



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**PASCUAL BRAVO**



**INSTALACIÓN DE POZOS SÉPTICOS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS  
VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN EL TRAMO ALTO DE LA  
MICROCUEVA HIDROGRÁFICA DE LA IGUANA DEL CORREGIMIENTO DE SAN  
CRISTÓBAL EN EL DISTRITO DE MEDELLÍN**

IVÁN DARÍO RODRÍGUEZ LONDOÑO  
JUAN SEBASTIÁN GARCÍA RAMÍREZ



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA  
**PASCUAL BRAVO**

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS  
MEDELLÍN  
2023



SC 7134-1



Institución Universitaria - Vigilada Mineducación  
PBX (+57 4) 448 0520 / FAX: (+57 4) 493 6363  
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador  
Línea gratuita: 01 8000 510944  
[www.pascualbravo.edu.co](http://www.pascualbravo.edu.co)



**Alcaldía de Medellín**

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

**INSTALACIÓN DE POZOS SÉPTICOS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN EL TRAMO ALTO DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE LA IGUANA DEL CORREGIMIENTO DE SAN CRISTÓBAL EN EL DISTRITO DE MEDELLÍN.**

IVAN DARIO RODRIGUEZ LONDOÑO  
JUAN SEBASTIAN GARCIA RAMIREZ

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO  
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
ESPECIALIZACIÓN GESTIÓN DE PROYECTOS  
MEDELLÍN  
2023

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en el tramo alto de la microcuenca hidrográfica de La Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín.

Iván Darío Rodríguez Londoño  
Juan Sebastián García Ramírez

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en gestión de Proyectos de Inversión Pública

Dubal Papamija Muñoz.  
Ingeniero Forestal  
Especialista y Magister en Gerencia de Proyectos

Institución Universitaria Pascual Bravo  
Facultad de Producción y Diseño  
Especialización Gestión de Proyectos  
Medellín  
2023

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

<b>ACTA DE EVALUACIÓN FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código:
	Versión:
	Página: 1 de 1

**Nombre del trabajo de grado:**

INSTALACIÓN DE POZOS SÉPTICOS PARA LA MITIGACIÓN DE LOS VERTIMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES EN EL TRAMO ALTO DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DE LA IGUANA DEL CORREGIMIENTO DE SAN CRISTÓBAL EN EL DISTRITO DE MEDELLÍN

**Datos de los estudiantes:**

Nombres y apellidos	Cédula	Programa	Correo Institucional
Iván Darío Rodríguez Londoño	1037595321	Especialización Gestión de Proyectos	juan.garcia321@pascualbravo.edu.c
Juan Sebastián García Ramírez	1042764236		ivan.rodriguez236@pascualbravo.edu.co

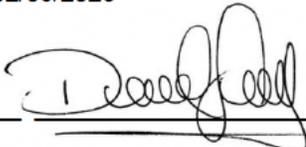
**Modalidad a la que pertenece el Trabajo:**

Investigativa \_\_\_ Emprendimiento \_\_\_ Práctica \_\_\_ Formulación proyecto de inversión X

CONCEPTO EVALUACIÓN	SÍ	NO
Aprobado	X	
Aprobado con correcciones		
No aprobado		

**OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS DEL PROCESO:** Es un trabajo realizado con calidad y con la coherencia y rigurosidad de un proyecto de inversión, bajo los lineamientos del Departamento Nacional de Planeación a través de la MGA Web.

**Fecha de entrega:** 02/06/2023

**Firma:** 

**Nombre del Asesor:** Dubal Papamija Muñoz

**Fecha:** 02/06/2023

<b>Elaboró:</b> Jhobana Herrera Díaz	<b>Revisó:</b> Irma Lucía Franco	<b>Aprobó</b>
<b>Fecha:</b> 2020/11/26	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### **Resumen**

La principal microcuenca hidrográfica del corregimiento San Cristóbal es La Iguana que divide su corregimiento en dos y cuenta con numerosos afluentes que llegan desde las montañas aledañas, presentando una característica del suelo y del recurso hídrico que lo hace propicio para actividades agrícolas siendo la principal fuente de ingresos y dinamizando su económica, entre los principales monocultivos se encontraron la producción de hortalizas, verduras y flores que a pesar de ser una pequeña y mediana escala; son de gran impacto en la microcuenca La Iguana demostrando una explotación intensiva del recurso suelo e hídrico.

La problemática asociada a la contaminación de la microcuenca La Iguana se relaciona con el vertimiento de todo tipo de desechos al cauce y a los alrededores de la fuente hídrica y más aún en la zona del nacimiento, en el trayecto que comprende al corregimiento de San Cristóbal. La microcuenca es afectada por diversas causas que se asocian al manejo forestal inadecuado en el nacimiento y en las riberas, a la explotación agrícola por parte de los pobladores aledaños y a la contaminación generada por el hecho de verter aguas residuales directamente después de ser utilizado en las diferentes actividades humanas demostrando así la deficiente planeación, administración y monitoreo. En este mismo de ideas, se ve en la necesidad de construir un plan de manejo de esta.

En conclusión, el uso de la fuente hídrica La Iguana del corregimiento de San Cristóbal en su mayoría de veces termina influenciado por el accionar del ser humano como el vertimiento de aguas residuales directamente, demostrando la infraestructura insuficiente de alcantarillado convencional o alternativo, es decir menor calidad, ya que por medio de escorrentía cae a la

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

fuelle principal , sumado a esto, se identifican otros factores como inadecuado manejo del lecho de la fuente, deficiente cultura ciudadana, como también conflictos relacionados con el agua entre personas que habitan las veredas, cambiando y deteriorando el ambiente y de forma directa a los pobladores aledaños a la cuenca La Iguana.

***Palabras claves:*** Microcuenca, Aguas residuales, Vertimientos, Pozos sépticos.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### **Abstract**

The main hydrographic micro-basin of the township of San Cristobal is La Iguana, which divides the township in two and has numerous tributaries that come from the surrounding mountains, presenting a characteristic of the soil and the water resource that makes it suitable for agriculture activities, being the main source of income and boosting its economy, among the main monocultures we find the productions of vegetables, vegetables and flowers that despite being a small and medium scale; they have a great impact on the La Iguana micro-watershed, demonstrating an intensive exploitation of soil and water resources

The problems associated with the contamination of the La Iguana micro-watershed are related to the dumping of all kinds of waste into the riverbed and around the water source and even more so in the source, on the route that includes the corregimiento of San Cristobal.

The micro-basin is affected by various causes that are associated with inadequate forest management at the source and on the banks, agricultural exploitation by the surrounding residents and pollution generated by the fact of pouring wastewater directly after being used in the different human activities thus demonstrating deficient planning, administration, and monitoring. In this same set of ideas, he sees the need to build a management plan for it.

In conclusion, the use of the La Iguana water source of the township of the La Iguana water source of the township of San Cristobal in its majority of times ends up influenced by the actions of the human being such as the dumping of wastewater directly, demonstrating the insufficient infrastructure of conventional or alternative sewerage, that is, less quality, since through runoff it falls to the main source, added to this, other factors are identified such as

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

inadequate management of the source bed, deficient civic culture, as well as conflicts related to water between people who inhabit the villages, changing and deteriorating the environment and directly to the residents surrounding the La Iguana basin.

***Keywords:*** Micro-watershed, wastewater, Discharges, Septic tanks.

## Tabla de Contenido

1.	Identificación.....	15
1.1.	Descripción del problema .....	15
1.1.1.	Identificación y descripción del problema .....	15
1.1.1.1.	Problema central.....	16
1.1.1.2.	Descripción de la situación existente con relación al problema.....	16
1.1.1.3.	Magnitud actual del problema e indicadores de referencia.....	18
1.1.1.4	Causas directas e indirectas que generan el problema. ....	20
1.1.1.5.	Efectos directos e indirectos generados por el problema. ....	20
1.1.1.6.	Diagrama de árbol de problemas.....	21
1.2.	Justificación.....	21
1.2.1.	Contribución a la política pública .....	24
1.2.1.1.	Contribución al Plan Nacional de Desarrollo.....	24
1.2.1.2.	Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial. ....	24
1.2.1.3.	Plan de Desarrollo Distrital o Municipal. ....	25
1.3.	Participantes .....	25
1.3.1.	Identificación de los participantes.....	25
1.3.2	<i>Análisis de los participantes</i> .....	27
1.3.3.	Población.....	28
1.3.3.1	Población afectada por el problema. ....	28

	10
Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín	
1.3.3.2. Población objetivo de la intervención. ....	29
1.3.3.3 Características demográficas de la población objetivo. ....	29
1.4. Objetivos .....	29
1.4.1. Objetivo general e indicadores de seguimiento .....	30
1.4.2. Objetivos específicos .....	30
1.5. Diagrama del árbol de objetivos .....	30
1.6. Alternativas de la solución .....	31
2. Marco de Referencia .....	33
2.1. Marco contextual.....	33
2.2. Marco Legal .....	35
2.3. Antecedentes .....	37
2.4. Marco teórico .....	39
2.4.1. Microcuenca.....	39
2.4.1.1. Partes y componentes de la microcuenca.....	41
2.4.2. Aguas Residuales. ....	42
2.4.2.1. Tipos de vertimientos.....	43
2.4.3. Pozos sépticos .....	44
3. Preparación.....	47
3.1. Estudio de necesidades.....	47
3.2. Análisis técnico de la alternativa.....	48
3.3. Localización .....	51

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

3.3.1. Localización de la alternativa.....	51
3.3.2. Factores analizados .....	53
3.4. Cadena de valor.....	53
3.5 Análisis de Riesgos. ....	56
3.6. Ingresos y beneficios.....	59
4. Evaluación.....	61
4.1. Flujo económico.....	61
4.2. Indicadores de decisión (Evaluación económica) .....	63
5. Programación .....	65
5.1. Indicadores de producto .....	65
5.2. Indicadores de gestión.....	65
5.3. Fuentes de financiación.....	65
5.4. Matriz resumen del proyecto.....	67
6. Referencias .....	69

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### **Listas de tablas**

<b>Tabla 1</b> Línea base.....	20
<b>Tabla 2</b> Contribución a la política .....	24
<b>Tabla 3</b> Plan Desarrollo departamental .....	24
<b>Tabla 4</b> Plan Desarrollo Departamental .....	25
<b>Tabla 5</b> Presentación de participantes .....	25
<b>Tabla 6</b> Población de interés .....	28
<b>Tabla 7</b> Presentación perfil demográfico.....	29
<b>Tabla 8</b> Análisis de alternativas.....	31
<b>Tabla 9</b> Estudio de necesidades.....	47
<b>Tabla 10</b> Estudio de necesidades.....	47
<b>Tabla 11</b> Análisis técnico de la alternativa seleccionada .....	48
<b>Tabla 12</b> Lugar de ejecución del proyecto .....	52
<b>Tabla 13</b> Cadena de valor del proyecto .....	54
<b>Tabla 14</b> Matriz de riesgos del proyecto .....	56
<b>Tabla 15</b> Ingresos y beneficios del proyecto .....	59
<b>Tabla 16</b> Total ingresos y beneficios.....	59
<b>Tabla 17</b> Flujo económico.....	61
<b>Tabla 18</b> Indicadores de decisión .....	63
<b>Tabla 19</b> Indicadores de producto .....	65
<b>Tabla 20</b> Indicadores de gestión.....	65
<b>Tabla 21</b> Resumen fuente de financiación .....	66

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

**Tabla 22** Matriz resumen del proyecto .....67

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### **Listas de figura**

<b>Figura 1</b>	Diagrama árbol de problemas .....	21
<b>Figura 2</b>	Diagrama árbol de objetivos .....	30
<b>Figura 3</b>	Diagrama de las fases de ejecución y actividades del proyecto .....	50
<b>Figura 4</b>	Mapa de localización de viviendas sin alcantarillado en comunidades de interés .....	52

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

## **1. Identificación**

### **1.1. Descripción del problema**

El proyecto que se está presentando surge como respuesta a la problemática identificada en el plan de desarrollo Distrital de Medellín, donde se propone intervenir la microcuenca La Iguana debido a los altos niveles de contaminación por el vertimiento de aguas residuales directamente a la fuente de agua. Además, se suma la falta de mantenimiento en fincas y viviendas que poseen un pozo séptico, pero no realizan el debido proceso. Por lo tanto, surge la necesidad de formular un proyecto de manejo ambiental de microcuenca que esté articulado con los objetivos del desarrollo sostenible en las dimensiones sociales, ambientales, económicas e institucionales para potenciar el territorio de intervención con buenas prácticas ambientales.

#### ***1.1.1. Identificación y descripción del problema***

La microcuenca La Iguana ubicada en el corregimiento de San Cristóbal es una corriente de agua importante en el occidente de la ciudad de Medellín. Nace en el alto de Boquerón en el cerro de Las Repetidoras y tiene una longitud de 15 km. Desemboca en el río Medellín al frente de la desembocadura de la quebrada Santa Elena y de la Plaza Minorista, después de atravesar sectores de San Cristóbal, San Javier, Robledo y Laureles - Estadio.

La microcuenca ha sufrido grandes transformaciones por condiciones naturales e intervenciones humanas. En ella se encuentran procesos de asentamientos humanos, actividades de explotación minera, mala gestión de residuos físicos, biológicos y químicos y una alta carga de aguas residuales en la cuenca debido a la falta de alcantarillado, que han afectado notablemente la calidad del agua de la quebrada. Según Mercado (2019) “En el sector de La

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Iguaná, hasta San Cristóbal, se identificaron cerca de 100 descargas que contaminan la quebrada La Iguaná” (párr.16).

En conclusión, según los datos del Censo de Población y Vivienda del 2018, en el corregimiento de San Cristóbal hay una cantidad significativa de viviendas que no tienen acceso a alcantarillado y se encuentran cerca del cauce de la quebrada. Esto significa que alrededor de 902 personas en las zonas cercanas pueden verse afectadas por la falta de saneamiento adecuado en sus hogares. Es importante tomar medidas para garantizar el acceso a servicios básicos de saneamiento y mejorar las condiciones de vida de las comunidades afectadas en San Cristóbal y en todo el país.

#### **1.1.1.1. Problema central.**

El problema central identificado es la *Alta contaminación en la microcuenca de La Iguana en el Distrito de Medellín.*

#### **1.1.1.2. Descripción de la situación existente con relación al problema.**

La principal microcuenca del corregimiento San Cristóbal es La Iguana que cruza todo el territorio del corregimiento y cuenta con numerosos afluentes que llegan desde las montañas aledañas, presentando una característica del suelo y del recurso hídrico que lo hace propicio para actividades agrícolas siendo la principal fuente de ingreso y dinamizando su economía, entre los principales monocultivos se hallaron la producción de hortalizas, verduras y flores que a pesar de ser a pequeña y mediana escala; son de gran impacto en la cuenca La Iguana demostrando una intensiva explotación del recurso suelo e hídrico.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

La problemática asociada a la contaminación de la microcuenca La Iguana se relaciona con el vertimiento de todo tipo de desechos al cauce y a los alrededores de la fuente hídrica y más aún en la zona del nacimiento, en el trayecto que comprende al corregimiento de San Cristóbal el agua es afectada por diversas causas que se asocian al inadecuado manejo forestal en el nacimiento y en las riberas, a la explotación agrícola por parte de los pobladores aledaños a la microcuenca La Iguana y a la contaminación generada por el hecho de verter aguas residuales directamente después de ser utilizadas en las diferentes actividades humanas demostrando así la deficiente planeación, administración y monitoreo.

En este mismo orden de ideas, el Área Metropolitana (2018) refiere que la cuenca La Iguana que nace en el sector Boquerón, lugar donde ha sufrido grandes transformaciones por condiciones naturales e intervenciones antrópicas está presentando altos niveles de contaminación y mal manejo ambiental identificando algunas causas indirectas como pérdida gradual del nicho ecológico del nacimiento, productores agrícolas con inadecuadas prácticas de producción y deficiente implementación de la economía circular para el aprovechamiento de los residuos sólidos; por tal motivo, la microcuenca La Iguana comienza a ser un foco de intervención debido a la alta contaminación del agua, las deficientes prácticas de manejo del suelo, la disminución del caudal que impiden el consumo del recurso hídrico.

En el sector que es foco de problema se presenta un efecto indirecto como la ineficiente adopción de buenas prácticas agrícolas en cultivos de hortalizas y flores y en su mayoría sin ningún tipo de permiso, en consecuencia, no se respeta los metros exigidos de retiro y que por ley

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

se exigen provocando erosión en los suelos, posteriormente, deslizamientos y como derivación represamiento del cauce, poniendo en riesgo la población que habita aguas abajo del afluente.

En los últimos meses, se han venido presentando crecientes de gran magnitud que representan un riesgo para la población que vive en las cercanías a la quebrada y aguas abajo, visibilizando la ausencia de programas de capacitación de gestión del recurso hídrico y el desconocimiento de la huella hídrica, provocando que cada día lleguen cada vez más desechos a la quebrada y haya una disminución de la calidad del recurso hídrico, situación que preocupa.

En conclusión, el uso de la fuente hídrica La Iguana del corregimiento de San Cristóbal en su mayoría de veces termina influenciado por el accionar del ser humano como el vertimiento de aguas residuales directamente, demostrando la insuficiente infraestructura de alcantarillado convencional o alternativo, es decir menor calidad del recurso hídrico, también por medio de escorrentía caen a la fuente principal, sumado a esto, se identifican otros factores como Inadecuado manejo del lecho de la fuente, deficiente cultura ciudadana, como también, conflictos relacionados con el agua entre personas que habitan las veredas, generando un deterioro en el ambiente y de forma directa a los pobladores aledaños a la microcuenca La Iguana.

### **1.1.1.3. Magnitud actual del problema e indicadores de referencia.**

Según el Censo de Población y Vivienda del 2018, realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018) en el corregimiento de San Cristóbal se encuentran un total de 291 viviendas sin acceso de alcantarillado que están arraigadas a una distancia de 100 a 200 metros del cauce de la quebrada, teniendo en cuenta que DANE afirmó

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

que los hogares colombianos están compuestos por 3,1 personas por hogares es decir un aproximado de 902 personas en las zonas de influencia del cauce.

Es decir, son 291 viviendas que vierten sus aguas grises en el cauce de la quebrada La Iguana, estas aguas residuales generan contaminación debido a que llegan a La Iguana sin un mínimo de tratamiento reciben a diario diferentes clases de desperdicios provenientes de inodoros, duchas, lavamanos, cocinas, albercas, lavadoras y pisos. Estos desperdicios son ricos principalmente en materia orgánica y grasas. El ideal es que los sistemas de vertimientos domiciliarios estén conectados a la red de alcantarillado para que su tratamiento esté centralizado y se realice técnicamente minimizando los impactos ambientales.

Esto debido al alto costo que genera a Empresas Públicas de Medellín (EPM) conectar estas viviendas de San Cristóbal, por varias razones, lejanía de la red de alcantarillado actual o la poca densidad que tiene parte del territorio genera altos costos al intervenir en este lugar se pudo identificar 59 manzanas del corregimiento de San Cristóbal, que en total suman 3.151 viviendas, de esta vivienda el 91,5% se encuentran conectadas al servicio de alcantarillado, podemos decir que son 3.151 conectadas al servicio de alcantarillado, eso deja unas 291 viviendas sin este servicio en estas manzanas, con este proyecto se espera intervenir 203 viviendas, aumentando así la cobertura de alcantarillado o prestando una solución para las viviendas que no tengan acceso, siendo esto un aumento del 5.9% de la línea base, es decir, la meta al finalizar el proyecto es de un 97,4%.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

**Tabla 1**

*Línea base*

Indicadores de producto	Unidad de medida	Línea base	Meta 2023
Viviendas con alcantarillado en el cauce de la Quebrada La Iguana	Porcentaje	91,5%	97,4%

*Nota:* Construcción propia (2023)

#### **1.1.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema.**

Desde el ejercicio realizado en el árbol de problemas el objetivo es identificar las causas directas e indirectas que dan origen a la problemática central que se abordará, a sí mismo, identificar sus efectos directos e indirectos, el desarrollo conceptual se presentará por medio de un diagrama de un árbol en donde se ubican las causas en la raíz, la problemática central en el tronco y los efectos en sus ramas para que por medio gráfico sea fácil para su comprensión y así evidenciar las interrelaciones.

- 1) Inadecuado manejo de las aguas residuales.
  - a) Alta carga de aguas grises en la cuenca.
  - b) Mala gestión de residuos físicos, biológicos y químicos.
- 2) Alta explotación agrícola en la zona de influencia de la microcuenca.
  - a) Alto impacto de los agroquímicos utilizados en la explotación agrícola
  - b) Alta deforestación de la rivera de la microcuenca.
  - c) Desconocimiento de las buenas prácticas para un desarrollo sostenible.

#### **1.1.1.5. Efectos directos e indirectos generados por el problema.**

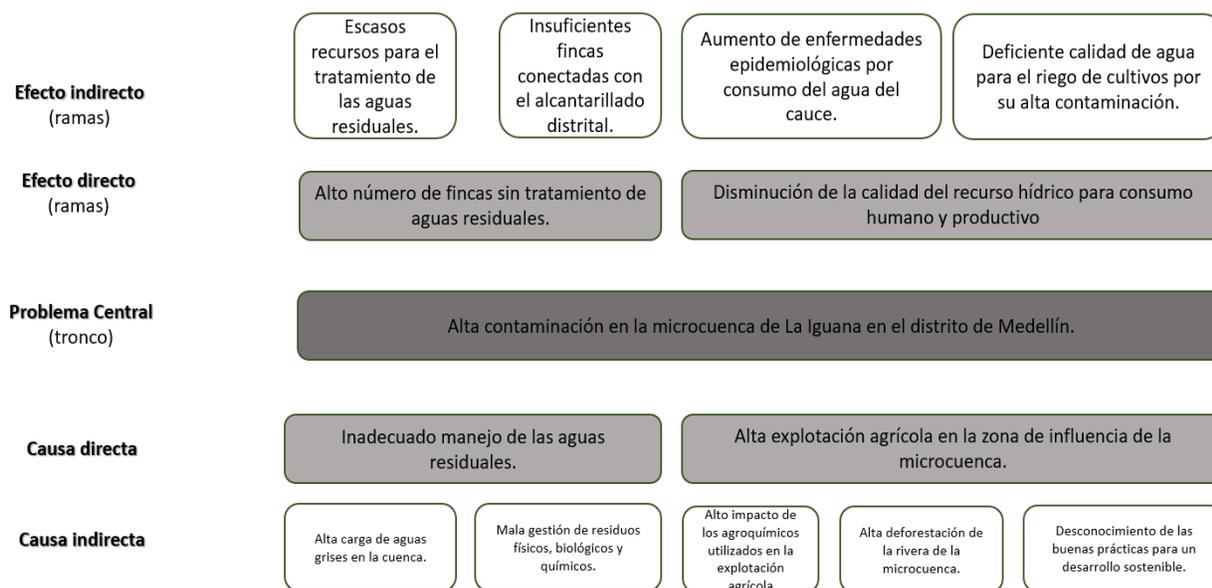
Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

- 1) Incremento de fincas sin tratamiento de aguas residuales.
  - a) Escasos recursos para el tratamiento de las aguas residuales.
  - b) Insuficientes fincas conectadas con el alcantarillado distrital.
- 2) Disminución de la calidad del recurso hídrico para consumo humano y productivo
  - a) Aumento de enfermedades epidemiológicas por consumo del agua del cauce.
  - b) Deficiente calidad de agua para el riego de cultivos por su alta contaminación.

### 1.1.1.6. Diagrama de árbol de problemas.

**Figura 1**

*Diagrama árbol de problemas*



*Nota:* Autoría propia (2023).

## 1.2. Justificación

El manejo adecuado del recurso hídrico es fundamental porque es a partir de él, que se sustenta la vida, para el caso de la microcuenca La Iguana del corregimiento de San Cristóbal el

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

argumento sigue siendo el mismo, máxime si se tiene en cuenta que en todo su trayecto hay asentamientos humanos que requieren disposición de agua en condiciones aptas.

En este mismo orden de ideas, se introduce el concepto de Gestión Integral del Recurso hídrico con la cual se pueda identificar las cantidades de agua que utilizan los habitantes que habitan la ribera de la microcuenca La Iguana para sus actividades cotidianas como también para los cultivos de flores y hortalizas, por lo anterior mencionado, la huella hídrica es entendida como “un indicador que permite identificar las relaciones socioambientales respecto al agua; está orientado especialmente hacia las actividades socioeconómicas, razón por la cual se presenta como el más importante factor de presión e impacto sobre los recursos naturales” World Wildlife Fund (WWF, 2012, p. 9 ). Entonces por medio de este concepto facilita identificar qué impactos tiene el agua de la microcuenca a partir de la oferta y demanda del recurso hídrico que tienen las personas que allí habitan.

Esta diversidad de intereses por el uso del agua lleva a plantear un nuevo concepto que aporte para el cuidado y la preservación del recurso hídrico de la microcuenca La Iguana y que aporte para realizar un cambio profundo en las prácticas agrícolas y en el saneamiento de las aguas residuales de las viviendas del sector y que a su vez tomen partido en cuanto a la toma de decisiones para una gestión integral del recurso hídrico acorde a su contexto. Siguiendo en este razonamiento, se hace necesario diseñar un proyecto pensando en la recuperación y reducción de la contaminación de la microcuenca La Iguana del Corregimiento San Cristóbal del Distrito de Medellín.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

El uso de pozos sépticos es una medida importante para ayudar a mitigar la contaminación de los cauces de los ríos y las microcuencas, también permite garantizar el mejoramiento de la calidad del agua y la salud de los ciudadanos del distrito. Los pozos sépticos son sistemas que tratan las aguas residuales domésticas en donde se generan estos residuos, separando y transformando la materia orgánica contenida en dichas aguas mediante procesos fisicoquímicos y biológicos. Esto disminuye los componentes y facilita su correcta degradación, evitando que los contaminantes lleguen a los cuerpos de agua y afecten su calidad y la de los ecosistemas que existen a su alrededor, es decir, se daña el ecosistema acuático y pone en riesgo la salud de las personas y animales que dependen agua de la microcuenca.

Las ventajas que trae un pozo séptico se podrían describir con beneficios ambientales y ecológicos tanto para el sector a intervenir como para el resto de la microcuenca ya que reduce costos en infraestructura y disminuye el vertimiento de aguas grises al cauce y al suelo.

Es importante destacar que el uso adecuado de pozos sépticos también puede contribuir a reducir el impacto negativo del cambio climático. Al reducir la cantidad de contaminantes que llegan a los cuerpos de agua, se mejora la capacidad natural del ecosistema para absorber dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero.

En conclusión, el uso adecuado de pozos sépticos es una medida importante para proteger los cauces de los ríos, garantizar la calidad del agua y la salud pública, reducir el impacto negativo del cambio climático y promover un desarrollo sostenible.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### **1.2.1. Contribución a la política pública**

A continuación, se relacionan los entes territoriales con los cuales se articula el proyecto y su articulación y contribución con la política Nacional, Departamental y Municipal desde una mirada de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS).

#### **1.2.1.1. Contribución al Plan Nacional de Desarrollo.**

**Tabla 2**

*Contribución a la política*

<b>Objetivos de desarrollo sostenible</b>		<b>Plan de Desarrollo Nacional: Pacto por Colombia, pacto por la equidad (2018-2022)</b>	
<b>Objetivo de desarrollo sostenible a impactar</b>	<b>Programa</b>	<b>Pacto transversal</b>	<b>Componente</b>
<b>Objetivo 15 – Vida de ecosistemas terrestres</b>	Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad.	Pacto por la sostenibilidad.	Producir conservando y conservar produciendo.

*Nota:* Autoría propia (2023).

#### **1.2.1.2. Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial.**

**Tabla 3**

*Plan Desarrollo departamental*

<b>Plan de Desarrollo Departamental: “Unidos por la vida, 2020-2023”</b>		
<b>Línea estratégica</b>	<b>Componente 2</b>	<b>Programa 3</b>
<b>Línea estratégica 3: Nuestro Planeta</b>	<b>3.2-</b> Sostenibilidad ambiental y resiliencia al cambio climático.	<b>3.2.3-</b> Cuidado de nuestro ecosistema hídricos.

*Nota.* Autoría propia (2023).

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### 1.2.1.3. Plan de Desarrollo Distrital o Municipal.

**Tabla 4**

*Plan Desarrollo Departamental*

<b>Plan de Desarrollo Municipal: “Medellín futuro” 2020-2023</b>		
<b>Línea estratégica</b>	<b>Componente</b>	<b>Programa</b>
<b>Línea Estratégica 4:</b> Eco-ciudad.	<b>4.3 -</b> Conservación y protección de todas las formas de vida.	<b>4.3.3</b> Educación y Sostenibilidad ambiental.

*Nota.* Autoría Propia (2023).

### 1.3. Participantes

En la implementación de un proyecto existen unos participantes o actores principales, que en primera medida han manifestado una necesidad y segundo son los principales involucrados del impacto que generará el proyecto, por lo tanto, se identifican *beneficiarios* que son aquellos individuos o comunidad que recibirán directa o indirectamente los beneficios de la intervención a realizar, también se identifican los *cooperantes*; siendo aquellas personas o entidades que se vinculan aportando recurso económico o en especie, por otro lado, se identifican los *oponentes* que son aquellos individuos u organizaciones que manifiestan inconformismo frente a las intervenciones del proyecto y por último se hallan los *perjudicados* siendo aquellas personas, grupos u organizaciones que podría desmejorar su calidad de vida o bienestar como consecuencia del proyecto.

#### 1.3.1. Identificación de los participantes

**Tabla 5**

*Presentación de participantes*

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Actor	Entidad	Posición	Interés o expectativa	Contribución o gestión
Municipal	Secretaria de Medio Ambiente.	Cooperante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar plan ordenamiento territorial.</li> <li>• Garantizar el liderazgo y la articulación con las distintas autoridades del Municipio para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.</li> <li>• Garantizar la prestación de los servicios públicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportar recursos financieros.</li> <li>• Aporte a la política ambiental municipal.</li> </ul>
Municipal	Área Metropolitana	Beneficiario	<p>Articulación sustentada en la gestión integral del recurso hídrico de la microcuenca La Iguana.</p> <p>Disminuir los vertimientos de aguas residuales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aportar a los indicadores de la política ambiental del Distrito Medellín.</li> </ul>
Municipal	Corantioquia	Beneficiario	<p>Construir el PMAM de la microcuenca La Iguana</p> <p>Reducir la contaminación de la microcuenca La Iguana</p>	<p>Aportar a los indicadores de la política ambiental del Distrito Medellín.</p> <p>Poder proyectar su plan de expansión a territorios más vulnerables ya que al ser autosuficientes ese recurso se puede invertir en otros lugares de la ciudad.</p>
Otro	EPM	Beneficiario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ahorrar costos de instalación de grandes sistemas de alcantarillado.</li> <li>• Disminuir el costo operativo.</li> </ul>	<p>Generar y desarrollar apropiación del proyecto, asegurar la sostenibilidad,</p>
Otro	Comunidad de interés asentada en la ribera de la microcuenca la Iguana del	Beneficiario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminuir enfermedades producto de la contaminación de la microcuenca.</li> <li>• Disminuir la contaminación en la cuenca, sector Boquerón</li> <li>• (Nacimiento de La Iguana)</li> </ul>	<p>Generar y desarrollar apropiación del proyecto, asegurar la sostenibilidad,</p>

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Actor	Entidad	Posición	Interés o expectativa	Contribución o gestión
	corregimiento de San Cristóbal.		hasta su paso por el corregimiento de San Cristóbal. • Mejorar capacidad instalada por parte de los habitantes del territorio de intervención.	reducir la contaminación.

*Nota:* Autoría propia (2023).

### ***1.3.2 Análisis de los participantes***

Con el objetivo principal de instalar y capacitar a las comunidades de interés sobre cómo reducir los vertimientos de aguas residuales a la microcuenca La Iguana se encuentran un conjunto de participantes que mediante su articulación y sinergia apuntan a la misma meta. La problemática central identificada fue resultado de realizar un trabajo directamente con la comunidad, se convoca a líderes JAC de las veredas de interés, representantes de los diferentes grupos y comunidad en general que mediante metodología de Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) de forma ágil y eficaz identifican los puntos críticos de máximo vertimiento y las viviendas más factibles de intervención por ende sería una población ***beneficiaria*** del proyecto.

Con relación a los actores de corte ***Municipal***, la Administración en cabeza de la Secretaria de Medio Ambiente que hace las veces de cooperante desde el plan de desarrollo, línea estratégica de ECOCIUDAD tiene como responsabilidad definir estrategias relacionadas con la conservación, recuperación y protección de los recursos naturales, es así que mediante las sesiones de mesa ambiental se daría la articulación entre Área Metropolitana, Corantioquia, EPM Y administración

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

con el fin de llegar a acuerdos de financiación, optimización de los recursos, y toma de decisiones más acertadas.

A partir de las secciones realizadas se identifican planes de intervención que van en la misma línea y junto con el Área Metropolitana y Corantioquia se socializaron los puntos de intervención con el fin de optimizar el recurso económico y humano para obtener un mayor impacto en la microcuenca La Iguana y aumentar el indicador de reducción de vertimientos, por otra parte, se llegaron a compromisos de reuniones periódicas con el director del proyecto, secretaria de medio ambiente, área metropolitana, Corantioquia, EPM y líderes de la comunidad, con el fin de socializar los avances, realizar un seguimiento continuo y evaluación del proyecto.

### **1.3.3. Población**

A continuación, se muestra la descripción y cuantificación de la población afectada por la zona de interés a intervenir.

#### **1.3.3.1 Población afectada por el problema.**

**Tabla 6**

*Población de interés*

<b>Lugar</b>	<b>Número de habitantes</b>
Corregimiento de San Cristóbal, específicamente 291 viviendas que están entre 0 a 200 metros. Veredas de interés: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Boquerón.</li> <li>● Cabecera Urbana de San Cristóbal.</li> <li>● El Llano.</li> <li>● La Loma.</li> <li>● La Palma-El Patio.</li> <li>● Travesías.</li> </ul>	Según el DANE son 291 viviendas que representan una cantidad de 902 personas según un promedio de 3,1 persona por hogar.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

*Nota:* Autoría propia (2023).

### 1.3.3.2. Población objetivo de la intervención.

Partiendo de la identificación de la población afectada por el problema que son 291 viviendas que vierten directamente las aguas residuales a la microcuenca, se busca intervenir en 10 meses una población objetivo de 203 viviendas para un aumento del 5,9% de la cobertura de alcantarillado alternativo.

### 1.3.3.3 Características demográficas de la población objetivo.

**Tabla 7**

*Presentación perfil demográfico*

<b>Población por grupos quinquenales</b>			
<b>Rango de Edad</b>	<b>2022</b>		
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Total</b>
Total	428	474	902
0-14	108	105	213
15-19	41	40	80
20-54	249	280	529
60 y más	17	32	49
Grupo étnico	Población indígena	0	0
Grupo étnico	Población Afrocolombiana	0	0
Grupo étnico	Población raizal	0	0
Grupo étnico	Población Rom	0	0

*Nota:* Autoría propia (2023).

## 1.4. Objetivos

A continuación, se presentan los objetivos del proyecto.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

#### ***1.4.1. Objetivo general e indicadores de seguimiento***

Reducir el vertimiento de aguas grises en el tramo alto de la microcuenca La Iguana del corregimiento de San Cristóbal del Distrito de Medellín.

**Indicador:** Número de pozos sépticos instalados en el tramo alto de la microcuenca La Iguana del corregimiento de San Cristóbal del Distrito de Medellín.

**Meta:** Instalar 203 pozos sépticos en 10 meses de implementación del proyecto.

#### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- 1) Diagnosticar la situación actual de la ribera de la microcuenca La Iguana.

**Indicador de producto:** Documento técnico de diagnóstico donde se mida el impacto ambiental y se realice un inventario.

- 2) Adquirir los insumos para la instalación de los pozos sépticos.

**Indicador de producto:** Cantidad de pozos adquiridos.

- 3) Instalar pozos sépticos para disminuir los niveles de contaminación y puesta en funcionamiento.

**Indicador de producto:** Número de pozos instalados y en funcionamiento.

### **1.5. Diagrama del árbol de objetivos**

#### **Figura 2**

*Diagrama árbol de objetivos*

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín



*Nota:* Autoría propia (2023).

## 1.6. Alternativas de la solución

La solución elegida que reúne los criterios de selección y pasa a etapa de inversión es la alternativa 1: Instalación de pozos sépticos como sistemas alternativos para aguas residuales. Esta alternativa es una de las más factibles por que congrega las acciones más prácticas, económicas y accesibles, por lo tanto, es la ideal para lograr establecer las bases para la reducción de vertimientos de aguas residuales a la microcuenca La Iguaná.

**Tabla 8**

*Análisis de alternativas*

Núm.	Alternativa	Tiempo	Costo	Impacto	Puntaje
1	Instalación de pozos sépticos como sistemas alternativos para aguas residuales.	5	3	5	4,3
2	Siembra de árboles en el nacimiento y en las riberas de la cuenca La Iguana para recuperar,	1	3	3	2,3

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

---

	proteger y cuidar el ecosistema hídrico de la cuenca La Iguana.				
3	Capacitar a los productores agrícolas en prácticas de manejo ambiental adecuado. Mejorar los niveles de uso y adopción de diferentes tecnologías y buenas prácticas agropecuarias.	3	5	2	3,3

---

*Nota:* Autoría propia (2023).

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

## **2. Marco de Referencia**

### **2.1. Marco contextual**

La ciudad de Medellín cuenta con el corregimiento de San Cristóbal el cual fue fundado en el año 1752, ubicado al occidente de la ciudad, limita en el norte con el municipio de Bello, por el oriente con el perímetro urbano de Medellín, en el sur limita con los corregimientos de AltaVista y San Antonio de Prado y por el occidente con el corregimiento de Palmitas, en cuanto a la distancia entre la cabecera del corregimiento y el centro como punto de referencia se encuentra a 11 kilómetros (Alcaldía de Medellín, 2023). Según las proyecciones de población del documento de revisión y actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS, 2020); y Utilizando el método geométrico refieren que el corregimiento en 2023 cuenta con una población estimada de 151.872 habitantes y en términos de extensión, el 97% del corregimiento es rural lo que permite configurar el territorio como un lugar estratégico desde la dimensión ambiental y agrícola.

San Cristóbal se localiza en la vertiente norte de la cuenca de la quebrada La Iguaná, su principal cuenca hidrográfica, su altura sobre el nivel del mar oscila entre 1.900 y 3.000 metros y su temperatura entre 16 y 21 grados centígrados, precipitación promedio anual de 1.668 mm; el corregimiento presenta características del suelo y recursos hídricos propicios para las actividades agrícolas, siendo de gran importancia en la producción de hortalizas y verduras, así como de flores. Se destaca la horticultura: cilantro, lechuga, apio, cebolla de huevo, cebolla junca, espinaca, ajo, tomate de árbol, zanahoria, pimentón, tomate y fresa; también se cultivan aromáticas y plantas medicinales (Alcaldía de Medellín, 2023)

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

La microcuenca La Iguana nace en la vereda Boquerón en la ladera central y lo más alto del territorio de San Cristóbal con un área de la microcuenca de 50,99 Km<sup>2</sup> y con una longitud del cauce principal de 17,30 km, limita al norte con la cuenca de la quebrada mal paso; al noroccidente con la cuchilla Las Baldías, que la separa de la quebrada El Hato del municipio de Bello; al occidente con la divisoria de aguas de la cordillera El Frisol y la quebrada La Frisola hasta el cerro del padre Amaya; al suroccidente con el alto El astillero y la cuchilla Los arrayanes; por el sur limita con la quebrada La Hueso y al Oriente con el río Medellín (Alcaldía de Medellín, 2023). En este caso el tramo de intervención es la parte alta que comprende desde el nacimiento hasta el paso por el corregimiento de San Cristóbal.

Citando al Área Metropolitana (2018) hace referencia que la microcuenca en su diagnóstico de problemas detectados está:

**Manejo de vertimientos:**

- Carencia de pozos sépticos y falta de mantenimiento de los existentes.
- Discontinuidad de los sistemas de alcantarillado convencionales y no convencionales.

**Manejo de residuos sólidos:**

- Falta de cultura ambiental de las comunidades que viven cerca a la quebrada.
- Falta de capacitación a recicladores de la zona.

**Disminución o remoción de las zonas verdes de ribera:**

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

- Por ocupación de cauce y construcción de viviendas.
- Expansión de la frontera agrícola y ganadera.

#### **Ocupación del cauce en zonas de riesgo por inundación o movimientos en masa:**

- Por construcción de llenos sobre el cauce de la quebrada u ocupación de zonas de alto riesgo.
- Actividades de explotación minera.
- Deterioro en obras de protección y contención. (párr 3).

## **2.2. Marco Legal**

Para el proyecto de intervención de la microcuenca La Iguana en el corregimiento de San Cristóbal del Distrito de Medellín se tiene un marco normativo robusto debido a que es de carácter de interés público, se tiene en consideración las siguientes leyes y decretos:

Decreto 1449 de 1977, mediante el cual se establecen obligaciones a los propietarios de predios sobre conservación, protección y aprovechamiento de las aguas. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico

Decreto 2857 de 1981, reglamentación de cuencas hidrográficas. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.

Constitución política: La constitución política es el instrumento político con más jerarquía a nivel nacional, se dice que es la norma de normas y es desde ella que deriva toda la estructura legal o normativa el Estado Colombiano, esto otorga a la sociedad civil y al estado la necesidad de protección del ecosistema:

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

- “Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectar.

Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.”

Decreto 2811 de 1974: Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, estableció en sus los siguientes artículos para la protección y el mantenimiento del patrimonio ambiental los siguientes artículos:

- Artículo 15: “Por medios de comunicación adecuada, se motivará a la población para que formule sugerencias y tome iniciativas, a la protección ambiental y para el mejor manejo de los recursos naturales, y se adelantarán programas de divulgación y adiestramiento en la identificación y manejo de sustancias nocivas al ambiente.”
- Artículo 317: "Para la estructuración de un plan de ordenación y manejo se deberá consultar a los usuarios de los recursos de la cuenca y a las entidades, públicas y privadas, que desarrollan actividades en la región".

El Área Metropolitana del Valle de Aburrá será quien regule y vigile la intervención según la Ley 99 de 1993, en sus artículos 31 y 66, "Ordenar y establecer las normas y directrices para el manejo de las cuencas hidrográficas ubicadas dentro del área de su jurisdicción, conforme a las disposiciones superiores y a las políticas nacionales". POMCA

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

En el año 2010 el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible definió la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico

En mayo de 2012, se firmó el Convenio Interadministrativo 008 de 2012 entre El Fondo Adaptación y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, cuyo objeto consistía en "Establecer las bases de coordinación entre las partes, para la formulación e implementación en zonas afectadas por el fenómeno de La Niña 2010-2011, de los Proyectos de: b) Recuperación ambiental, rehabilitación y protección de áreas de regulación y recarga hídrica prioritarias para prevenir y mitigar inundaciones, deslizamientos y avalanchas". POMCA

El Plan de Ordenamiento Territorial de Medellín (POT) reconoce la importancia ambiental que trae la Quebrada La Iguana siendo de vital importancia en el ordenamiento del territorio donde se determina como área de Intervención estratégica Medellín transversalidad La Iguana.

El Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica del Río Aburrá 2017 (POMCA) es un instrumento de planificación de las cuencas hidrográficas, en este caso se trata de la regulación más importante a nivel de planificación que trata de garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico.

### **2.3. Antecedentes**

Desde la emisión de la guía técnica para la formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2014). se logra una planificación sistémica de las microcuencas que garanticen unas condiciones de calidad y cantidad. En la microcuenca la Iguana desde hace varios años se viene realizando intervenciones

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

que buscan mejorar las condiciones de la microcuenca como también la de sus habitantes, citando el área metropolitana refiere que esta guía “contiene los lineamientos básicos para que las autoridades ambientales competentes consoliden la propuesta programática y el plan de monitoreo y seguimiento” (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2014). acciones que buscan impactar de forma positiva ambientalmente las comunidades de interés.

Históricamente se han realizado algunas intervenciones desde el punto de vista ambiental en la microcuenca La Iguana, proyectos que hacen referencia al manejo y disposición de los residuos sólidos, proyecto que buscaba evaluar los impactos ambientales y por ende plantear medidas de manejo de la microcuenca, “La investigación se desarrolló en cinco etapas, en las cuales se utilizó la encuesta diagnóstica como herramienta de recolección de información, se realizaron visitas a campo para obtener registros fotográficos y conocer el manejo de los residuos sólidos, se llevó a cabo la caracterización del manejo de los residuos sólidos y el ambiente para finalmente identificar y evaluar los impactos ambientales” Cabrera, O y Ríos, J.2022, p.6). En conclusión, las problemáticas identificadas en este contexto son compartidas entre la empresa prestadora de servicios públicos como la comunidad en general.

En este mismo orden de ideas, el Plan de Ordenamiento Territorial, (POT, 2013) como instrumento de planeación desde el año 2013 al 2027, cuenta con un área de intervención en el modelo de ciudad en las que se tiene presente la microcuenca La Iguana desde el área de Transversalidad- Iguana, convenio ejecutado por la Universidad Nacional Medellín, con el objetivo de lograr un equilibrio entre lo urbano y rural, “ Estructurar los corredores ambientales de las quebradas La Iguana y Santa Elena para la lograr la sostenibilidad ambiental y urbana

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

mediante proyectos urbanos Integrales, planes parciales y mejoramiento integral de barrios”

(Alcaldía de Medellín., 2013, p.4). Estas intervenciones se realizan para que la ciudad pueda alcanzar unas condiciones óptimas en zonas donde actualmente existen carencias y dificultades ambientales.

## **2.4. Marco teórico**

### **2.4.1. Microcuenca**

“El agua es la fuente y el motor de la vida en el planeta tierra, aproximadamente tres cuartas partes de la tierra está constituido por agua, no obstante, al menos el 1% del preciado líquido es apta para el consumo de los seres humanos” World Wildlife Fund (WWF, 2012, p. 7). todo esto en el marco de un sistema ambiental que cada vez es más limitado y que sufre continuamente presiones antrópicas sin medida a causa del crecimiento de la población mundial y el modelo de explotación industrial actual, es por esta razón que nace la pregunta más relevante y se centra en identificar cuál es el impacto real de las personas sobre los recursos naturales y poder cuantificar la huella generada por los hábitos de producción, consumo y forma de vida, por lo tanto, se debe entender la estrecha relación del ser humano y el recurso hídrico.

A continuación, se amplía el concepto de lo que es una microcuenca y su importancia dentro del ámbito productivo y de hábitat de un territorio, en donde las principales actividades desarrolladas están relacionadas con el agua y a su vez determinadas por el uso y el manejo de esta. Hay que iniciar señalando que la microcuenca según el Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM, 2014) “...se puede deducir tácitamente que una microcuenca es

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

aquella cuenca que está dentro de una subzona hidrográfica o su nivel subsiguiente, cuya área de drenaje es inferior a 500 km<sup>2</sup>”

Según concepto básico del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2012, (párr 1). las microcuencas “corresponde al área de aguas superficiales, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de aguas, en un pantano o directamente en el mar; la microcuenca está delimitada por la línea del divorcio de las aguas” y de los cuales se sirve una comunidad humana aprovechando los recursos naturales.

Para gestionar el medio ambiente de una microcuenca, es fundamental adoptar un enfoque sistémico debido a que una microcuenca, al igual que una cuenca, funciona como un sistema complejo y dinámico. Dicho sistema tiene interacciones entre sus componentes económicos relacionados con la disponibilidad de recursos naturales para producir bienes y servicios sociales, relacionados con los patrones de comportamiento de las comunidades humanas que utilizan los recursos naturales de la microcuenca y ambientales, relacionados con los impactos que se generan en el medio ambiente como consecuencia de los dos aspectos anteriores.

En algunas de las acciones para la mitigación de la contaminación de las fuentes hídricas “la instalación de fosas sépticas ha sido una solución eficaz para mitigar la descarga de aguas residuales en diversas regiones” (Alcaldía de Medellín, 2021). En el caso de la microcuenca de La Iguana, la implementación de pozos sépticos contribuye a reducir la contaminación del

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

recurso hídrico de la microcuenca. En este mismo orden de ideas, el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca hidrográfica del Río Aburrá (POMCA, 2015) proporciona información general sobre el manejo de las cuencas hidrográficas de Antioquia, incluida la cuenca de La Iguana. Es esencial considerar las características físicas y bióticas de la cuenca, así como la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, al desarrollar un plan para la instalación de pozos sépticos.

#### **2.4.1.1. Partes y componentes de la microcuenca.**

Desde la conceptualización se identifica que una microcuenca está dividida en tramos dando la posibilidad de clasificar e intervenir estratégicamente según sus necesidades y/o problemática identificada, en el caso de La Iguana según el área metropolitana está dividida en los siguientes tramos:

**Tramo alto:** entre el nacimiento y el corregimiento de San Cristóbal.

**Tramo medio:** entre el corregimiento San Cristóbal y el barrio El Pesebre.

**Tramo bajo:** entre el barrio El Pesebre y la desembocadura en el río Aburrá-Medellín a la altura de la autopista Regional (Área Metropolitana Valle de Aburrá, 2014).

Según el MADS en su guía de Plan de Manejo Ambiental de Microcuencas (PMAM, 2017) refiere que:

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Para un manejo ambiental adecuado de una microcuenca, esta se debe analizar de arriba hacia abajo, en lo que se denomina clasificación vertical, bajo este criterio la microcuenca presenta las siguientes partes:

**1. Área de captación o zona productora de agua:** conformada por las partes altas, es decir los sistemas montañosos que rodean las microcuencas, los cuales son de vital importancia para la conservación por las coberturas vegetales existentes que tiene como función la regulación hídrica.

**2. Área de vertientes:** la conforman las partes medias de las montañas. Cerros o colinas que rodean la microcuenca. En este sector afloran las aguas subterráneas filtradas a través del suelo por el bosque natural o plantado, existente en el área de captación. En esta área ya se pueden apreciar quebradas y arroyos bien conformados y de mayor caudal.

**3. Área de confluencia o zona receptora de agua:** está conformada por las partes bajas de las montañas y las vegas de los ríos. En este sector se unen todas las quebradas, arroyos, riachuelos, en torno al río principal. Éste último sigue su camino uniéndose a otro río o llegando directamente al mar (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

#### **2.4.2. Aguas Residuales.**

El agua al ser parte de todos los procesos naturales y humanos como la producción de alimentos, la salud, la industria y los medios de transporte han tenido un gran impacto

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

provocando alteraciones en el recurso renovable. El agua al ser contaminada consta de una clasificación, que es denominada como Aguas Residuales (Mejía Clara, 2005)

Parafraseando al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental quienes refieren que las aguas residuales se refieren a aquellas que han sido afectadas por la actividad humana, lo que resulta en cambios en sus características naturales. Antes de ser descargadas en cuerpos de agua naturales o reutilizadas, estas aguas deben ser sometidas a algún tipo de tratamiento. Las aguas residuales se clasifican en varias categorías, como las de origen industrial, municipal y doméstico. En particular, las aguas residuales domésticas se derivan de residuos líquidos de hogares y empresas, que a menudo contienen una alta concentración de materia orgánica (OEFA, 2014)

El manejo inadecuado de las aguas residuales de origen doméstico es la principal causa de contaminación de los cuerpos de agua, ya que dichos residuos suelen ser descargados en los sistemas de alcantarillado y ríos sin previo tratamiento, lo cual es ilegal según la ley (Yana, E. 2014)

#### **2.4.2.1. Tipos de vertimientos.**

El agua puede ser modificada debido a sus diversos usos, siendo la contaminación una de las alteraciones más comunes, en el caso de las aguas residuales domésticas, su vertimiento en cuerpos de agua receptores causa impactos negativos tanto a corto como a largo plazo. Además, estos vertimientos pueden ser de dos tipos: puntual y no puntual.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Los vertimientos puntuales se refieren a la liberación intencional de aguas contaminadas en un punto específico del cuerpo de agua, generalmente a través de tuberías o alcantarillas. En cambio, los vertimientos no puntuales son más difíciles de identificar, ya que su descarga no ocurre en un lugar específico y puede ser consecuencia de diversas actividades humanas (Segura. L, 2007)

#### ***4.2.3. Pozos sépticos***

Los pozos sépticos comienzan a ser una alternativa significativa para la reducción de la contaminación en las microcuencas debido al vertimiento de una gran cantidad de aguas residuales que producen un impacto negativo en la microcuenca, ocasionando diversas consecuencias en el medio ambiente, por este motivo se ve la necesidad de plantear un proyecto que mitigue este impacto concientizando a las comunidades de interés que se encuentran aledañas al cauce de La Iguana.

Hay que iniciar señalando que los tanques sépticos son una parte importante del tratamiento de aguas residuales en áreas donde no hay acceso a sistemas de alcantarillado centralizados. Estos tanques están diseñados para separar las aguas residuales en capas, permitiendo que los sólidos se asienten en el fondo y se descomponen mediante la acción de bacterias anaeróbicas. El líquido más claro que queda en la parte superior del tanque se descarga en un campo de drenaje o en un sistema de tratamiento adicional. Es importante que los tanques sépticos se mantengan adecuadamente para evitar la acumulación excesiva de lodos y la contaminación del suelo y del agua subterránea (Corpoguajira, 2020).

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

En los sectores rurales es muy común este fenómeno de vertimientos de aguas residuales de una forma directa a las microcuencas, a esta acción antrópica, se le suma el desconocimiento para realizar el debido mantenimiento de este bien ocasionando también un mal funcionamiento en los ecosistemas, los pozos sépticos es uno de los métodos necesarios que se emplean para realizar el tratamiento inicial de las aguas residuales de origen doméstico, en zonas con baja densidad poblacional o pequeñas localidades que carecen de redes de alcantarillado y plantas de tratamiento de aguas residuales.

El propósito principal de los tanques sépticos es eliminar los microorganismos y bacterias peligrosos que se originan de las actividades domésticas, los cuales pueden afectar negativamente la salud de las personas cercanas, así como el medio ambiente. Si los residuos sólidos no se eliminan adecuadamente, pueden contaminar las fuentes de agua subterráneas y superficiales (Fibras y Normas de Colombia, 2019).

En un tanque séptico, los materiales sólidos más densos que el agua, como el lodo, se asientan en el fondo, mientras que las aguas residuales parcialmente clarificadas forman una capa intermedia. El tanque retiene las aguas residuales durante un período de tiempo suficiente para que los sólidos y líquidos se separen de forma natural. Las aguas residuales domésticas fluyen hacia el tanque a través de una tubería en T que reduce la velocidad de flujo y las dirige hacia el centro del tanque. Las grasas, aceites y otros materiales sólidos más livianos que el agua flotan hacia la parte superior del tanque, formando una capa de nata. El objetivo del tanque séptico es eliminar los microorganismos y bacterias peligrosos que pueden afectar la salud humana y el

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

medio ambiente. Mantener el tanque séptico es importante para prevenir la acumulación excesiva de lodo y la contaminación del suelo y las aguas subterráneas.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### 3. Preparación

#### 3.1. Estudio de necesidades

**Tabla 9**

*Estudio de necesidades*

Bien o servicio	Unidad de medida	Breve descripción	Inicio historia	Final historia	Último año
Pozos sépticos instalados en el tramo alto de la microcuenca La Iguana del corregimiento de San Cristóbal del distrito de Medellín, Antioquia	Número	Actualmente se cuenta con 291 viviendas sin conexión al alcantarillado público, es decir, estas viviendas demandan servicios de alcantarillado, estas viviendas vertiente aguas grises a la Quebrada La Iguana contaminándola.	2018	2023	2028

*Nota:* Autoría propia (2023).

**Tabla 10**

*Estudio de necesidades*

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2017	0	291	-291
2018	0	291	-291
2019	0	291	-291
2020	0	291	-291
2021	0	291	-291
2022	0	291	-291
2023	203	291	-88
2024	203	291	-88
2025	203	291	-88
2026	203	291	-88
2027	203	291	-88

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

*Nota:* Autoría propia (2023).

### 3.2. Análisis técnico de la alternativa

Este proyecto cuenta con tres paquetes de trabajo, que se pueden entender como diagnóstico, instalación y ejecución y evaluación del proyecto, el proyecto está pensado en 5 etapas y su ejecución será de 299 días, es decir 10 meses de ejecución.

**Tabla 11**

*Análisis técnico de la alternativa seleccionada*

Paquete de Trabajo	Etapas	Actividades	
1 Diagnóstico de la situación actual de las viviendas en la zona de interés a intervenir. <b>Duración: 57 días.</b>	<b>Preparación:</b> Etapa en la que se inicia el proyecto, donde se realizan cotizaciones necesarias para realizar el diagnóstico, también se contrata al auxiliar administrativo para el tiempo de duración del proyecto. <b>Duración: 15 días.</b>	<b>Seleccionar personal auxiliar y profesional:</b> 1.1. Actividad dónde se inicia el proceso de selección de personal profesional y administrativo. <b>Duración 5 días.</b> <b>Buscar proveedores para insumos requeridos:</b> Actividad dónde se buscan los proveedores de los insumos necesarios, tuberías, pozos, trampas de aceite y todo lo relacionado con la instalación de los pozos sépticos. <b>Duración 2 días.</b> <b>Contratar personal profesional y auxiliar:</b> Se inicia el proceso de contratación luego de su selección bajo el cumplimiento de los perfiles necesarios para la intervención. <b>Duración 2 días.</b> <b>Capacitar personal profesional y auxiliar:</b> Se realizará la jornada de capacitación y transferencia de conocimiento al personal para iniciar la etapa de diagnóstico. <b>Duración 6 días.</b>	
	<b>Diagnóstico:</b> Etapa de planeación, caracterización y estudio técnico para viabilidad	1.1. 1 1.1. 2 1.1. 3 1.1. 4 1.2. 1	<b>Definir criterios de selección de viviendas:</b> Actividad donde el equipo técnico definirá los criterios técnicos para la selección de beneficiarios del proyecto, es aquí donde se realizará una mesa técnica con los cooperantes donde se indicarán las características

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Paquete de Trabajo	Etapas	Actividades
<p>de los predios a intervenir. <b>Duración: 37 días.</b></p> <p><b>Selección:</b> Etapa por el cual se realiza el proceso técnico de selección de beneficiarios y elaboración del plan de trabajo para la instalación de los pozos sépticos. <b>Duración: 5 días.</b></p> <p>Instalación y capacitación de los pozos sépticos en las viviendas seleccionadas. <b>Duración: 220 días.</b></p>	<p>de los predios a intervenir. <b>Duración: 37 días.</b></p> <p><b>Selección:</b> Etapa por el cual se realiza el proceso técnico de selección de beneficiarios y elaboración del plan de trabajo para la instalación de los pozos sépticos. <b>Duración: 5 días.</b></p>	<p>adecuadas para seleccionar viviendas. <b>Duración 2 días.</b> <b>Identificar de viviendas a intervenir:</b> 1.2. Actividad donde se realiza caracterización de las viviendas de las 56 manzanas que se van a intervenir. <b>Duración 25 días.</b> 1.2. Estudiar la viabilidad de las viviendas: 3 Actividad donde <b>Duración 3 días.</b> 1.2. <b>Viabilizar el proyecto:</b> Actividad donde 4 <b>Duración 3 días.</b> 1.2. <b>Realizar documentó técnico de selección:</b> 5 Actividad donde <b>Duración 4 días.</b> <b>Socializar de viviendas a impactar:</b> Actividad donde se reúnen con los financiadores del proyecto las viviendas seleccionadas con el cumplimiento de los requisitos que se tenían para dicha selección. <b>Duración 1 días.</b> <b>Socializar a las familias seleccionadas:</b> Actividad donde se comparte información importante a cada familia referente al proceso de intervención y se le dará un calendario parcial de actividades. <b>Duración 2 días.</b> <b>Planes de trabajo en los predios:</b> Actividad donde realiza el cronograma de actividades para la instalación de los pozos, esto teniendo en cuenta que semanalmente se tendrán que entregar 6 pozos funcionales en los predios seleccionados. <b>Duración 2 días.</b></p>
	<p><b>Contratación:</b> Etapa por el cual se hace contrato laboral a los operadores para la instalación de los pozos. <b>Duración: 8 días.</b></p>	<p>2.1. 1 <b>Buscar personal operativo:</b> Actividad donde se inicia el proceso de selección de personal profesional y admirativo. <b>Duración 3 días.</b> <b>Contratar personal operativo:</b> Actividad donde se inicia el proceso de contratación luego de su selección bajo el cumplimiento de los perfiles necesarios para la instalación de los pozos. <b>Duración 2 días.</b> 2.1. 2 <b>Adquirir insumos:</b> Actividad donde se realiza la compra de los insumos necesarios</p>

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

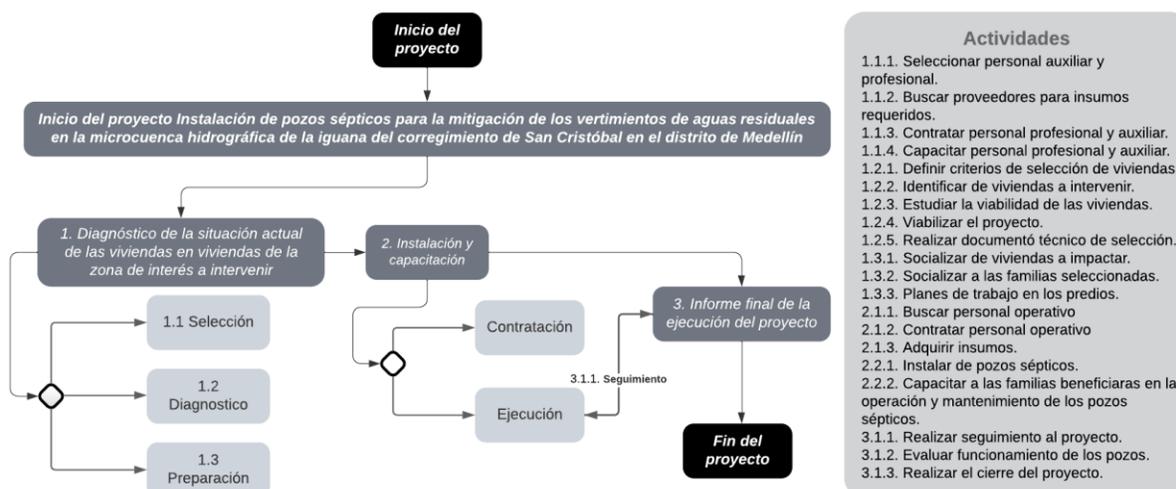
Paquete de Trabajo	Etapas	Actividades
		para la instalación de los pozos sépticos. <b>Duración 3 días.</b>
	<b>Ejecución</b> Etapa por el cual se da inicio de la	<b>2.2. 1</b> <b>Instalar pozos sépticos:</b> Actividad donde se materializa el proyecto instalando los 203 pozos sépticos a los predios seleccionados. <b>Duración 210 días.</b>
	<b>2. 2</b> instalación de los pozos sépticos. <b>Duración: 212 días.</b>	<b>2.2. 2</b> <b>Capacitar a las familias beneficiarias en la operación y mantenimiento de los pozos sépticos:</b> Actividad donde se realizan capacitaciones a las familias beneficiarias del proyecto, donde al entregarle el pozo se realiza talleres donde se instruye en buenas prácticas de uso y su mantenimiento. <b>Duración 2 días.</b>
	<b>Seguimiento y evaluación:</b> Etapa por el cual se realiza el seguimiento al proyecto y se le da el cierre. <b>Duración: 30 días.</b>	<b>3.1. 1</b> <b>Realizar seguimiento al proyecto:</b> Actividad donde se realiza seguimiento y cumplimiento del cronograma de actividades mensuales. <b>Duración 5 días.</b>
<b>3</b> Informe final de la ejecución del proyecto. <b>Duración: 22 días.</b>	<b>3. 1</b>	<b>3.1. 2</b> <b>Evaluar funcionamiento de los pozos:</b> Actividad donde se realiza interventoría de los pozos y verificación de su funcionamiento correcto a las viviendas beneficiadas, periodo donde se puede subsanar algún problema existente de la instalación. <b>Duración 15 días.</b>
		<b>3.1. 3</b> <b>Realizar el cierre del proyecto:</b> Actividad donde se entrega el informe final del proyecto dando rendimiento de cuentas de su ejecución a los aportantes. <b>Duración 2 días.</b>

*Nota:* Autoría propia (2023).

### Figura 3

Diagrama de las fases de ejecución y actividades del proyecto

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín



*Nota:* Autoría propia (2023).

### 3.3. Localización

El proyecto se encuentra localizado en el Distrito Medellín, corregimiento San Cristóbal, específicamente en el tramo alto de la microcuenca de La Iguana.

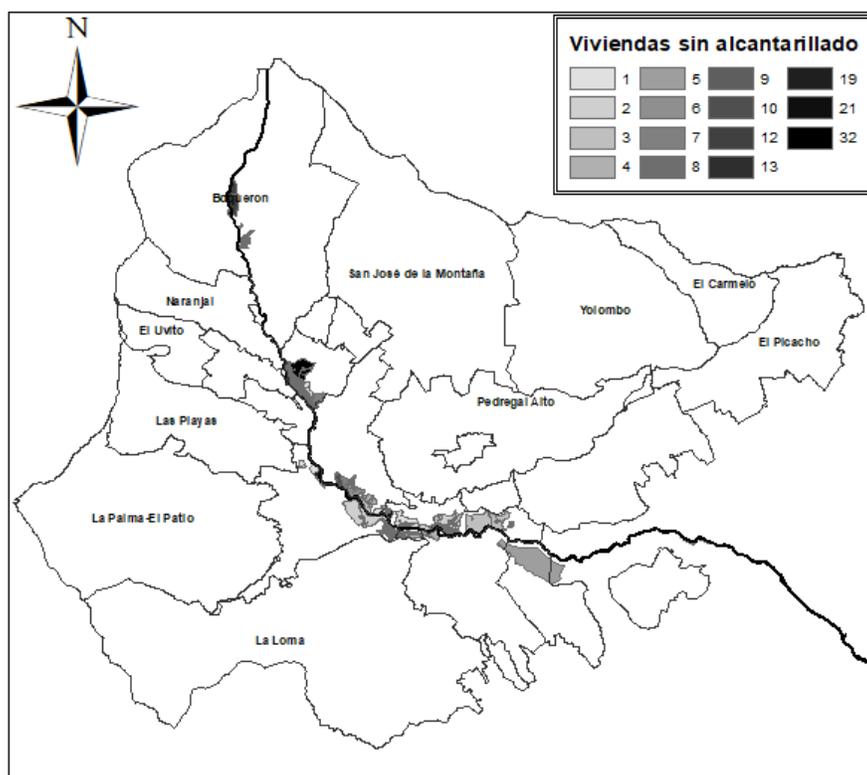
#### 3.3.1. Localización de la alternativa

Se seleccionaron 6 veredas por donde el flujo de agua tiene injerencia y un número de 56 manzanas que se ubican a una distancia de 0 a 200 metros que suman un total de 291 viviendas que no cuentan con conexión al servicio de alcantarillado en la Región Occidente, Departamento de Antioquia, distrito Medellín, centro poblado corregimiento de San Cristóbal, específicamente en las veredas Boquerón; Cabecera Urbana de San Cristóbal; El Llano; La Loma.; La Palma-El Patio; Travesías. Ver detalle a continuación:

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

**Figura 4**

*Mapa de localización de viviendas sin alcantarillado en comunidades de interés*



*Nota:* Autoría propia (2023).

**Tabla 12**

*Lugar de ejecución del proyecto*

Región	Departamento	Municipio	Centro poblado	Localización específica
Occidente	Antioquia	Distrito de Medellín	Corregimiento San Cristóbal	Veredas de interés: Boquerón; Cabecera Urbana de San Cristóbal; El Llano; La Loma.; La Palma-El Patio; Travesías.

*Nota:* Autoría propia (2023).

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

### **3.3.2. Factores analizados**

Los factores analizados para decidir hacer este proyecto son los siguientes:

- Cercanía a la población objetivo: Es una alternativa que impactará a los pobladores más cercanos a la cuenca debido que estos son los que vierten de manera directa con sus vertimientos de aguas grises
- Disponibilidad y costo de mano de obra: se implementará pozos sépticos que cuentan con una disponibilidad en el mercado y tienen cierta facilidad de instalación contratando mano de obra calificada, siendo más económica.
- Factores ambientales: Corregimiento con buenas condiciones ambientales para desempeñar las labores de instalación de pozos sépticos.
- Orden público: Cuenta con buen orden público, existen garantías para realizar la labor en la zona rural y no hay presencia de grupos al margen de la ley.
- Medios y costos de transporte público: el corregimiento San Cristóbal cuenta con carreteras en buen estado y acceso.

### **3.4. Cadena de valor**

A continuación, se desglosa el presupuesto general del proyecto.



**Tabla 13**

*Cadena de valor del proyecto*

<b>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</b>						
<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>	<b>Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en el tramo alto de la microcuenca hidrográfica de la iguana en el corregimiento de San Cristóbal del distrito de Medellín.</b>					
<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Bajar la contaminación en la microcuenca de La Iguana en el distrito de Medellín.					
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>PRODUCTOS</b>	<b>UNIDAD DE MEDIDA</b>	<b>META</b>	<b>ACTIVIDADES</b>	<b>INSUMOS</b>	<b>RECURSOS</b>
Diagnóstico de la situación actual de las viviendas en viviendas de la zona de interés a intervenir.	Documento técnico	Número	1	<b>Caracterizar las viviendas</b>	Mano de obra calificada Materiales Dotación Transporte	\$ 45.000.000 \$ 2.000.000 \$ 3.810.000 \$ 2.000.000
Instalación y capacitación de los pozos sépticos en las viviendas seleccionadas.	Pozos Instalados	Número	203	<b>Instalar pozos sépticos</b>	Mano de no obra calificada Maquinaria y Equipo Materiales Dotación Transporte	\$ 130.979.726 \$ 12.000.000 \$ 751.100.000 \$ 3.132.000 \$ 91.350.000



SC 7134-1



Institución Universitaria - Vigilada Mineducación  
PBX (+57 4) 448 0520 / FAX: (+57 4) 493 6363  
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador  
Línea gratuita: 01 8000 510944  
[www.pascualbravo.edu.co](http://www.pascualbravo.edu.co)



**Alcaldía de Medellín**

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

		Mano de obra calificada	\$ 96.000.000
		Refrigerio	\$ 27.608.000
	<b>Socializar el proyecto</b>	Papelería y piezas publicitaria	\$ 25.000.000
		Transporte	\$ 5.000.000
	<b>Subtotal</b>		\$ 1.194.979.726
	<b>Administración E Imprevistos</b>	24%	\$ 286.795.134
	<b>Interventoría</b>	2,5%	\$ 29.874.493
	<b>Valor Total Del Proyecto</b>		\$ 1.511.649.353

*Nota:* Autoría propia (2023)



### 3.5 Análisis de Riesgos.

A continuación, se desglosa la matriz análisis de riesgos del proyecto.

**Tabla 14**

*Matriz de riesgos del proyecto*

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Análisis de riesgos			EFECTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
			TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTOS		
<b>Objetivo General</b>	Reducir los vertimientos de aguas residuales a la microcuenca hídrica La Iguana del corregimiento de San Cristóbal del municipio de Medellín	Trámites de recursos financieros	Administrativos	Probable	Moderado	No cumplimiento de objetivos	Gestión de recursos
<b>Producto</b>	Instalación de pozos sépticos	El recurso Humano contratado no es idóneo para el desarrollo de las	Administrativos	Moderado	Mayor	La información suministrada no sería confiable, presentando	Contratar personal idóneo y capacitado que cumpla con el perfil solicitado



SC 7134-1



Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Análisis de riesgos		IMPACTOS	EFECTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
			TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD			
<b>Principales actividades</b>		actividades e informes técnicos				retrasos en las actividades	
		Impedimentos para realizar la construcción por fenómenos naturales o de violencia	Socio - Natural	Mayor	Mayor	Retraso en el cronograma del proyecto, dificultando la entrega en los tiempos planeados.	La Entidad ejecutora del proyecto dispondrá de personal de vigilancia para evitar inconvenientes en el sector de influencia del proyecto
	Socialización	Baja participación de la comunidad	De calendario	Mayor	Moderado	No se cumplirán algunas actividades u objetivos del proyecto	Reprogramación de actividades, Publicidad en medios de comunicación, Socialización con líderes de la comunidad
	Preparar el terreno	Dificultad de socialización, capacitación y sensibilización de la comunidad, debido a la pandemia (aglomeraciones)	Asociados a fenómenos de origen humano no intencionales:	Probable	Moderado	Retrasos en el inicio de obras	Realizar socialización virtual y presencial cumpliendo con los protocolos de Bioseguridad.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

NIVEL DE CLASIFICACIÓN	NOMBRE	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO	Análisis de riesgos			EFECTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
			TIPO DE RIESGO	PROBABILIDAD	IMPACTOS		
			Aglomeración de público				
	Excavación	No encontrar las personas idóneas para realizar la labor.	De costos	Probable	Moderado	Dificultad para realizar las obras con la calidad proyectada	Pólizas todo riesgo al contratista para la realización de los trabajos.
	Instalar el pozo séptico	Aumento de los costos de los materiales	De costos	probable	Moderado	Retrasos en el inicio de obras	Pólizas todo riesgo al contratista para la realización de los trabajos.

*Nota:* Autoría propia (2023).



### 3.6. Ingresos y beneficios

Los beneficios del proyecto se podrían calcular en el costo evitado del gasto en alcantarillado.

Este beneficio se calcula con el valor del alcantarillado, es decir, de los 203 pozos instalados, se va a ahorrar un total de \$ 17.457.543,21 por mes ya que cada vivienda pagaría \$86.124,74 por un consumo promedio de 26 m<sup>3</sup> según el Concepto 6391 DE 2023, con un valor de \$3.312,49 por m<sup>3</sup> según EPM para el mes de abril de 2023 y la cantidad de meses en cada periodo de base es de 12.

**Tabla 15**

*Ingresos y beneficios del proyecto*

Tipo	Descripción	Medido a través de:	Bien producido :	Razón Precio Cuenta (RPC):	Descripción cantidad	Descripción valor unitario
Beneficios	Ahorro referente al poseer un pozo séptico y no pagar servicio de alcantarillado.	Pesos	Otros	0.80	Valor ahorrado mensualmente por no pagar servicio de alcantarillado.	Ahorrado mensualmente por no pagar servicio de alcantarillado.

*Nota:* Elaboración propia (2023).

**Tabla 16**

*Total ingresos y beneficios*

Período	Cantidad	Valor Unitario	Valor total
1	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
2	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
3	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
4	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
5	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519



SC 7134-1



Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

<b>Período</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>Valor total</b>
6	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
7	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
8	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
9	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
10	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
11	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
12	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
13	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
14	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
15	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
16	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
17	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
18	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
19	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
20	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
21	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
22	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
23	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
24	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
25	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
26	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
27	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
28	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
29	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519
30	12	\$ 17.457.543	\$ 209.490.519

*Nota:* Elaboración propia (2023).



#### 4. Evaluación

##### 4.1. Flujo económico

A continuación, se desglosa el flujo económico del proyecto.

**Tabla 17**

*Flujo económico*

P	Beneficios e ingresos (+)	Costos de pre-inversión (-)	Costos de inversión (-)	Costos de operación (-)	Amortización (-)	Intereses de los créditos (-)	Valor de salvamento (+)	Flujo Neto
0	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1.266.008.562,60	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	-\$ 1.266.008.563,60
1	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
2	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
3	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
4	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
5	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
6	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
7	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
8	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
9	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
10	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
11	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80



SC 7134-1



Institución Universitaria - Vigilada Mineducación  
PBX (+57 4) 448 0520 / FAX: (+57 4) 493 6363  
Calle 73 No. 73A - 226, Vía El Volador  
Línea gratuita: 01 8000 510944  
[www.pascualbravo.edu.co](http://www.pascualbravo.edu.co)



**Alcaldía de Medellín**

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

<b>P</b>	<b>Beneficios e ingresos (+)</b>	<b>Costos de pre-inversión (-)</b>	<b>Costos de inversión (-)</b>	<b>Costos de operación (-)</b>	<b>Amortización (-)</b>	<b>Intereses de los créditos (-)</b>	<b>Valor de salvamento (+)</b>	<b>Flujo Neto</b>
12	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
13	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
14	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
15	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
16	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
17	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
18	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
19	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
20	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
21	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
22	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
23	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
24	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
25	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
26	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
27	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
28	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
29	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80
30	\$ 167.592.414,80	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 167.592.414,80

*Nota:* Elaboración propia a partir de la MGA Web (2023).



#### 4.2. Indicadores de decisión (Evaluación económica)

**Tabla 18**

*Indicadores de decisión*

Alternativas de solución	Indicadores de rentabilidad			Indicador de costo - eficacia	Indicador de costo mínimo	
	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Beneficio Costo (BC)	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos	Costo Anual Equivalente (CAE)
<b>Instalación de pozos sépticos como sistemas alternativos para aguas residuales.</b>	\$ 455.777.926,50	12,89 %	1,36	\$ 1.403.557,17	\$ 1.266.008.563,60	\$ 44.067.162,07

*Nota:* Elaboración propia a partir de la MGA Web (2023).

Indicadores de rentabilidad: para la evaluación de la rentabilidad de un proyecto se debe tener en cuenta las herramientas de Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y la Relación de Costo Beneficio, este proyecto tiene una TIR de 12,89% por encima del 9% recomendado por el proyecto, los pozos sépticos tienen una vida útil de aproximadamente 30 años con un mantenimiento cada año, esto deja una cantidad de periodos suficientes para rentabilizarlos, es decir que con 30 años se logra tener un beneficio social positivo.



SC 7134-1



Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

Para el costo beneficio midiendo la relación existente del proyecto se establece que es rentable para el Distrito de Medellín debido a que supera el 1 llegando al 1,36 esto quiere decir que la rentabilidad del proyecto está asegurada generando no solamente un alivio a las finanzas de los beneficiarios.

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

## 5. Programación

### 5.1. Indicadores de producto

A continuación, se describen las actividades con el producto final a entregar.

**Tabla 19**

*Indicadores de producto*

<b>Producto:</b>	<b>Alcantarillados ampliados (Producto principal del proyecto)</b>	<b>Indicador:</b>	<b>Alcantarillados ampliados</b>
<b>Unidad de Medida:</b>	Número de alcantarillados	<b>Unidad de Medida:</b>	Número
<b>Meta total:</b>	203	<b>Meta total:</b>	203
<b>Costo</b>	\$ 1.511.649.353,00	<b>Es acumulativo:</b>	No
		<b>Es Principal</b>	Si

*Nota:* Elaboración propia a partir de la MGA Web (2023).

### 5.2. Indicadores de gestión

**Tabla 20**

*Indicadores de gestión*

<b>Indicador</b>	<b>Medido a través</b>	<b>Código</b>	<b>Formula</b>	<b>Tipo de fuente</b>	<b>Fuente de verificación</b>
Informes de seguimiento realizados	Número	1000G664	Sumatoria de informes realizados	Informe	Informe de interventoría

*Nota:* Elaboración propia (2023).

### 5.3. Fuentes de financiación

Para este proyecto se identificó la clasificación presupuestal de la siguiente manera:

Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

**Programa presupuestal:** 4003 – Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico.

**Subprograma presupuestal:** 1400 Intersubsectorial Vivienda y Desarrollo Territorial.

La fuente de financiación en la etapa de inversión es el Distrito de Medellín con recursos propios

**Tabla 21**

*Resumen fuente de financiación*

<b>Etapa</b>	<b>Entidad</b>	<b>Tipo Entidad</b>	<b>Tipo de Recurso</b>	<b>Periodo</b>	<b>Valor</b>
Inversión	Medellín	Municipios	Propios	0	\$ 1.511.649.353,00
Total					\$ 1.511.649.353,00

*Nota:* Elaboración propia a partir de la MGA (2023).



#### 5.4. Matriz resumen del proyecto

A continuación, se presenta la matriz de resumen presentada por la MGA web.

**Tabla 22**

*Matriz resumen del proyecto*

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
<b>Objetivo General</b>	Reducir el vertimiento de aguas grises en la microcuenca de La Iguana en el distrito de Medellín.	Viviendas con alcantarillado en el cauce de la Quebrada La Iguana	<b>Tipo de fuente:</b> Informe <b>Fuente:</b> Acta de cierre del proyecto	<b>Realizar una planeación del proyecto muy ajustado para evitar retrasos en el cronograma.</b>
<b>Componentes (Productos)</b>	<b>1.1</b> Alcantarillados ampliados (Producto principal del proyecto)	Alcantarillados ampliados	<b>Tipo de fuente:</b> Informe <b>Fuente:</b> Informe de interventoría	Asegurar los insumos necesarios para la ejecución del proyecto, contar con el acompañamiento de la Policía Nacional.
<b>Componentes (Productos)</b>	<b>2.1</b> Servicios de Información actualizados	Sistemas de información actualizados	<b>Tipo de fuente:</b> Informe <b>Fuente:</b> Informe final del proyecto	Cumplir con las normas de seguridad y salud en el trabajo y contar con una base de datos de posibles operadores para hacer
<b>Componentes (Productos)</b>	<b>1.1.1</b> - Bajar la contaminación en la microcuenca de La Iguana en el distrito de Medellín. (*)	Nombre: Informes de seguimiento realizados Unidad de Medida: Número Meta: 10.0000	<b>Tipo de fuente:</b> <b>Fuente:</b>	



SC 7134-1



Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

---

<b>2.1.1</b> - Sensibilizar a la población (*)	<b>Tipo de fuente:</b> <b>Fuente:</b>	reemplazos en corto tiempo.
------------------------------------------------	------------------------------------------	-----------------------------

---

*Nota:* Elaboración propia a partir de la MGA Web (2023).



## 6. Referencias

- Alcaldía de Medellín, Gerencia de Corregimientos. (2023, 26 de mayo) *Corregimiento San Cristóbal*. [Corregimiento San Cristóbal de Medellín \(medellin.gov.co\)](https://www.medellin.gov.co)
- Alcaldía de Medellín, y U de A. (2020), *contrato interadministrativo 4600085937 de 2020 para la revisión y actualización del plan de gestión integral de residuos sólidos PGIRS de Medellín*. [Proyecciones PGIRS.pdf \(medellin.gov.co\)](https://www.medellin.gov.co)
- Alcaldía de Medellín. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial, Una ciudad para la gente una ciudad para la VIDA*. Obtenido de Alcaldía de Medellín:  
<https://www.medellin.gov.co/es/wp-content/uploads/2023/01/RevistaPOT-2014.pdf>
- Alcaldía de Medellín. (21 de 09 de 2021). *Con instalación de 80 pozos sépticos familias de Palmitas podrán disponer de manera adecuada sus aguas residuales*. Obtenido de medellin.gov.co: <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/con-instalacion-de-80-pozos-septicos-familias-de-palmitas-podran-disponer-de-manera-adecuada-sus-aguas-residuales/>
- Área Metropolitana Valle de Aburrá. (2014). *metropol*. Obtenido de metropol:  
<https://www.metropol.gov.co/ambiental/recurso-hidrico/Paginas/PORH.aspx>
- Área Metropolitana Valle del Aburra. (2018, 27 agosto) Quebrada La Iguaná. [Quebrada La Iguaná \(metropol.gov.co\)](https://www.metropol.gov.co)
- Cabrera Calderón, O y Ortiz Ríos, J. (2022). *Evaluación del impacto ambiental generado por el manejo y disposición inadecuada de residuos sólidos en la cuenca La Iguaná sector de la vereda Boquerón, parte alta del corregimiento de San Cristóbal de la ciudad de Medellín*. Universidad Santo Tomás.
- Corpoguajira. (2020) Resolución 0352 de 2020, tomado de:  
<https://corpoguajira.gov.co/wp/wpcontent/uploads/2020/02/Resoluci%C3%B3n-No.-0352-de-2020.-Exp.-523-de-2019.-Empresa-Puerto-Seco-del-Norte.pdf>
- Fibras y Normas de Colombia. (2019). Pozos sépticos: definición, estructura y tipos, tomado de:  
<https://blog.fibrasynormasdecolombia.com/pozos-septicos-estructura-y-tipos/>
- IDEAM (2013): Lineamientos conceptuales y metodológicos para la evaluación regional del agua, ERA 2013, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Bogotá D.C., 275 pp., ISBN: 978-958-8067-62-9.



SC 7134-1



Instalación de pozos sépticos para la mitigación de los vertimientos de aguas residuales en la cuenca hidrográfica de la Iguana del corregimiento de San Cristóbal en el Distrito de Medellín

MADS. (2 de agosto de 2012). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Decreto 1640. Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones. Bogotá D.C., Colombia.

Mejía Clara, M. R. (2005). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras. *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras.*

Mejía, M. (2005). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0602e/A0602e.pdf>

Mercado, D. (2019, marzo 18). 7 proyectos buscan descontaminar las aguas que llegan al río Medellín. *El país*. [Con 7 proyectos buscan descontaminar las aguas que llegan al río Medellín - Medellín - Colombia - ELTIEMPO.COM](http://www.eltiempo.com)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (01 de 01 de 2014). Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico. Bogotá D.C., Colombia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Guía metodológica para la formulación de los planes de manejo ambiental de microcuenca. Bogotá D.C., Colombia.

OEFA. (2014). Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales. Lima: Organización de Evaluación y Fiscalización Ambiental. [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827).

Segura, L. E. (2007). Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia. Obtenido de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio%20de%20antecedentes%20sobre%20la%20contaminaci%C3%B3n%20h%C3%ADdrica.pdf>

World Wildlife Fund [WWF], (2012) *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica*. [https://www.wwf.org.co/de\\_interes/publicaciones/?249918/Una-mirada-a-la-agricultura-de-Colombia-desde-su-Huella-Hidrica](https://www.wwf.org.co/de_interes/publicaciones/?249918/Una-mirada-a-la-agricultura-de-Colombia-desde-su-Huella-Hidrica).

Yana, E. (2014). Contaminación por materia orgánica en el río torococha de la ciudad de Juliaca. Obtenido de: Universidad Nacional del Altiplano [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2402/Yana\\_Neira\\_Evelin\\_Amparo.pdf?sequence=1&isAllowed](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2402/Yana_Neira_Evelin_Amparo.pdf?sequence=1&isAllowed)