

- **Unidad de gestión:** La cuenca hidrográfica es la unidad fundamental para la planificación y gestión integral descentralizada del patrimonio hídrico.
- **Ahorro y uso eficiente:** El agua dulce se considera un recurso escaso y, por lo tanto, su uso será racional y se basará en el ahorro y uso eficiente.
- **Participación y equidad:** La gestión del agua se orientará bajo un enfoque participativo y multisectorial, incluyendo a entidades públicas, sectores productivos y demás usuarios del recurso, y se desarrollará de forma transparente y gradual propendiendo por la equidad social.
- **Información e investigación:** El acceso a la información y la investigación son fundamentales para la gestión integral del recurso hídrico

### **Decreto 3102 De 1997**

Instalación De Equipos De Bajo Consumo - Ministerio De Desarrollo Económico:  
 “Por el cual se reglamenta el artículo 16 de la Ley 373 de 1997 en relación con la instalación de equipos, sistemas e implementos de bajo consumo de agua”

### **Resolución 1401-19097 De 2014**

Por la cual se establecen los términos de referencia para la elaboración del programa de uso eficiente y ahorro del agua en la jurisdicción de la corporación CORANTIOQUIA

### **Resolución 149 de 2016 área Metropolitana**

Las medidas ambientales también incluyen la sensibilización y la educación a la ciudadanía metropolitana en buenas prácticas para el ahorro de energía y agua.

## **Resolución 726 de 2015**

Por la cual se adoptan medidas para promover el uso eficiente y ahorro del agua potable y desincentivar su consumo excesivo.

## **7.1 LICENCIAS O PERMISOS**

Las licencias o permisos identificados requeridos para el desarrollo de un proyecto habitacional en el Área Metropolitana son las que se muestran a continuación:

### **Licencia de construcción**

Es la autorización previa para desarrollar edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios, de conformidad con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen, los Planes Especiales de Manejo y Protección de Bienes de Interés Cultural, y demás normatividad que regule la materia. En las licencias de construcción se concretarán de manera específica los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y demás aspectos técnicos aprobados para la respectiva edificación. Lo anterior desde lo planteado por la curaduría de Medellín en materia de entrega de licencias de construcción.

### **Solicitud de factibilidad del servicio – EPM**

Es el trámite donde la empresa de servicios públicos indica la viabilidad o no de prestar el suministro de acueducto y el alcantarillado en determinado sector para una urbanización.

### **Permisos de talas**

En el caso de requerirse realizar una adecuación de una zona para su construcción la cual incluya tala de individuos arbóreos se debe tramitar un permiso con la autoridad ambiental competente para dicho fin.

## 8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y DECISIONES

### 8.1 Decisiones de mercado

Definidos los conceptos de tipo de producto y componentes, se realiza el análisis de los costos del producto para verificar su viabilidad económica de oferta en el mercado.

#### 8.1.1 Definición y caracterización del producto o servicio

Es un sistema de reutilización de agua proveniente de las lavadoras ubicadas al interior de las viviendas, dicha agua será mezclada con las aguas lluvias proveniente de los techos de la unidad residencial con el fin de diluir la carga contaminante de tensoactivos de las guas jabonosas, estas aguas serán filtradas en un tanque enterrado para su posterior bombeo a través de un sistema de bombeo solar a un tanque elevado desde donde será distribuida el agua al interior de las viviendas para ser utilizado en los sanitarios, poceta para traperas, riego de zona verde, riego de zonas duras o lavado de vehículos.

#### Fijación de precios

Usando el método del costo más margen, los costos totales incluyen aquellos asociados al pago de nómina de los trabajadores involucrados directamente en el proyecto, además de los costos por diseño del sistema. A continuación, se presenta la fórmula que describe la fijación del precio del proyecto:

Ecuación 2. Fijación de precio

$$P = \text{Costos Unitarios} / (1 - \text{Rentabilidad})$$

- **P:** Es el precio del proyecto.

- **Costos unitarios:** Son aquellas erogaciones adquiridas para la fabricación del producto. Se calculan dividiendo el cargo fijo mensual durante la vida útil del proyecto entre la proyección de la demanda.
- **Rentabilidad:** Es el aumento porcentual (ganancia) que quieren ver reflejado los inversionistas.

Ecuación 3. Fijación de precio total

$$PT = P + CT$$

- Donde PT = Precio Total.
- P = precio
- CT = costo total por unidad

Tabla 10. Precio unitario

Rendimiento	0,3
Precio Unitario	72.444.602
Precio T	120.688.747

Elaboración propia.

Es importante tener en cuenta que este precio refleja un estándar de edificación de 24 pisos con cuatro apartamentos por piso y de estrato 4, 5 o 6, el precio es variable según el diseño que sería el que da el presupuesto final.

En la tabla 11 a continuación, se encuentran los precios anuales durante la ejecución de los 5 años del proyecto.

Tabla 11. Precio total

AÑO	No DE SISTEMAS	PRECIO TOTAL	PRECIO ANUAL
1	24	120.688.747	2.896.529.922
2	26	120.688.747	3.137.907.415
3	28	120.688.747	3.379.284.909
4	30	120.688.747	3.620.662.402
5	32	120.688.747	3.862.039.896

Elaboración propia.

### **Estrategias de penetración de mercado**

Una de las principales limitantes que se puede encontrar para el ingreso del proyecto en el mercado es la aceptación de la comunidad, ya que a pesar de ser un proyecto que presentará beneficios económicos a largo plazo para los habitantes de las unidades residencial, de igual forma presentará un incremento en el valor inicial de los apartamentos debido a que el valor de cada sistema será distribuido entre la totalidad de las viviendas ubicadas en cada torre.

Debido a esta problemática se debe dar claridad en el tipo de proyecto a implementar en la unidad residencial, con los valores de ahorro tanto en acueducto como en alcantarillado, además de mostrar las ventajas ambientales y de cumplimiento de norma que trae implícito el sistema de reuso.

## 8.2 Decisiones técnicas

Se hará una verificación de los componentes del producto y posibles combinaciones de equipos y marcas.

### 8.2.1 Análisis de alternativas tecnológicas consideradas

En el presente apartado se analizarán alternativas tecnológicas que se consideran importantes para el proyecto.

- **Materias primas e insumos**

Las materias primas a utilizar ya fueron descritas en ítem anteriores y se desglosarán para una mayor comprensión en el ítem 10.

Los principales materiales y equipos a utilizar durante la construcción del sistema se describen en la siguiente tabla.

Tabla 12. Equipos y materiales.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
Partes del sistema	
Panel solar 240Wp	Cubierta frontal en policristalino (cristal templado) con un espesor de 3.2 mm, El marco está construido en una aleación de aluminio anodizado color plata que ofrece una resistencia tanto al transporte como a su colocación en las instalaciones solares.
Motobomba sumergible :	La motobomba a utilizar es una PS 4000C con

EQUIPO	DESCRIPCIÓN
	controlador, ya que requiere condiciones específicas para soportar la alimentación con energía fotovoltaica
Tanque de almacenamiento de agua en polietileno inferior 10 m3	Fabricado en Polipropileno – esta estructura estará enterrada
Tanque de almacenamiento de agua en polietileno superior 4 m3	Fabricado en FV reforzado con pintura exterior resistente al sol – Esta estructura se ubicara en las terrazas de las edificaciones
Requeridos para la instalación	
Taladros y pulidoras, de tamaño mediano tipo industrial	Para la instalación de abrazaderas y cortes necesarios.
Diferencial con cable de acero	Para sostener y colocar en el punto de trabajo
Cuerdas de 1" x 50 metros	Para sostener, subir materiales e instalar tuberías en los buitrones.
Herramienta menor (Palas, picos, barras, palustre, martillo, alicate, destornillador)	Utilizados para las excavaciones en primer piso y las instalaciones en el resto de la edificación.

Elaboración propia.

A continuación, se realiza la descripción del cargo, función y cantidad de personal profesional, técnico y operativo que intervendrá en las tres etapas del sistema; Diseño, ejecución y puesta en marcha.

Tabla 13. Personal requerido

CARGO	FUNCION	CANTIDAD
Fase: Diseño, ejecución y puesta en marcha		
Auxiliar Administrativo	Realizar la parte administrativa del proyecto tal como afiliaciones de persona, compra de insumos, facturación, cartera, etc	1
Ingeniero Sanitario (diseño)	Este profesional estará encargado de realizar la toma de datos en campo y plantear los diseños hidrosanitarios acorde a las características de la edificación.	1
Ingeniero sanitario (ejecución)	Este profesional realizar las inspecciones durante la construcción con el fin de garantizar las instalaciones y puesta en marcha del sistema	1
Ingeniero electricista	Estará encargado del diseño eléctrico del sistema	1
Dibujante	Realizara los esquemas y planos de los sistemas diseñados	1
Técnico en instalaciones solares	Encargado de realizar la instalación de los paneles solares en obra	1

CARGO	FUNCION	CANTIDAD
Oficial de instalaciones hidráulicas	Encargado de realizar las instalaciones hidráulicas	1
Ayudantes de instalación	Encargados de la mano de obra de las instalaciones hidráulicas	2

Elaboración propia.

### Principales normas de seguridad industrial que se implementarán en el proyecto

Las siguientes son las normas de seguridad bajo las cuales el operará el proyecto.

- **Resolución 2013 de 1986:** Por la cual se reglamenta la organización y funcionamiento de los comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en los lugares de trabajo.
- **Resolución 1016 de 1989:** Por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los Programas de Salud Ocupacional que deben desarrollar los empleadores en el país.
- **Ley 9 de 1979:** Norma para preservar, conservar y mejorar la salud de los individuos en sus ocupaciones.
- **OHSAS 18001 de 2007:** Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Estas normas buscan que el proyecto cumpla con los estándares de calidad garantizando así un procedimiento, ejecución y obtención de un producto final satisfactorio. De éstas se extraen los siguientes lineamientos, de relevancia para el proyecto:

- Establecer sistemas de protección y dispositivos de seguridad en maquinaria, equipos y accesorios.

- Seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, almacenen o manejen sustancias capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- Señales y avisos de seguridad e higiene deben emplearse en los centros de trabajo, de acuerdo con los casos que establece el Reglamento General de Seguridad.
- Disponer de medicamentos, materiales de curación para prestar los primeros auxilios.

Los costos estimados serian de una persona encargada de la seguridad industrial y la salud ocupacional, incluyendo los costos en tiempo del personal por capacitaciones y señalización de los lugares de trabajo, también se incluye la dotación que está especificado en el factor multiplicador del personal, este incluye prestaciones sociales y dotación.

Tabla 14. Costo de implementación de la seguridad industrial y salud ocupacional

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR
Profesional SISO	Unidad de Edificación	\$1.000.000
Señalización	Unidad de Edificación	\$250.000
<b>Total</b>		<b>\$1.250.000</b>

Elaboración propia.

### 8.3 Decisiones ambientales

Se realiza el plan de gestión ambiental con el fin de identificar las actividades que, durante el diseño, ejecución o puesta en marcha del proyecto puedan causar algún impacto negativo al ambiente con el fin de evaluar las posibles acciones a implementar con el fin de mitigar o prevenir sus consecuencias, además de realizar un cálculo aproximado de los costos que este tipo acciones pueda generarle al proyecto.

Tabla 15. Plan de gestión ambiental.

ACTIVIDADES	IMPACTO	ACCION	TIPO DE ACCION	DURACION	COSTO
Adecuación del terreno ,Transporte Interno de Equipos y almacenamiento de materiales de Construcción	Aumento de Ruido y vibración en la zona	Insonorización de la obra	Mitigación	Durante el proyecto	\$ 2500000
	Aumento de material particulado	Riego de agua al ingreso de la obra y lavado de llantas de las volquetas	Mitigación	Durante el proyecto	\$200.000 ( carro tanque mensual)
	Modificación del paisaje	Compensación arbórea	Mitigación	Un mes	\$ 50.000 por individuo arbóreo trasplantado
	Molestias Causadas a la comunidad	Proyectos de socialización con la comunidad	Prevención	Tres meses	\$ 1700.000 ( mes)
	Contaminación del suelo por derrames de agregados	Almacenamiento adecuado de agregados	Prevención	Durante el proyecto	\$ 300.000 ( mes)

ACTIVIDADES	IMPACTO	ACCION	TIPO DE ACCION	DURACION	COSTO
	y concreto				
Puesta en marcha del sistema	Generación de residuos	Realizar limpieza continua a las estructuras con el fin de evitar la colmatación	Prevención	Tres días	\$ 1000.000 anual

Elaboración propia.

En la tabla No 15 se muestra el plan de monitoreo con el fin de realizar un seguimiento o verificaciones a los impactos detectados en el programa ambiental con el fin de garantizar su erradicación o control.

Tabla 16. Plan de monitoreo.

ACTIVIDADES	IMPACTO	ACCION	DURACION	INDICADOR
	Aumento de Ruido y vibración en la zona	Insonorización de la obra	Durante el proyecto	Incremento en la medición de decibeles
	Aumento de material particulado	Riego de agua al ingreso de la obra y lavado de llantas de las	Durante el proyecto	Incremento de material particulado en la zona

ACTIVIDADES	IMPACTO	ACCION	DURACION	INDICADOR
Adecuación del terreno ,Transporte Interno de Equipos y almacenamiento de materiales de Construcción		volquetas		
	Modificación del paisaje	Compensación arbórea	Un mes	No de individuos sembrados
	Molestias Causadas a la comunidad	Proyectos de socialización con la comunidad	Tres meses	% de Aceptación de la comunidad
	Contaminación del suelo por derrames de agregados y concreto	Almacenamiento adecuado de agregados	Durante el proyecto	Verificación de condiciones de almacenamiento
Puesta en marcha del sistema	Generación de residuos	Realizar limpieza continua a las estructuras con el fin de evitar la colmatación	Tres días	m3 / producidos mes

Elaboración propia.

En el plan de contingencia realizado en la tabla 16 se encuentran los posibles riesgos que puedan afectar la obra de forma total o parcial.

Tabla 17. Plan de Contingencia

FASE	RIESGO	POSIBLE AFECTACION	ACCION A TOMAR	RESPONSABLES
Construcción	Daño repentino de la maquinaria	Retraso en la obra	Disponer que herramientas, insumos y personal experto se necesite para realizar la reparación de equipos. Disponer de Maquinaria sustituta.	Encargado de mantenimiento
	Derrame de aditivos para concreto	Contaminación del suelo	Evaluación de sitio y condiciones de almacenamiento	Encargado de obra - siso
Montaje	Retraso en la entrega de paneles y bombas solares	Retraso en la obra	Varios proveedores	Departamento de compras
<b>Construcción</b>		Personas	Contar con equipos y una personal de primeros auxilios. Tener a	SISO y jefe de obra

FASE	RIESGO	POSIBLE AFECTACION	ACCION A TOMAR	RESPONSABLES
<b>y Montaje</b>	Accidentes laborales	heridas	disposición el número de emergencias y hospitales más cercanos	

Elaboración propia

#### 8.4 Evaluación ambiental

Debido a la actual creciente conciencia ambiental, la cual es una de las razones de ser de este proyecto, se procede a realizar una evaluación ambiental que permita observar el impacto que el mismo tendrá sobre el ambiente.

Para tal fin, se usa el método de EEPPM, el cual propone evaluar por separado los distintos impactos a través de una formulación denominada “Calificación Ambiental (Ca)”, la cual se calcula a partir de cinco factores, esta evaluación se realiza para impactos tanto positivos como negativos.

La formulación para el cálculo de la calificación ambiental (Ca) y la explicación de cada uno de los factores se muestra a continuación:

Ecuación 4. Calculo de calificación ambiental.

$$Ca = C * (P * (aEM + bD))$$

- Ca = Calificación ambiental
- C = Clase, indica el cambio ambiental, bien sea positivo o negativo.
- P = Presencia, indica la probabilidad de que dicho impacto ocurra
- E = Evolución, indica cuán rápido ocurre el impacto desde sus inicios hasta su pleno desarrollo
- M = Magnitud, evalúa la magnitud del cambio ambiental producido.

- D = Duración, referencia al periodo de tiempo en el cual el impacto y consecuencias en cuestión existen.

a: Factor de ponderación = 0.7.

b: Factor de ponderación = 0.3.

Tabla 18. Criterios y Rangos para la calificación ambiental.

CRITERIO	DEFINICIÓN	LÍMITES	RANGO	
CALIFICACIÓN AMBIENTAL (ca)	Define el sentido del cambio que una acción del proyecto produce en el ambiente.	0 y 3.7	Alto.	2.5 – 3.7
			Medio.	1.3 – 2.4
	Puede ser benéfica o positiva (+) o perjudicial o negativa (-) dependiendo de si se degrada o mejora el ambiente existente o futuro.		Bajo.	0 – 1.2
PRESENCIA (P).	La presencia califica la probabilidad de que el impacto pueda darse, este criterio se tiene en cuenta debido a que no hay certeza absoluta de que	0.1 y 1.0	Cierta.	1.0
			Muy probable.	0.7 – 0.9
			Probable.	0.3 – 0.7
			Poco probable.	0.1 – 0.3

CRITERIO	DEFINICIÓN	LÍMITES	RANGO	
	todos los impactos se presenten.			
EVOLUCION €	Califica el tiempo que el impacto tarda en desarrollarse completamente, es decir la evolución del impacto desde que inicia hasta que se hace presente con todos sus efectos o consecuencias.	0.1 y 1.0	Muy rápido (< 1 mes).	0.8 – 1.0
			Rápido (1 – 6 meses).	0.6 – 0.8
			Medio (6 – 12 meses).	0.4 – 0.6
			Lento (12 – 24 meses).	0.2 – 0.4
			Muy lento (>24 meses).	0.1 – 0.2
DURACIÓN (D).	Este criterio califica el periodo y existencia del impacto de todos sus efectos independientemente de las medidas de manejo ambiental implementadas.	1 y 10	Permanente (> 10 años).	10
			Larga (7 – 10 años).	7 – 10
			Media (4 – 7 años).	4 – 7
			Corta (1 – 4 años).	1 – 4
			Muy corta (< 1 año).	1
MAGNITUD	La magnitud es el grado de afectación de una acción a un elemento del medio ambiente. Esta calificación se	0.1 - 1	Muy alta.	0.8 – 1.0 %
			Alta.	0.6 – 0.8 %
			Media.	0.4 – 0.6%
			Baja.	0.2 – 0.4%
			Muy Baja.	0.0 – 0.2 %

CRITERIO	DEFINICIÓN	LÍMITES	RANGO	
(M).	obtiene comparando el valor afectado e impactado de un determinado recurso			

Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 18 se muestran los resultados de la evaluación ambiental del proyecto, en la que se evidencia que el impacto general del proyecto es un impacto ambiental positivo. Los valores mostrados se asignaron de manera subjetiva basándose en los conocimientos de los impactos del proyecto.

Tabla 19. Resultados de la evaluación ambiental del proyecto. Elaboración a partir del método. (EPPM).

IMPACTO	CLASE	PRESENCIA	EVOLUCION	MAGNITUD	DURACION	Ca
		A	N	D	N	
Disminución consumo de agua potable	1	1	1	0,8	1	0,86
Disminución de la descarga de agua residual	1	1	1	0,8	1	0,86
Utilización de energía Solar	1	1	1	0,7	1	0,79
Producción de residuos en el mto del sistema	-1	0,5	0,4	0,3	0,4	-0,102
Aumento del cumplimiento normativo	1	0,7	0,8	0,5	0,4	0,28
Manejo adecuado del recurso hídrico	1	0,7	0,8	0,7	0,4	0,3584
<b>TOTAL</b>						<b>3,0464</b>

Elaboración propia.

Al realizar la comparación del valor CA arrojado por los cálculos matemáticos realizados en la Tabla No 18 y los rangos para la calificación ambiental especificados en la tabla No 17, según la metodología seleccionada, se puede observar que el proyecto cuenta con solo una calificación negativa y una calificación total de 3,04 lo que indica una calificación ALTA y define el sentido del cambio que este proyecto producirá en el ambiente.

## 8.5 Decisiones financieras

Para realizar el análisis financiero del proyecto se realizó inicialmente un costeo del valor que tendrá la instalación completa de un sistema, incluyendo sus costos fijos y costos variables.

Tabla 20. Costo operacional variable.

Descripción	Cantidad	Valor Unitario \$	Total \$
Panel solar 240Wp	28	\$ 990.000	\$ 27.720.000
Cable Lappteherm solar xls 4 mm	120	\$ 15.000	\$ 1.800.000
Terminal hembra	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Terminal macho	1	\$ 35.000	\$ 35.000
Conector hembra (1 negativo/3 positivo)	3	\$ 45.000	\$ 135.000
Conector macho (1 positivo/2 negativo)	3	\$ 45.000	\$ 135.000
Motobomba sumergible :PS 4000C con controlador	1	\$ 16.352.602	\$ 16.352.602
Kit de conexión de cables 6-10 mm	1	\$ 110.000	\$ 110.000
Sensor para tanque	2	\$ 70.000	\$ 140.000
Tanque de almacenamiento de agua en polietileno inferior 10 m3	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Tanque de almacenamiento de agua en polietileno superior 4 m3	1	\$ 3.000.000	\$ 3.000.000
Tubería pvc-p 2"	50	\$ 6.700	\$ 335.000
Accesorios pvc-p 2"	80	\$ 5.600	\$ 448.000
Tubería pvc-p 1 1/2"	20	\$ 3.500	\$ 70.000
Accesorios pvc-p 1 1/2"	40	\$ 3.000	\$ 120.000
Tubería pvc-p 1/2"	640	\$ 1.500	\$ 960.000
Accesorios pvc-p 1/2"	550	\$ 1.000	\$ 550.000
Limpiador PVC	2	\$ 25.600	\$ 51.200
Soldadura PVC	2	\$ 52.400	\$ 104.800
Válvula de bola de ½"	80	\$ 15.000	\$ 1.200.000
Válvula de 2"	5	\$ 185.000	\$ 925.000
Válvula de cierre ½"	80	\$ 15.000	\$ 1.200.000
Arrendamiento oficina	1	\$ 1.750.000	\$ 1.750.000

Descripción	Cantidad	Valor Unitario \$	Total \$
Auxiliar Administrativo	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Ingeniero Sanitario	2	\$ 3.500.000	\$ 7.000.000
Ingeniero Electricista	1	\$ 875.000	\$ 875.000
Dibujante	1	\$ 375.000	\$ 375.000
Técnico en instalaciones solares	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Oficial de instalaciones hidráulicas	1	\$ 750.000	\$ 750.000
Ayudantes de instalación	2	\$ 759.000	\$ 1.518.000
	Total	\$ 33.770.902	\$ 72.444.602

Elaboración propia.

En la tabla No 19 se evalúan los costos operacionales variables que varían dependiendo de la cantidad de sistemas a fabricar, en la tabla se realizó el costeo para un sistema completo, para el caso particular del sistema de reuso de agua el costo total es de \$ 72.444.602

Tabla 21. Costo de personal

COSTO MENSUAL DEL PERSONAL REQUERIDO				
Cargo	Cantidad	Dedicación	Costo por unidad	Costo total
Auxiliar Administrativo	1	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Ingeniero Sanitario	2	1	\$ 3.500.000	\$ 7.000.000
Ingeniero Electricista	1	0,5	\$ 3.500.000	\$ 1.750.000
Dibujante	1	0,5	\$ 1.500.000	\$ 750.000
Técnico en instalaciones solares	1	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Oficial de instalaciones hidráulicas	1	1	\$ 1.500.000	\$ 1.500.000
Ayudantes de instalación	2	1	\$ 759.000	\$ 1.518.000

COSTO MENSUAL DEL PERSONAL REQUERIDO	
Total mensual	\$ 16.018.000
TOTAL PERSONAL POR AÑO	\$ 192.216.000

Elaboración propia.

En la tabla 20 se realizar el análisis del costo anual que tendrá el personal requerido para llevar a cabo la implementación del sistema es de \$ 192.216.000.

En las tablas 19 y 20 se muestra el total de los costos que requiere el proyecto para iniciar de forma adecuada pero básica. Es de resaltar que los mayores costos serán los paneles solares, debido a ser una tecnología innovadora y realmente nueva en el país.

### **Análisis de alternativas de financiación**

A continuación, se presentan dos diferentes fuentes de financiación que se consideraron para el proyecto:

- **Capital propio:** Se asumirá que el 100% del capital será puesto por los socios.
- **Préstamo bancario:** Se asumirá llegar a un acuerdo con una entidad financiera que financia las necesidades de cualquier empresa viable que opere en cualquier sector en el territorio colombiano y maneje una tasa de interés viable, además el tiempo de pago se deberá acoplar a las necesidades del proyecto.

La tabla 21 muestra los datos básicos de cálculo para realizar el flujo de caja del proyecto.

Tabla 22. Datos básicos de cálculo.

DATOS BASICOS DE CALCULO		
Impuestos	<b>T</b>	33%
Costo deuda	<b>Kd</b>	8,25%
Tasa libre riesgo	<b>Rf</b>	3,07%
Riesgo mercado	<b>Rm</b>	41,25%
Activo (%)	<b>A</b>	100%
Riesgo País	<b>Rp</b>	1,55%
Beta Apalancado	<b>Bu</b>	0,75

Elaboración propia.

Tabla 23. Estructura del capital.

DEUDA (%)	PATRIMONIO (%)	BETA APALANCADO	Ke (%)	WACC (%)
0	100	0,75	33,26%	33,26
10	90	0,81	35,39%	32,41
20	80	0,88	38,05%	31,57
30	70	0,97	41,48%	30,73
40	60	1,09	46,05%	29,89
50	50	1,25	52,44%	29,05
60	40	1,50	62,03%	28,21
70	30	1,92	78,02%	27,37
80	20	2,76	110,00%	26,53
90	10	5,27	205,92%	25,69
95	<b>5</b>	<b>10,30</b>	<b>397,78%</b>	<b>25,27</b>

Elaboración propia.

Mediante los diferentes escenarios de estructura capital presentados en la tabla 21, se podrá analizar el tipo de estructura más conveniente para el proyecto, como se observa en esta tabla el menor WACC está en el escenario en que los recursos

necesarios para iniciar el proyecto son del 95% a través de préstamo bancario y el 5% aporte de socios.

Tabla 24: datos de inflación en Colombia desde 2005 hasta 2015

Serie anual de inflación para el mes de diciembre		
	Mensual	Anual
2005	0,07%	4,85%
2006	0,23%	4,48%
2007	0,49%	5,69%
2008	0,44%	7,67%
2009	0,08%	2,00%
2010	0,65%	3,17%
2011	0,42%	3,73%
2013	0,26%	1,94%
2014	0,27%	3,66%
2015	0,62%	6,77%

Fuente: Datos DANE, construcción DInero

Tomado de: DANE. (2016)

Tabla 25. Datos para proyección.

AÑOS	2017	2018	2019	2020	2021
TASA DE INFLACION	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%	6,50%

Elaboración propia.

Basados en la tasa de inflación que ha reflejado en país en los últimos años y asumiendo un panorama similar al ocurrido para el año 2015, donde la tasa de inflación en Colombia alcanzo lo 6,67% se asume una tasa de inflación para la proyección del flujo de caja superior al 6%.

En la tabla 25 se observa el costo de depreciación que tendrán los equipos más representativos del proyecto.

Tabla 26. Depreciación– Elaboración propia

TABLA DE DEPRECIACIÓN			
Activo	Valor (\$)	Vida útil (años)	Depreciación anual
Retroexcavadora	\$ 50.000.000	5	\$ 10.000.000
Mezcladora	\$ 15.000.000	5	\$ 3.000.000
Total	\$ 65.000.000		\$ 13.000.000

Elaboración propia.

Tabla 27. Flujo de caja puro.

<b>FLUJO DE CAJA PURO</b>						
	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>Inversión Inicial</b>	1.695.000.000,00					
<b>Ingresos anuales</b>		2.896.529.921,83	3.084.804.366,75	3.285.316.650,59	3.498.862.232,87	3.726.288.278,01
<b>Egresos anuales</b>		1.738.670.438,40	1.851.684.016,90	1.972.043.477,99	2.100.226.304,06	2.236.741.013,83
<b>Depreciación</b>		4.792.075,20	4.792.075,20	4.792.075,20	4.792.075,20	4.792.075,20
<b>Utilidad antes de impuestos</b>		1.153.067.408,23	1.228.328.274,65	1.308.481.097,39	1.393.843.853,61	1.484.755.188,98
<b>Impuestos</b>		380.512.244,72	405.348.330,63	431.798.762,14	459.968.471,69	489.969.212,36
<b>Utilidad después de impuestos</b>		772.555.163,51	822.979.944,02	876.682.335,25	933.875.381,92	994.785.976,62
<b>Ajustes por depreciación</b>		4.792.075,20	4.792.075,20	4.792.075,20	4.792.075,20	4.792.075,20
<b>FLUJO DE CAJA PURO</b>	-1.695.000.000,00	777.347.238,71	827.772.019,22	881.474.410,45	938.667.457,12	999.578.051,82

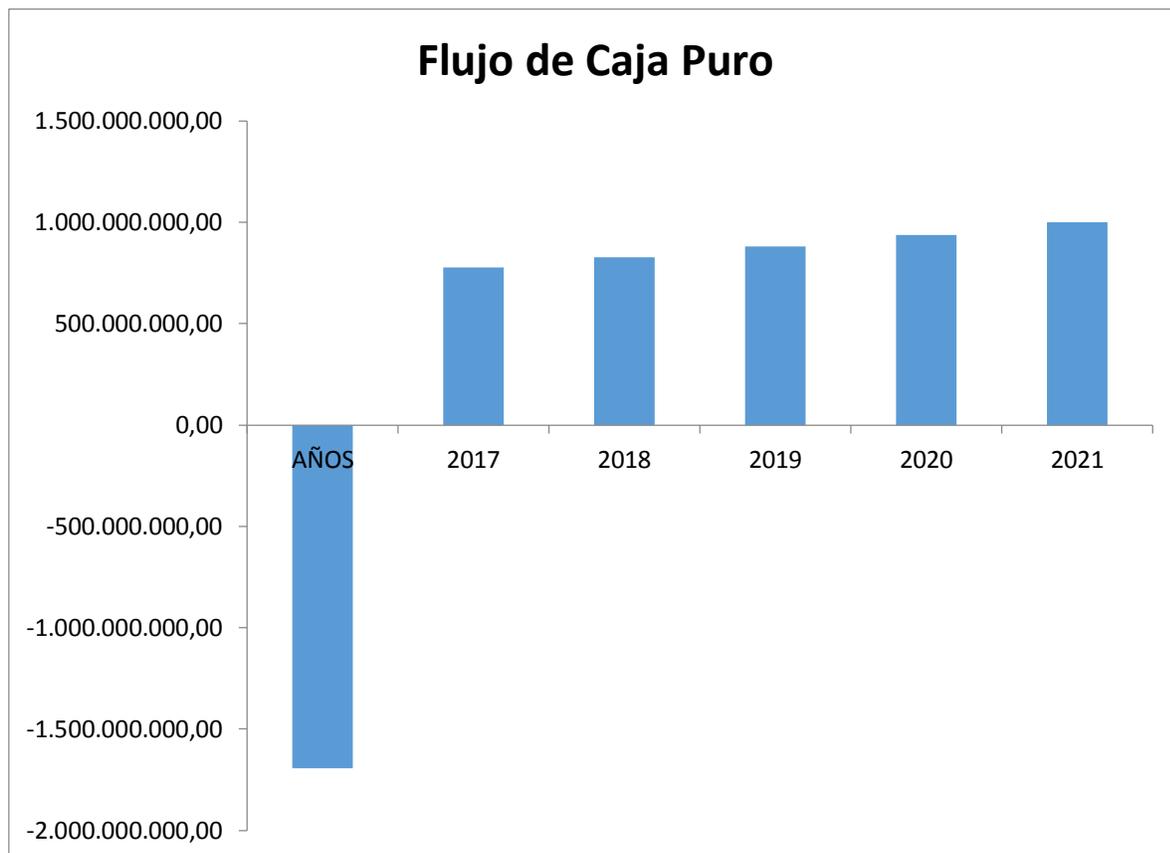
Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 27, La tasa interna de retorno o rentabilidad (**TIR**) está en el 41%, con una VPN de \$ 262.464.408 millones, lo que indica que el dinero invertido en el proyecto tiene un rendimiento mayor al interés utilizado en el cálculo del valor presente y es mayor que el costo de oportunidad.

Tabla 28. Evaluación escenario 100% del capital con aporte de socios.

TIR	41%
VPN	\$ 262.464.408
WACC	33,26%
PRI	2

Elaboración propia.



Grafica 3. Flujo de caja. Elaboración propia.

Tabla 29. Flujo de caja optima

FLUJO DE CAJA ESTRUCTURA OPTIMA						
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Inversión Inicial	1.695.000.000,0 0					
Ingresos anuales		\$ 2.896.529.921,83	\$ 3.084.804.366,75	\$ 3.285.316.650,59	\$ 3.498.862.232,87	\$ 3.726.288.278,01
Egresos anuales		\$ 1.738.670.438,40	\$ 1.851.684.016,90	\$ 1.972.043.477,99	\$ 2.100.226.304,06	\$ 2.236.741.013,83
Depreciación		\$ 13.000.000,00	13.000.000,00	\$ 13.000.000,00	\$ 13.000.000,00	\$ 13.000.000,00
Intereses préstamo		\$ 402.562.500,00	\$ 353.511.572	\$ 292.197.911,71	\$ 215.555.836,51	\$ 119.753.242,50
Utilidad antes de impuestos		\$ 742.296.983,43	\$ 866.608.777,98	\$ 1.008.075.260,88	\$ 1.170.080.092,30	\$ 1.356.794.021,68
Impuestos		\$ 244.958.004,53	\$ 285.980.896,73	\$ 332.664.836,09	\$ 386.126.430,46	\$ 447.742.027,15
Utilidad después de impuestos		\$ 497.338.978,90	\$ 580.627.881,25	\$ 675.410.424,79	\$ 783.953.661,84	\$ 909.051.994,53
Ajustes por		\$ 13.000.000,00	\$ 13.000.000,00	\$ 13.000.000,00	\$ 13.000.000,00	\$ 13.000.000,00

FLUJO DE CAJA ESTRUCTURA OPTIMA						
depreciación						
Préstamo	\$ 1.610.250.000					
Amortización deuda		\$ 196.203.713	\$ 245.254.640,65	\$ 306.568.301	\$ 383.210.376	\$ 479.012.970
FLUJO DE CAJA ESTRUCTURA ÓPTIMA	-84.750.000,00	\$ 314.135.266,38	\$ 348.373.240,60	\$ 381.842.123,98	\$ 413.743.285,83	\$ 443.039.024,51

Tabla 30. Tabla de Amortización.

Tabla de amortización					
<b>Monto</b>	\$ 1.610.250.000				
<b>Tasa</b>	25,00%				
<b>Año</b>	<b>Saldo Inicial</b>	<b>Cuota</b>	<b>Intereses</b>	<b>Abono Capital</b>	<b>Saldo final</b>
<b>0</b>	\$ 1.610.250.000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.610.250.000
<b>1</b>	\$ 1.610.250.000	\$ 598.766.213	\$ 402.562.500	\$ 196.203.713	\$ 1.414.046.287
<b>2</b>	\$ 1.414.046.287	\$ 598.766.213	\$ 353.511.572	\$ 245.254.641	\$ 1.168.791.647

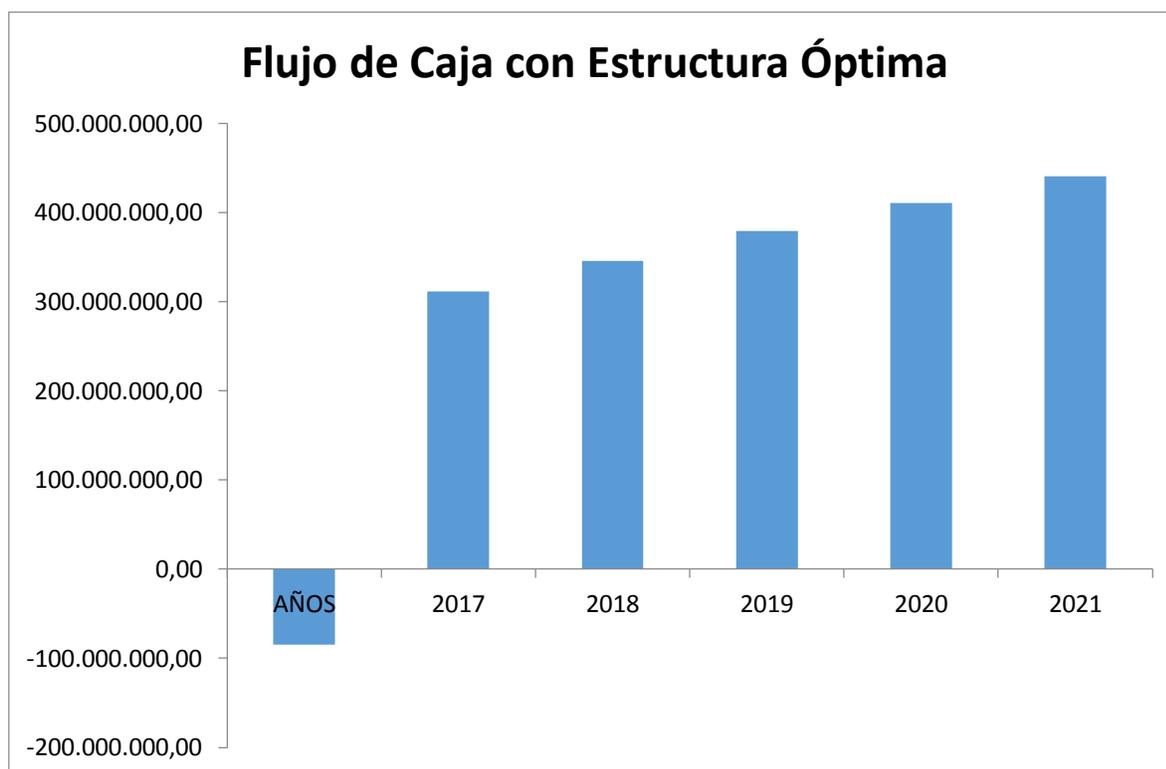
<b>Tabla de amortización</b>					
<b>3</b>	\$ 1.168.791.647	\$ 598.766.213	\$ 292.197.912	\$ 306.568.301	\$ 862.223.346
<b>4</b>	\$ 862.223.346	\$ 598.766.213	\$ 215.555.837	\$ 383.210.376	\$ 479.012.970
<b>5</b>	\$ 479.012.970	\$ 598.766.213	\$ 119.753.243	\$ 479.012.970	\$ 0

Elaboración propia.

Tabla 31. Evaluación escenario 95% **préstamo** 5% aporte socios

TIR	381%
VPN	\$ 893.887.275
WACC	25,27%
PRI	3

Elaboración propia.



Grafica 4. Flujo de caja con estructura óptima. Elaboración propia.

Como se puede analizar en las anteriores tablas con una estructura de 100 patrimonio se obtiene un WACC máximo y un VPN y TIR mínimo, lo cual no es muy deseable para que el proyecto sea viable financieramente posible. Al analizar el segundo panorama con un 95% financiado y un 5% patrimonio se observa que el valor

del WACC (costo de capital) menor(25,27%), reflejada en VPN (\$886.643.191) y la TIR (378%), por lo cual se asume como la mejor estructura . Se debe de tener en cuenta que, aunque a mayor TIR mayor rentabilidad para el proyecto un porcentaje tan alto como el arrojado por los cálculos en un proyecto no académico es poco probable.

## 9. INGENIERÍA DEL PROYECTO

El desarrollo del producto combina todos los análisis anteriores y marca una ruta que se puede resumir en un diagrama.

### 9.1 Diagrama del proceso

El punto de inicio siempre será el contacto con los clientes, es la base fundamental, segundo el diseño y sus derivaciones y tercero la construcción que es la culminación del proyecto.

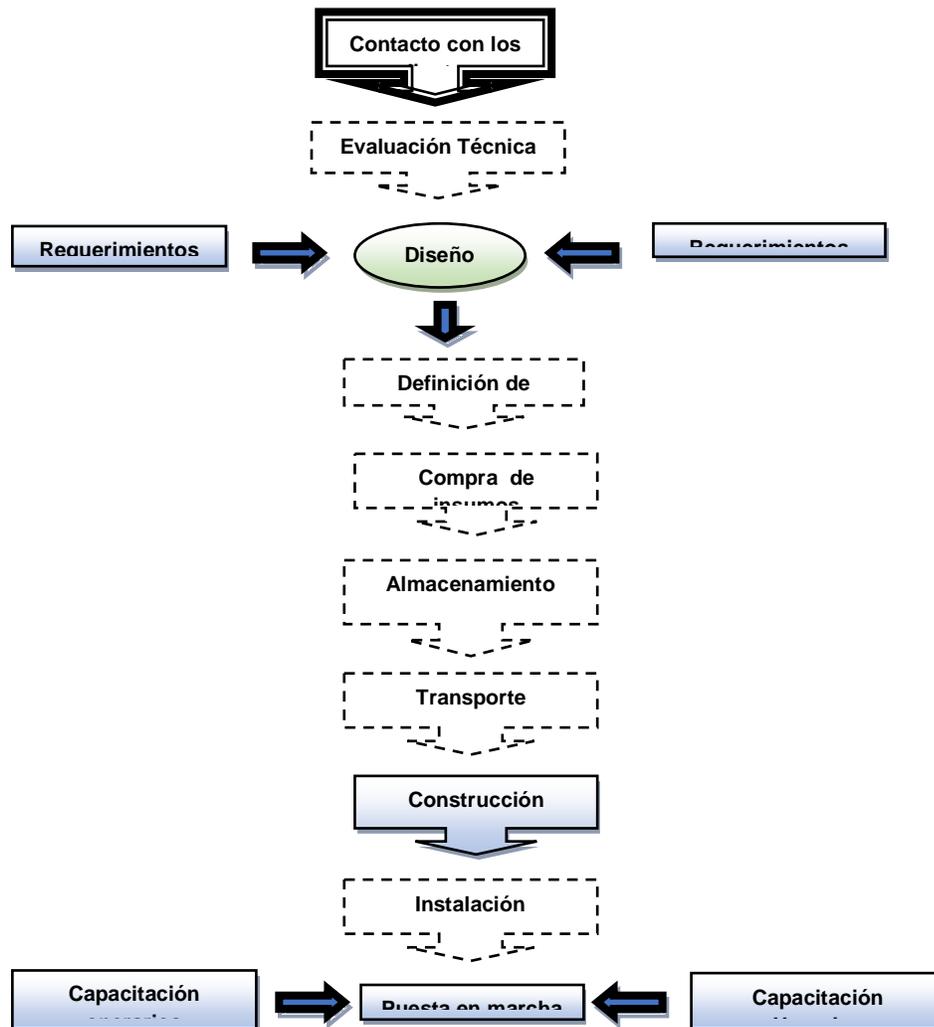


Ilustración 7. Evaluación técnica. Elaboración propia.

## 9.2 Ingeniería del proceso

La ingeniería asociada al proyecto, está dividida en dos etapas, ingeniería para el diseño del proyecto e ingeniería para la construcción del proyecto.

### 9.2.1 Ingeniería para el diseño del proyecto

Está planteado iniciar con la elaboración de los diseños que satisfagan las expectativas del cliente y puedan tener una visión de cómo quedara y funcionara el nuevo sistema en su edificación, aunque aparentemente es un sistema sencillo requiere de cálculos que garanticen la funcionalidad del sistema, además la ubicación de las partes es fundamental.

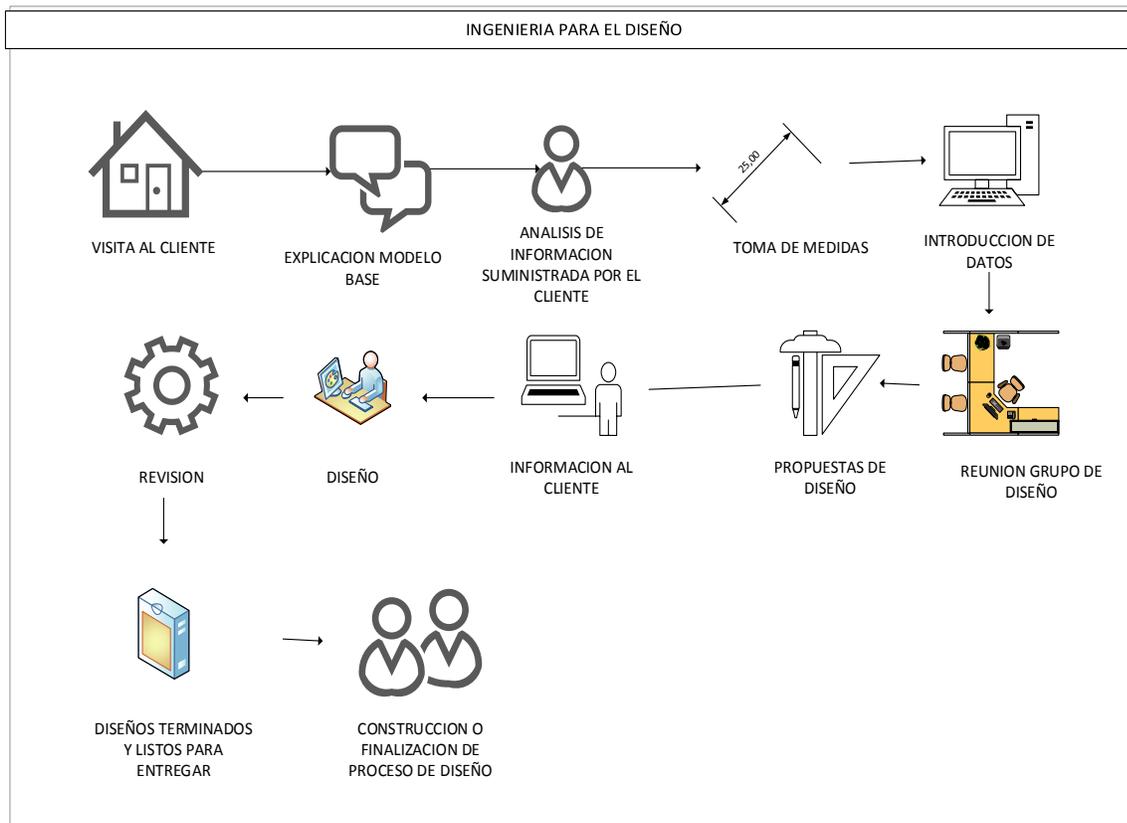


Ilustración 8. Ingeniería para el diseño. Elaboración propia.

## 9.2.2 Ingeniería para la construcción del producto

Posterior al diseño, evaluados por el cliente en cuanto espacios requeridos, beneficios y costos, se procede con la firma del contrato y pago de anticipo económico para el inicio de la construcción, la cual tiene varias etapas descritas en los siguientes esquemas.

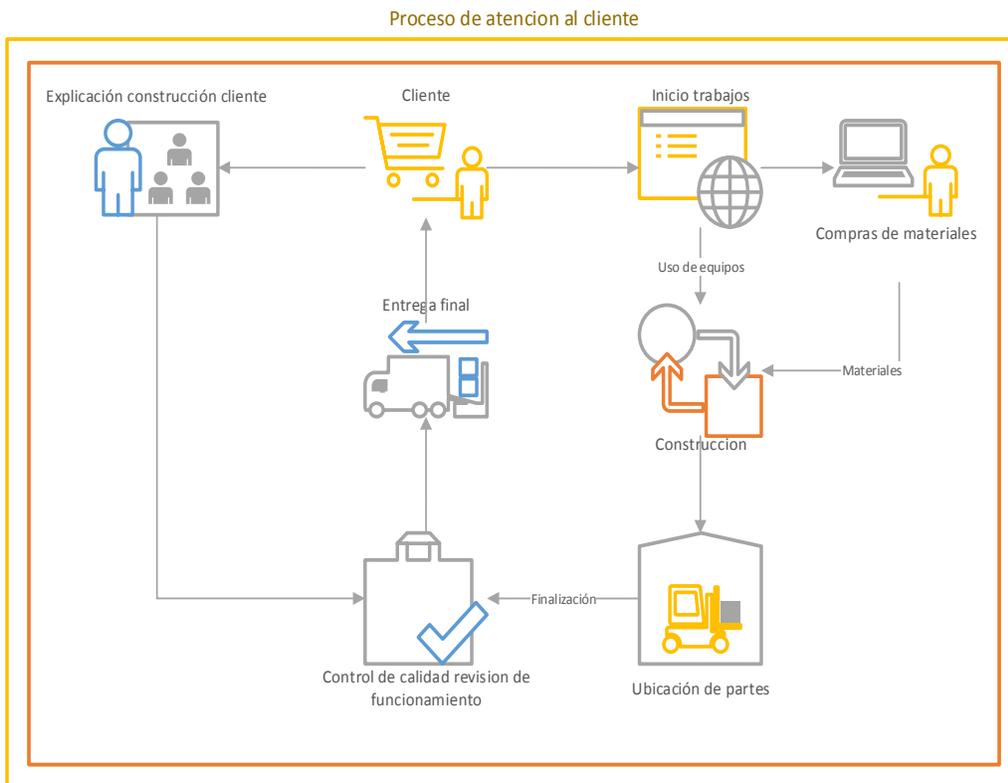


Ilustración 9. Proceso de atención al cliente. Elaboración propia.

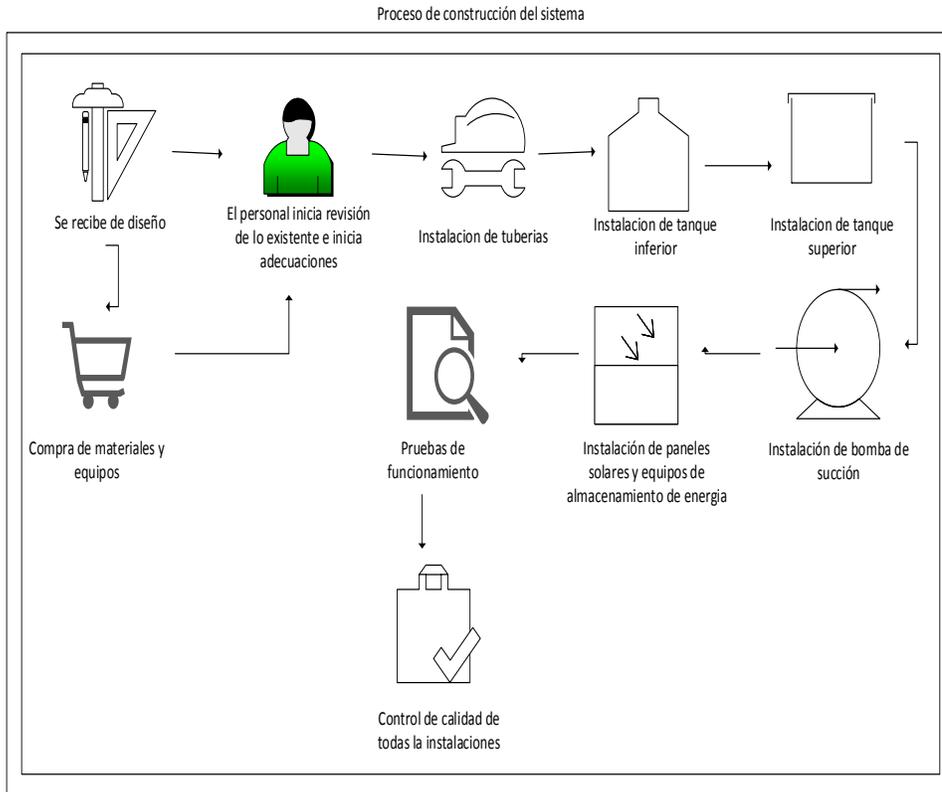


Ilustración 10. Proceso de construcción del sistema. Elaboración propia.

### 9.2.3 Datos básicos de Ingeniería para el diseño

Para el diseño del sistema se tendrá en cuenta los siguientes datos básicos, que, si bien no son iguales en todas las edificaciones, estos son una aproximación del estándar:

- Edificación de 24 pisos con 4 apartamentos por piso, para un total de 96 apartamentos.
- Agua proveniente de la lavadora: 16 metros cúbicos mensuales, para un total de 1593 m<sup>3</sup> mensuales.
- Las lluvias son difíciles de predecir, pero se tiene una precipitación promedio mensual en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá de 131 mm en un área de techo de 400 m<sup>2</sup>, para un volumen mensual de 52,4 m<sup>3</sup>.
- La altura de la edificación de 24 pisos es de 72 metros lineales.

- Consumo en sanitarios y aguas para lavado mensual:

Tabla 31. Calculo de caudales

Descripción	m <sup>3</sup> consumidos	Total viviendas	Total metros cúbicos de agua mensuales	Unidades
<b>Agua total recolectada</b>			1645,4	
<b>Agua consumo Sanitarios</b>	14	96	1344	m <sup>3</sup> /mes
<b>Agua Lavados disponible</b>			301,4	m <sup>3</sup> /mes

Elaboración propia.

Por lo tanto, el consumo diario de agua de recirculación seria de 54,84 metros cúbicos por día.

- Se contara con un tanque de almacenamiento estándar de 10 m<sup>3</sup> en la parte inferior y 4m<sup>3</sup> en la parte superior, tenemos que se debe bombear 14 veces al día si el consumo es constante, de no ser así se acumularían los 10 m<sup>3</sup> y el resto iría a un rebose del tanque inferior.
- Con los datos anteriores se busca una bomba solar que se adecue a estas condiciones de caudal 9m<sup>3</sup>/hora. En la siguiente imagen se observa una tabla que muestra la relación entre caudal, potencia y altura, para la selección de la bomba adecuada.

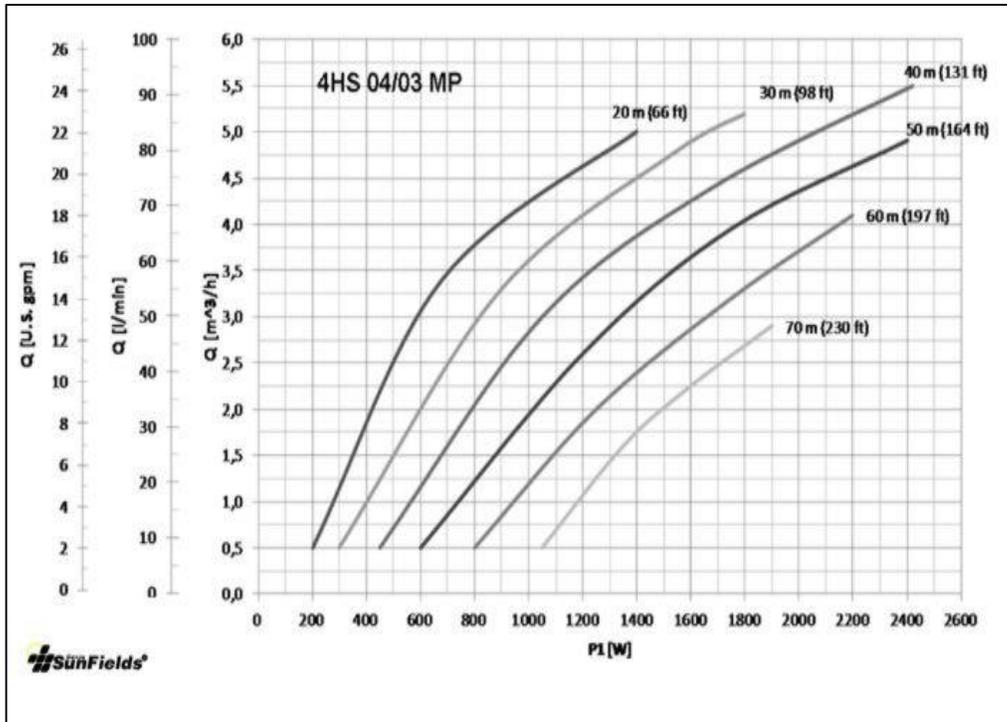


Ilustración 10. Curva de rendimiento de bomba sumergible solar. Tomado de: EuropeSunFields. (2016). Paneles solares bombeo solar – Manual de cálculo.

- La cantidad de paneles solares se calculan de acuerdo con la bomba seleccionada y la potencia requerida para esta bomba. Igualmente, el almacenamiento de energía depende de estas condiciones.  
De todos los datos anteriores se supone el sistema trabajando al máximo, esto quiere decir lavado, lluvia, vaciado de sanitarios y riego, esta sería la situación más crítica. Pero para economizar costos se debe asumir un porcentaje de esta ocurrencia, decisión que se toma según el tipo de edificación y las condiciones particulares de cada cliente.
- Después del diseño se tendría un costo exacto y todos los componentes estarían ajustados a la necesidad real por lo tanto las cantidades de obra y los procesos constructivos si bien tienen una base similar estos cambiarían de acuerdo a las condiciones, negociaciones y ubicación de las estructuras.

De acuerdo con informe del periódico el Colombiano(1) en el valle de aburra se consumen 150 litros de agua al día por persona para un total de 6000 litros al mes,

tenemos 10,5 metros cúbicos disponibles para reuso que equivale a 105 litros, entonces el porcentaje teórico de economía será del 17,5 %, el costo del ahorro sería tanto en acueducto como en alcantarillado.

(1)[http://www.elcolombiano.com/historico/consumo\\_de\\_agua\\_en\\_el\\_aburra\\_casi\\_duplica\\_niveles\\_sugeridos\\_por\\_oms-LWEC\\_289604](http://www.elcolombiano.com/historico/consumo_de_agua_en_el_aburra_casi_duplica_niveles_sugeridos_por_oms-LWEC_289604)

## 10. Análisis del riesgo

En toda ejecución de proyectos existen riesgos asociados a diferentes situaciones, aquí se analiza frente a toda la concepción del proyecto.

### 10.1 Análisis de riesgo e incertidumbre

El riesgo de un proyecto se puede proyectar y minimizar, siempre existirá la probabilidad de ocurrencia; la incertidumbre de tal ocurrencia siempre será aleatoria, pero con un análisis detallado de cada posibilidad el impacto será mínimo.

#### 10.1.1 Identificación y medición de riesgos (metodología utilizada)

El método seleccionado para la identificación de riesgos fue el de la lluvia de ideas. A continuación, se presenta un listado de los principales riesgos que podrían afectar de alguna manera el proyecto con sus causas y posibles impactos.

Tabla 32. Identificación de riesgos

RIESGO	CAUSAS	CONSECUENCIAS
Incendio	Errores en el diseño	Daños de elementos del sistema
	Corto circuito instalaciones	Muerte
	Delincuencia	Detención del funcionamiento del sistema
	Mal manejo de los elementos del sistema	Perdidas económicas
Accidente Laboral	Imprudencia	Lesiones físicas
	Maquina con falla	Detención obra
	Poco control de normas de seguridad	Disminución de la rentabilidad

Perdida clientes	Incumplimiento con plazos de entrega	Reducción de utilidades, fracaso del proyecto.
	El sistema no cumple con las expectativas	
	Costos del proyecto muy elevados	
Fallas de maquinarias y equipo	Falta de mantenimiento	Reducción de utilidades
	Excesivo funcionamiento	Detención del sistema de reuso de agua
	Mal uso por parte de los encargados	
	Mala calidad del insumo	Pérdida de clientes
Baja demanda	Poco interés en la tecnología	Reducción de utilidades y fracaso del proyecto
	Crisis del mercado constructor	
	Costos del proyecto muy elevados	
	Poco apoyo normativo	

Elaboración propia.

Tabla 33. Valoración de riesgos.

VALORACION	UTILIDAD	ACCIDENTE	SISTEMA SIN FUNCIONAMIENTO	FUNCIONAMIENTO MAQUINARIA
4	50% menos de lo esperado	Victima mortales	Mayor a un mes	Daños irreversibles
3	Del 30% al 50%	Lesiones permanentes	Un mes	Daños importantes

VALORACION	UTILIDAD	ACCIDENTE	SISTEMA SIN FUNCIONAMIENTO	FUNCIONAMIENTO MAQUINARIA
	menos de lo esperado			
<b>2</b>	Del 15 al 30 % menos de lo esperado	Incapacidad mayor de un mes	Una semana	Daños reversibles
<b>1</b>	Del 10 al 15 % menos de lo esperado	Incapacidad hasta un mes	Un día	Daños menores

Elaboración propia.

Tabla 34. Escala de probabilidad.

VALORACION	DESCRIPCION
<b>D</b>	Probabilidad de ocurrencia Alta
<b>C</b>	Probabilidad de ocurrencia Media
<b>B</b>	Probabilidad de ocurrencia baja
<b>A</b>	Probabilidad de ocurrencia remota

Tomado de: ISO 31010. (2009).

Cada riesgo debe ser evaluado en una matriz de probabilidades y consecuencias, donde cada color representa un nivel de tolerancia; siendo el último (IV) el que requiere menos medidas de control y el primero (I) el que requiere medidas urgentes hasta mitigar su impacto. En la Tabla 63 se define para cada categoría de la matriz el nivel de tolerancia al riesgo y una acción recomendada.

Tabla 35. Matriz de probabilidad / consecuencia

PROBABILIDAD	D	III	II	I	I
	C	III	II	II	I
	B	IV	III	II	II
	A	IV	IV	III	III
		1	2	3	4
		CONSECUENCIAS			

Tomado de: ISO 31010. (2009).

Tabla 36. Nivel de tolerancia al riesgo y acción recomendada

CATEGORIA	TOLERANCIA	ACCION RECOMENDADA
I	Inaceptable	Mitigar hasta llegar a III O IV
II	Indeseable	Mitigar hasta llegar a III O IV
III	Aceptable con controles	Mitigar opcionalmente hasta llegar a IV
IV	Aceptable	No requiere mitigación

Tomado de: ISO 31010. (2009).

Finalmente, en la tabla se muestran los riesgos asociados al proyecto y su valoración en las escalas de consecuencias, probabilidad y su respectiva categoría, obtenida de la superposición de estos dos aspectos de la matriz.

Tabla 37. Clasificación de los riesgos del proyecto.

RIESGO	VALORACION DE LA CONSECUENCIA	VALORACION DE LA PROBABILIDAD	CATEGORIA	ACCION ESPECIFICA
Incendio	4	A	III	Mantenimiento y monitoreo de las instalaciones.  Capacitación en normas de seguridad
Accidente Laboral	1	C	III	Capacitación en normas de seguridad.  Elementos de protección adecuados.
Perdida clientes	2	B	III	Evaluación de nuevos mercados Generación de nuevas propuestas
Fallas de	2	C	II	Establecer un

RIESGO	VALORACION DE LA CONSECUENCIA	VALORACION DE LA PROBABILIDAD	CATEGORIA	ACCION ESPECIFICA
maquinarias y equipo				plan de mantenimiento preventivo.  Capacitación a operarios
Poca demanda	2	B	III	Estrategias de publicidad.  Generación de nuevas propuestas.

Tomado de: ISO 31010. (2009).

## 10.2 Análisis DOFA del proyecto

En la tabla No 37 se presentan las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, relacionadas con el proyecto, a partir de las cuales se podrán plantear alternativas de solución (estrategias) para una eficiente realización del mismo.

Tabla 38. Matriz DOFA.

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	Bajos impactos ambientales.  Implementación de	Elevada inversión inicial.  Poca presión normativa en cuanto al uso eficiente y

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
	<p>desarrollo tecnológico.</p> <p>Capacitación constante.</p> <p>Disminución del consumo de agua y de vertimientos en las unidades que se implemente el sistema.</p> <p>Proyecto económicamente viable.</p> <p>Impacto ambiental positivo para el recurso hídrico</p>	<p>ahorro del agua en las unidades residenciales.</p> <p>.</p> <p>Capacidad de producción limitada.</p> <p>La variable más sensible para el VPN es la deuda.</p> <p>Facilidad para ser imitado</p>
<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias DO</b>	<b>Estrategias FO</b>
<p>Existencia de incentivos gubernamentales para el ahorro del agua.</p> <p>Poca competencia al inicio del proyecto.</p> <p>Incremento de la restricción ambiental.</p>	<p>Evidenciar que esta alternativa de reuso de agua es eficaz, disminuye el valor del consumo y realiza un uso eficiente ya racional del recurso hídrico.</p> <p>Ofrecer tecnologías de calidad y precios adecuados</p>	<p>Realizar proyectos a nivel municipal y de industria.</p> <p>Capacitar los operarios y habitantes sobre el uso de este tipo de sistemas.</p>
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
<p>Aumento de precios de los materiales.</p>	<p>Fomentar una concientización sobre los beneficios de este tipo de</p>	<p>Consolidar y potenciar la aceptación de este tipo de sistemas en unidades</p>

	FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Fallas en la aplicación de la tecnología.</p> <p>Fallas en la capacitación de los operarios de las unidades.</p> <p>Apatía hacia el proyecto por parte de los habitantes de las unidades residenciales.</p>	<p>sistemas de reuso.</p> <p>Tomar asistencia en las capacitaciones para evitar personal con déficit en la manipulación de los sistemas o aprensión a los mismos.</p> <p>Monitorear constantemente el proyecto en la fase de puesta en marcha, mostrando indicadores de consumo, vertimiento y ahorro de energía.</p>	<p>residenciales.</p> <p>Crear una base de datos amplia de proveedores con el fin de cubrir altas demandas o eventualidades.</p>

Elaboración propia.

## 11. CONCLUSIONES

- Este proyecto de reutilización de agua conlleva un uso eficiente y ahorro del agua, el cual es fundamental para el cuidado del recurso hídrico.
- Este proyecto da una solución parcial al problema planteado de escases y deterioro del recurso hídrico planteado inicialmente.
- Este proyecto está diseñado para viviendas de estrato 4,5 y 6 debido a su poder adquisitivo y de caudal de consumo de agua.
- Este proyecto tiene un gran apoyo jurídico debido a que desde 1997 se han implementado leyes y decretos que argumentan la importancia del uso eficiente y ahorro del agua.
- La tecnología utilizada asegura la disminución del consumo energético y de agua. Los mayores costos serán los paneles solares, debido a ser una tecnología innovadora y realmente nueva en el país.
- Con base en los resultados de las evaluaciones de las decisiones financieras y además de las decisiones ambientales se establece que el proyecto es financieramente y ambientalmente viable.
- Según el análisis ambiental el proyecto presenta una calificación total de 3,04 lo que indica una calificación ALTA y define el sentido del cambio que este proyecto producirá en el ambiente.
- La estructura de 100 patrimonio se obtiene un WACC máximo y un VPN y TIR mínimo, lo cual no es muy deseable para que el proyecto sea viable financieramente posible.
- La estructura del panorama con un 95% financiado y un 5% patrimonio se observa que el valor del WACC (costo de capital) menor (25,27%), reflejada en VPN (\$ 886.643.191) y la TIR (378%), por lo cual se asume como la mejor estructura.

## 12. RECOMENDACIONES

- El estudio financiero necesita reforzarse en caso de ejecutar el presente proyecto con una fecha muy próxima a su desarrollo pero que de tiempo de planificar todos los componentes.
- En materia de mercado, se recomienda evaluar la posibilidad de implementar este proyecto en otro tipo de sectores.
- Técnicamente se recomienda un monitoreo constante del proyecto en la fase de ejecución, que incluya mantenimiento preventivo de los equipos.
- Se sugiere hacer inspecciones programadas del uso de los implementos de seguridad industrial requeridos a los trabajadores de las plantas.
- El personal encargado de oficios varios de las unidades residenciales deben tener capacitación adecuada del uso de los equipos, con el fin de evitar accidentes que perjudiquen al personal o al funcionamiento del sistema.
- Los habitantes de las unidades deben recibir una capacitación adecuada con el fin de incrementar la posibilidad de acogida y manejo por parte de los mismos
- Bajo ninguna circunstancia se debe exceder la capacidad de funcionamiento del sistema o usar con un fin distinto para el cual ha sido diseñado, para evitar accidentes en los que se vea involucrado el personal o evitar daños en el dispositivo.
- Se recomienda realizar una inspección periódica del sistema en general en especial del sistema de bombeo.
- Dados los resultados se sugiere fortalecer las estrategias de penetración del mercado, específicamente a nivel de las alianzas con otras empresas particulares, municipios, el ministerio de medio ambiente, etc.

### 13 REFERENCIAS

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). Recuperado el 10 de mayo de 2016.  
<http://www.metropol.gov.co/ciudadanos/Paginas/PreguntasRespuestasFrecuentes.aspx>
- ISO 31010. (2009). Risk management - Risk assessment techniques. Recuperado de [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail?csnumber=51073](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=51073)
- Instituto de tecnología de la construcción de Cataluña. (s.f). Agua. Los resultados. Recuperado de [http://www.construmatica.com/construpedia/Agua.\\_Los\\_Resultados](http://www.construmatica.com/construpedia/Agua._Los_Resultados)
- Cámara colombiana. (2016). Recuperado de <http://www.directoriocamacol.com/es/categories/index>
- DANE. (2005). Censo Regiones de Antioquia. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/files/censo2005/regiones/antioquia/>
- CURADURIA URBANA SEGUNDA DE MEDELLIN. (2016). Recuperado de <http://c2medellin.co/index.php/2015/01/17/licencia-de-construccion/>
- Congreso de la republica. Decreto 3102. (1997). Disponible en: [https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/f7-dec\\_3102\\_1997.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/f7-dec_3102_1997.pdf)
- Dinero. (2016). Recuperado de <http://www.dinero.com/economia/articulo/la-inflacion-alta-ultimos-anos/217685>
- Lonja. (s.f.). Concentración en la construcción de viviendas, oficinas, bodegas y locales en el Valle de Aburrá. Recuperado de [www.lonja.org.co](http://www.lonja.org.co)
- Loaiza, B. J. (2014). Consumo de agua en el Aburrá casi duplica niveles sugeridos por OMS. Recuperado de [http://www.elcolombiano.com/historico/consumo\\_de\\_agua\\_en\\_el\\_aburra\\_casi\\_duplica\\_niveles\\_sugeridos\\_por\\_oms-LWEC\\_289604](http://www.elcolombiano.com/historico/consumo_de_agua_en_el_aburra_casi_duplica_niveles_sugeridos_por_oms-LWEC_289604)
- El Mundo. (2014). Actividad inmobiliaria en Colombia. Recuperado de [http://www.elmundo.com/images/ediciones/Jueves\\_20\\_11\\_2014/Jueves\\_20\\_11\\_2014](http://www.elmundo.com/images/ediciones/Jueves_20_11_2014/Jueves_20_11_2014)

[1\\_2014@@G6-SECTOR-INMOBILIARIO.jpg](#)

Estratificación del Municipio de Medellín. (2011). Recuperado de

[https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Planeaci%C3%B3n%20Municipal/Secciones/Indicadores%20y%20Estad%C3%ADsticas/Documentos/Estratificaci%C3%B3n/ESTRATO\\_PREDOMINANTE%20POR%20BARRIO\\_2010.pdf](https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/wpccontent/Sites/Subportal%20del%20Ciudadano/Planeaci%C3%B3n%20Municipal/Secciones/Indicadores%20y%20Estad%C3%ADsticas/Documentos/Estratificaci%C3%B3n/ESTRATO_PREDOMINANTE%20POR%20BARRIO_2010.pdf)

Estratificación del Municipio de Medellín. (2011). Recuperado

de <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=641447&page=503>

EuropeSunFields. (s.f.). Paneles solares bombeo solar – Manual de cálculo.

Recuperado el 14 de mayo de 2016. <http://www.sfe-solar.com/suministros-fotovoltaica-aislada-autonoma/bombeo-solar/>

Congreso de la república. Ley 9. (1979). Disponible en:

[http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0009\\_1979.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0009_1979.html)

Congreso de la república. Ley 373, Artículo 1, 5. (1997). Disponible

en: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=342>

OHSAS Project Group. (2007). OHSAS 18001:2007. Serie de evaluación en seguridad y salud ocupacional. Sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional – requisitos. Recuperado el 13 de mayo de 2016.

<https://manipulaciondealimentos.files.wordpress.com/2010/11/ohsas-18001-2007.pdf>

Ministerio de trabajo y seguridad social. Resolución 2013. (1986). Disponible en:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5411>

Ministerio de trabajo y seguridad social. Resolución 1016. (1989). Disponible en:

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5412>

Corporación regional del centro de Antioquia CORANTIOQUIA .Resolución 1401-19097. (2014). Disponible en:

<http://www.corantioquia.gov.co/sitios/ExtranetCorantioquia/SiteAssets/Images/MenuSuperiorArchivos/040-1401-19097.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Resolución 726. (2015). Disponible en:

<http://cra.gov.co/apc-aa-files/35383137643637613966333438336638/resolucin->

cra-726-de-2015.pdf

Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Resolución 149. (2016). Tomado de:

<http://www.metropol.gov.co/SalaPrensa/Paginas/ANTE-LOS-EFECTOS-DEL-FENOMENO-DEL-NIÑO,-EL-REA-METROPOLITANA-DEL-VALLE-DE-ABURRÁ-ADOPTAR-MEDIDAS-PARA-MITIGAR-SU-IMPACTO.aspx>

Urrego, Y. (2012). Registros de eventos de precipitación. Recuperado el 16 de mayo de

2016. [http://siata.gov.co/reporte\\_eventos/779-](http://siata.gov.co/reporte_eventos/779-)

[Informe%20de%20Evento%20de%20precipitacion%20n%20\(2015-11-09\).pdf](http://siata.gov.co/reporte_eventos/779-Informe%20de%20Evento%20de%20precipitacion%20n%20(2015-11-09).pdf)