



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA
VICERRECTORIA DE POSTGRADO
Escuela de Postgrado

**PROPUESTA PARA UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO: CASO CAÑADA BENAVIDES**

SUSTENTANTES
PEDRO PABLO REINOSO ALVARADO
FERNANDO FERNÁNDEZ TORIBIO

Para la obtención del grado de Magister
En Gerencia de Proyectos

ASESORES
Asesor metodológico
Dr. ÁNGEL PUENTES PUENTE

Asesor de contenido
Ing. RAFAEL RUÍZ RAMÍREZ

Santo Domingo, D.N., República Dominicana
Agosto, 2018

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	v
DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Delimitación del problema.....	6
1.4 Preguntas de investigación	6
1.5 Objetivos del proyecto	6
Objetivo general	6
Objetivos específicos.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Descripción del proyecto.....	8
Caso de estudio.....	9
2.2 Definición tipo de proyecto.....	12
2.3 Vinculación del proyecto a la END 2010-2030	13
2.4 Árbol del problema.....	14
2.5 ¿Qué son las aguas residuales?.....	16
2.6 Clasificación de las aguas residuales	18
2.7 Componentes de las aguas residuales.....	19
2.8 Composición de las aguas residuales	24
2.9 Proceso de tratamiento de aguas residuales	25
Sedimentación	26
Filtración.....	26
Flotación	27
Coagulación-floculación.....	27
2.10 La digestión anaeróbica.....	27
Desventajas de la digestión anaerobia.....	30
2.11 La digestión aeróbica	30
CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO	32
3.1 Diseño metodológico.....	32
3.2 Tipo de estudio y método	32

3.3 Metodología	33
3.4 Localización	34
3.5 Universo y muestra.....	34
3.6 Técnicas de investigación.....	36
3.7 Instrumentos de investigación.....	37
3.8 Procedimientos de recolección de datos: primarias y secundarias.....	37
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	41
4.1 Elección de la tecnología.....	51
4.2 Ventajas	52
4.3 Especificaciones	53
4.4 Certificaciones.....	55
4.5 Funcionamiento de una PTAR Rotoplas	56
4.6 Matriz del Marco Lógico.....	59
4.8 Población del proyecto	67
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS	
1. Glosario de Términos	
2. Preguntas de la Encuesta	
3. Resumen Ejecutivo del Proyecto	

Lista de tablas

Tabla 1. Involucrados del proyecto.....	15
Tabla 2. Desglose de demanda acorde a la población a intervenir.	53
Tabla 3. Tipos de modelo de plantas de tratamiento Rotoplas y procesos especializados según el uso del agua tratada	54
Tabla 4. Normativa según modelo de planta de tratamiento de aguas residuales	55
Tabla 5. Matriz de marco lógico.	61
Tabla 6. Cronograma de actividades de estudios preliminares.....	62
Continuacion Tabla 6.....	63
Continuación Tabla 6.....	64
Continuacion Tabla 6.....	65
Continuacion Tabla 6.....	66

Lista de figuras

Figura 1. Personas cruzando cañada del sector Domingo Savio.	5
Figura 2. Desembocadura cañada Benavides hacia el rio Ozama.	9
Figura 3. Cañada Benavides, tres kilómetros de insalubridad.	10
Figura 4. Cañada Benavides, saneamiento realizado por la CAASD	11
Figura 5. Cañada Benavides, años después del saneamiento realizado por la CAASD	11
Figura 6. Cañada Benavides, tiempo después del saneamiento realizado por la CAASD	12
Figura 7. Vinculación de los objetivos de proyecto con la END.....	13
Figura 8. Árbol del problema.....	14
Figura 9. Procesos secuencial y cíclico en una planta de tratamiento	18
Figura 10. Vista seccional horizontal del bioreactor anaerobio de flujo ascendente	26
Figura 11. Procesos biológicos y plantas de tratamiento.....	28
Figura 12. Ubicación satelital del proyecto	34
Figura 13 Promedio de respuestas de la pregunta No. 1.....	41
Figura 14 Promedio de respuestas de la pregunta No. 2.....	42
Figura 15 Promedio de respuestas de la pregunta No. 3	43
Figura 16. Promedio de respuestas de la pregunta No. 4	44
Figura 17. Promedio de respuestas de la pregunta No. 5.....	45
Figura 18. Promedio de respuestas de la pregunta No. 6	46
Figura 19. Promedio de respuestas de la pregunta No. 7.....	47
Figura 20. Promedio de respuestas de la pregunta No. 8	48
Figura 21. Promedio de respuestas de la pregunta No. 9.....	49
Figura 22. Promedio de respuestas de la pregunta No. 10	50
Figura 23..Sistema modular para el tratamiento de aguas residuales	52
Figura 24 . Sistema modular para el tratamiento de aguas residuales	52
Figura 25. Especificaciones técnicas de una planta de tratamiento de aguas residuales	54
Figura 26. Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales Rotoplas.....	56
Figura 27. Sistema PTAR Rotoplas.....	57

RESUMEN

Esta propuesta trata de enfocar el procedimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales prefabricadas de la marca ROTOPLAS la cual se trata de un sistema 100% movable que permite su reubicación en nuevos lugares o espacios, pueden adaptarse a crecimiento modular por etapas, son ideales para tratar aguas negras con alta carga de contaminación orgánica, cuenta con materiales ligeros y económicos, que lo hace ideal para ser utilizado en la cañada Benavides del sector Domingo Savio. Dicho proyecto contribuirá con futuros barrios y comunidades cuyas cañadas sean foco de contaminación para que de manera eficiente y remota se pueda tratar las aguas, trabajando bajo el marco de la Ley No. 01-2012 de Estrategia Nacional de Desarrollo (END) para el año 2030, que en su 4to eje estratégico se refiere a la conformación de una sociedad para “gestionar el recurso de agua de manera eficiente y sostenible, para garantizar la seguridad hídrica”. Se utilizaron las técnicas de investigación empleando la entrevista y encuestas para elaborar la propuesta al tratamiento de las aguas residuales.

La metodología está basada en la Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública del Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (MEPyD). Este es un proyecto de carácter social que aspira a producir un cambio significativo en la realidad que afecta la comunidad de Domingo Savio y zonas aledañas. De la población encuestada a un total de 365 personas, el 70% dice que la cañada Benavides necesita una planta de tratamiento de aguas residuales y a su vez, el 75% han escuchado sobre los efectos contaminantes de la cañada.

ABSTRACT

This proposal tries to focus the procedure of prefabricated wastewater treatment plants of ROTOPLAS brand which is about a system 100% movable that allows its relocation in new places or spaces, they can adapt to step-by-step modular growth, they are ideal to treat black waters with a high load of organic pollution, it has light and economical materials, which makes it ideal to be used in the Benavides Savine of the Domingo Savio sector. This project will contribute with future neighborhoods and communities whose ravines are a source of pollution so that the waters can be treated efficiently and remotely, working under the framework of Law No. 01-2012 of the National Development Strategy (NDS) for the year 2030, which in its 4th strategic axis refers to the formation of a society to “manage the water resource in an efficient and sustainable way, to guarantee water security”. The research techniques were used using the interview and surveys to elaborate the proposal for the treatment of wastewater.

The methodology is based on the General Methodological Guide for the Formulation and Evaluation of Public Investment Projects of the Ministry of Economy, Planning and Development (MEPyD). This is a social project that aims to produce a significant change in the reality that affects Domingo Savio community and surrounding areas. Of the population surveyed a total of 365 people, 70% say that the Benavides glen needs a wastewater treatment plant and in turn, 75% have heard about the contaminating effects of the glen.

DEDICATORIA

A Dios padre creador, que nos regaló sabiduría, salud, fortaleza y siempre nos guía por el camino del bien, asimismo, brindarnos paciencia concluir con buen pie una etapa importante en nuestras vidas dentro del seno del amor de Dios, contigo todo es posible.

A mis padres Pedro P. Reinoso Pichardo y Heriberta Alvarado porque sin la formación que ustedes me dieron, esto no hubiera sido posible. Gracias por su amor, cuidado, apoyo y confianza. No tengo palabras para describir lo importantes que han sido en todos mis pasos y las decisiones que he tomado en mi vida, los amo y los admiro.

A mis hermanas Dahiana C. Reinoso Alvarado y Nahony J. Reinoso Alvarado por su paciencia y sus consejos, por alentarme a seguir adelante con mis sueños y por estar siempre conmigo.

A mi sobrina Miranda Reinoso, mi pequeña, eres uno de los motivos por los cuales empecé la maestría, espero en todo momento que te sientas orgullosa de tu tío y espero siempre guiarte por el camino del bien, recuerda siempre que tío te ama.

A todos mis familiares y amigos los cuales durante este proceso siempre tenían palabras de aliento y motivadoras para que siguiera adelante con este proyecto el cuál ha llegado a su final, desde lo más profundo de mi corazón se los agradezco y siempre tendrán un lugar especial en mi corazón.

Pedro Pablo Reinoso Alvarado.

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Carmen J. Toribio Hernández y Ramón Fernández Bueno (QEPD), por haberme forjado con una educación familiar excelente. A mi hermana Jehovanna Fernández Toribio, los tres han sido mi soporte principal para abrirme camino hacia el logro de mis metas. Los quiero mucho.

Fernando Fernández Toribio.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirme lograr todo lo que me he propuesto en el transcurso de la vida. A la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña por abrirme sus puertas y permitir formarme en su academia. Agradecer a mis asesores el Ing. Rafael Ruiz y el Dr. Ángel Puentes por guiarnos por el camino indicado en todo este proceso y a todos los maestros que colaboraron aportando sus conocimientos para que podemos llamarnos en el día de hoy Gerentes de Proyectos.

Gracias a Carmen Toribio por siempre recibirme en su casa con una sonrisa, un consejo y un café cuando estábamos trabajando en el proyecto, a Paola Espailat por siempre brindarnos una mano en el proceso, asimismo como una sugerencia o una idea. Mi compañero de tesis Fernando Fernández por emprender en este proyecto conmigo para que aplicáramos nuestros conocimientos adquiridos para culminar este proceso de manera satisfactoria.

Gracias a Karen Veras, mi periodista favorita, por siempre estar dispuesta a ayudarme con la redacción de esta tesis aportando su granito de arena para que esto fuera posible y por siempre mantener el mismo cariño y amistad conmigo, te quiero mucho.

A mis compañeros de maestría los cuales terminaron para mí como miembros de mi familia, en especial a Janna Luzón por iniciar este programa conmigo, Martín Mercedes por siempre brindarme un consejo cuando era necesario, por ayudarnos a desarrollar a mí y a Fernando esta propuesta cuando nos sentíamos ofuscados en el proceso y Carmen Andrickson por sus consejos y mostrarse como la bella persona que es desde el momento en que nos conocimos en la maestría. Este logro es de todos.

Pedro Pablo Reinoso Alvarado.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios Todogeneroso por este nuevo triunfo, por estar presente siempre ayudándome a lograr las metas propuestas. Gracias a mi universidad por abrirme las puertas y permitido formarme en esta prestigiosa academia de estudios. Quiero agradecer al Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones (institución donde laboro), por darme la estabilidad laboral para culminar positivamente esta maestría. Agradezco a mis maestros, asesores y jurados ya que fueron responsables de enseñarnos sus conocimientos para tener un mejor desempeño como Gerentes de Proyectos.

Una de las cosas más bonitas de la vida es el amor y más aún cuando la podemos compartir y disfrutar con quienes amamos, mediante estos agradecimientos de tesis quiero decir muchas gracias a mi novia Paola Espaillat. También reconocer a mi compañero de tesis Pedro Reinoso, juntos pudimos aplicar los conocimientos adquiridos durante dos años para conformar este trabajo de investigación satisfactoriamente. A mis amigos Janna Luzón, Martin Mercedes y Carmen Andrickson, por sus aportes en esta tesis, así como también a mis compañeros de la maestría con los cuales compartí en cada grupo de las asignaturas cursadas, un fuerte abrazo para cada uno de ustedes.

Fernando Fernández Toribio.

Capítulo I: Aspectos Generales

Introducción

La intención de esta “Propuesta para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañada Benavides” es el estudio de dicho caso para probar el sistema de tratamiento de aguas residuales que procura la mejoría de las aguas que se vierten al Río Ozama desde las distintas comunidades próximas a dicha cañada con el papel que desempeñamos como miembros activos en la comunidad, controlando el estado de las aguas residuales.

En la actualidad, el sector Domingo Savio se encuentra en estado deplorable, el cual seguirá en aumento con el pasar de los años debido a la polución que se mantiene en la zona debido al mal manejo de los residuos sólidos y líquidos presentes en la cañada Benavides. Por ende, es el momento oportuno para este proyecto de tratamiento de aguas residuales ya que reincorporará de manera tratada el vertido de las aguas de esa zona.

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de métodos físicos, biológicos y químicos cuya finalidad es eliminar los factores contaminantes presentes en el agua que se va a procesar. Por consiguiente, es una alternativa a la realidad de la Cañada Benavides para lograr que las aguas tratadas sean viabilizadas al Río Ozama.

A la nación dominicana le urge búsqueda de soluciones tangibles a estos problemas latentes que han ido desmejorando con el paso de los años. Tanto los dominicanos como ciudadanos y las institucionales gubernamentales tienen la responsabilidad de formular esas soluciones y esforzarse por llevarlas a cabo. Para tales fines, se cuenta con el apoyo de entidades nacionales e internacionales y agencias de cooperación. Entre las nacionales cabe destacar: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública (MSP), Ministerio de

Economía Planificación y Desarrollo (MEPyD), Corporación de Alcantarillado y Acueducto de Santo Domingo (CAASD), Banco Nacional de Exportaciones (BANDEX), Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI); En las internacionales: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID por sus siglas en ingles), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), Agencia Francesa de Desarrollo (AFD). Todas tienen en sus portafolios y programas ejes de desarrollo de proyecto de tratamiento de aguas residuales para ser reutilizadas con la cual han logrado disminuir la polución en los ríos y vertientes de agua, como por ejemplo: Reforma Institucional y Actualización del Plan Maestro del Manejo de Residuos Sólidos del Gran Santo Domingo del BID, Programa de Saneamiento Ambiental de la Cuenca del Río Reconquista en Argentina y Proyecto Planta de Depuración de Aguas Residuales en Cuba ambas de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID).

La iniciativa ‘‘Propuesta para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañada Benavides’’ está enmarcada en el proceso de búsqueda de soluciones que permitirán hacer contribuciones sustanciales y dejarán una marca en la Comunidad de Domingo Savio ubicada en Guachupita, República Dominicana, siempre con miras a que colaboren al bienestar social y a las comunidades que se beneficiarán de este proyecto.

Este trabajo plantea la urgencia que tiene la comunidad de Domingo Savio y demás sectores aledaños: El Arrozal, María Auxiliadora, Los Guandules, La Ciénaga, de recibir el servicio de tratamiento de aguas residuales a través de sistemas innovadores de tratamiento de estas.

1.1 Antecedentes

Un estudio reciente realizado por los biólogos Zoila González y William Gutiérrez (2013) llamado “Contribuciones a la hidrobiología en la República Dominicana” determinó que debido a que los desechos industriales, así como, las aguas residuales de miles de hogares ubicados en las cuencas de nuestras principales fuentes hidrográficas, desembocan directamente en estos ríos a través del sistema de alcantarillado de la CAASD.

Asimismo, Establecen que “están por encima de las normas establecidas para uso de las aguas dulces, estuarinas y costeras” y manifiestan que durante las últimas cinco décadas la ciudad de Santo Domingo ha experimentado un crecimiento planimétrico exponencial acompañado de un desbordamiento demográfico que no solo se evidencia en números, sino también en el congestionamiento y arrabalización de las zonas más empobrecidas de la ciudad.

Las zonas aledañas del Río Ozama de alto crecimiento poblacional, carentes de servicios básicos, ubicadas en locaciones inclinadas de manera natural crean las condiciones para el depósito de desechos sólidos y líquidos con todos los problemas de salubridad y degradación que esto conlleva.

Según una publicación del periódico El Nacional de fecha 5 de diciembre del 2015, existen condiciones deprimentes de contaminación medioambiental debido a la acumulación de residuos que presentan las cañadas que desembocan en el Río Ozama, y que este es el motivo por el cual la fundación Coalición Río decidió hacer una jornada de limpieza y educación del cuidado de nuestros recursos naturales.

La solución adoptada por las autoridades es la construcción de cañadas que en realidad son canales de paso del agua que desembocan en el río. En resumen, no cumplen con las necesidades reales que requieren los ríos.

La función primordial de las cañadas es encauzar el caudal pluvial y acumular los desechos sólidos, para redirigir las aguas residuales hacia los ríos, los cuales finalmente desembocan en el mar.

Martínez K., (2014) estableció en su investigación “Diseño, Desarrollo y Ejecución de una Estrategia para Mitigar el Impacto Ambiental Producido por la Contaminación en Canales de Aguas residuales” que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) define aguas residuales como “agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Las aguas de refrigeración no se consideran aguas residuales. “

En temporadas de lluvia se producen desbordamientos de los caudales, saturación de los registros y se forman charcos, todo lo cual las convierte en focos infecciosos de todo tipo de enfermedades y foco de crianza de vectores (mosquitos) transmisores de virus.

En el Caño Martín Peña ubicado en San Juan, Puerto Rico, “los ocupantes ilegales de bajos recursos se establecieron en los manglares de sus orillas, construyendo más de 5,000 viviendas informales. El agua se llenó de desechos y limo, y sin tener sistema sanitario, se volvió altamente contaminada. Sin tener un sitio para que el agua corra, cada vez que llovía la zona se inundaba, creando una situación peligrosa para los residentes. ” Teniendo que recurrir al “fideicomiso de la tierra que ayuda a transformar un asentamiento informal cerca del caño de un río contaminado y propenso a inundaciones en una comunidad sostenible. Proporciona un nuevo modelo para mejorar los asentamientos informales en ciudades, sin que estos se tornen inasequibles para los residentes originales. ”

1.2 Justificación

El proyecto beneficia a las comunidades vulnerables de El Arrozal, María Auxiliadora, Los Guandules y La Ciénaga, en el sentido que tendrán dicha propuesta, la cual podrá ser ejecutada de manera eficaz luego de realizar las distintas investigaciones científicas e hidráulicas, con lo que, podrán basarse para que en la Cañada Benavides disminuya el paso de aguas residuales no tratadas. Asimismo, creando un impacto positivo en la flora y fauna de todas las comunidades aledañas al Río Ozama.

El propósito de nuestro proyecto es plantear un acercamiento lo más preciso posible a la erradicación parcial y posteriormente, definitiva del problema.

Cabe destacar el proyecto también contribuye con la Ley No. 01-2012 de Estrategia Nacional de Desarrollo para el año 2030, en su 4^{to} eje estratégico en cuanto a la conformación de una sociedad para “gestionar el recurso de agua de manera eficiente y sostenible, para garantizar la seguridad hídrica”.



Figura 1. Personas cruzando cañada del sector Domingo Savio. (Periódico Diario Libre, 2012).

1.3 Delimitación del problema

Determinar el estado actual en que se encuentra la Cañada Benavides y su efecto en las comunidades cercanas a la Cañada Benavides el tratamiento de aguas residuales.

Proponer un sistema de tratamiento de aguas residuales en dicha cañada, con lo que, se espera reducir la cantidad de desechos que se redirigen al Río Ozama y mantener la cañada en mejor estado.

El Gran Santo Domingo en la actualidad cuenta en su haber con 24 sistemas de alcantarillado de los cuales 7 no están funcionando. Estos sistemas brindan servicio a 500 mil habitantes y tienen una capacidad de 72 mil m³/día.

Los diferentes sistemas de alcantarillados manejados por la CAASD poseen alguna forma de tratamiento de agua servida, ya sea a través de lagunas aireadas, pozos sépticos filtrantes o anaeróbicos, reactor anaeróbicos, lodos activados, aireación extendida o lagunas facultativas (CAASD, 2008).

1.4 Preguntas de investigación

¿Cuál es el estado actual de la cañada Benavides?

¿Qué mecanismos se pueden utilizar para tratar las aguas residuales de la cañada Benavides?

1.5 Objetivos del proyecto

Objetivo general

Proponer un sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales en cañadas urbanas en Santo Domingo: Caso cañada Benavides.

Objetivos específicos

- Estudiar las aguas residuales de la Cañada Benavides ubicada entre los sectores Domingo Savio, El Arrozal, María Auxiliadora, Los Guandules, La Ciénaga y Guachupita.
- Analizar el sistema de tratamiento de aguas residuales como mecanismo para reducir la polución en la cañada Benavides.
- Proponer un proyecto para tratar las aguas residuales de la cañada Benavides que serán vertidas en el Rio Ozama.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Descripción del proyecto

Conforme la Ley No. 01-2012 de Estrategia Nacional de Desarrollo para el año 2030 que responde a una necesidad sentida y formulada por distintos sectores económicos y sociales, de acuerdo a la premura de plasmar un cambio en el modelo de desarrollo mediante la definición implícita para lograrlo.

El proyecto consiste en un plan para el desarrollo de plantas de tratamiento residuales mediante la tecnología Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), prefabricada, de la marca ROTOPLAS y de fabricación mexicana, pionera en el desarrollo de sistemas de tratamiento y purificación de agua y sistemas de almacenamiento del líquido.

Rotoplas, (2015), es un proceso donde el agua proveniente del drenaje llega a la planta de tratamiento y da inicio al proceso. Los sólidos gruesos como plásticos o basura son retenidos en la rejilla de sólidos gruesos, el agua pasa por una segunda rejilla, para remover sólidos más finos y evitar obstrucciones en la tubería, para luego alimentar el proceso de tratamiento anaerobio. El agua residual, libre de basura llega al reactor anaerobio, esta es la parte central del proceso, sin oxígeno libre y utilizando microorganismos se remueven aproximadamente un 50% de los contaminantes del agua, el proceso continúa en el reactor aerobio, con la ayuda de sopladores, difusores de aire y microorganismos, se remueven el resto de los contaminantes orgánicos. El agua entra en el clarificador en donde el lodo y el agua son separados por diferencia de densidad, el agua limpia se va por gravedad al cárcamo de rebombeo y alimenta el filtro multimedia. El filtro multimedia remueve los parásitos y los pocos sólidos que contiene el agua facilitando la desinfección. Como fase final el agua pasa al tanque de contacto de cloro, donde se eliminan microorganismos y parásitos con cloro líquido. El agua tratada se almacena en un tanque para su aprovechamiento y distribución.



Figura 2. Desembocadura cañada Benavides hacia el río Ozama. (Periódico El Caribe, 2017).

Caso de estudio

González, J. (Feb., 6, 2014), nos comenta, que la cañada Benavides está ubicada en el sector Domingo Savio y pertenece a la red periurbana del Nordeste de Santo Domingo. Está ubicada en el límite divisorio de los populosos barrios de La Ciénega y Los Guandules. La misma constituye el tramo final de una compleja red de alcantarillado a través de la cual los desechos líquidos y sólidos de los barrios El Arrozal, La Ciénega, Los Guadales, Domingo Savio, Guachupita, 27 de Febrero, Agua Dulce y María Auxiliadora son depositadas en las aguas del río Ozama.

González, J. (Feb., 6, 2014), En Diciembre del 2013 fueron concluidas las labores de saneamiento de la misma, que consistieron en la construcción de un canal de hormigón armado cubierto por una losa nervada, con una longitud de 250 metros y un ancho de 6 metros y 1.30 metros de altura que se eleva superficialmente por encima de la calle y escaleras para cruzar de un lado a otro. La intención original era la de construir un boulevard, además de dos calles laterales que flanquean el ducto hasta el tramo a cielo abierto que sirve de transición al río y que actualmente se encuentra repleto de basura.

La ejecución del proyecto ascendió a un monto total de RD\$53, 266,077.05 los cuales incluyen RD\$17, 786,106.91 destinados a obras de alcantarillados colaterales. El saneamiento de la cañada ha tenido un impacto directo en las vidas de 7,500 personas y de forma indirecta a 150,000 personas.

Antes del saneamiento



Figura 3. Cañada Benavides, tres kilómetros de insalubridad. (Periódico Diario Libre, 2011).

Después del saneamiento



Figura 4. Cañada Benavides, saneamiento realizado por la CAASD. (Elaboración propia, 2016).

Sin embargo, las soluciones tomadas a la fecha han sido superficiales ya que el problema persiste y como vemos en la imagen a continuación, la colección de aguas residuales llega al órgano receptor sin ningún tipo de tratamiento previo.



Figura 5. Cañada Benavides, años después del saneamiento realizado por la CAASD. (Elaboración propia, 2018).



Figura 6. Cañada Benavides, tiempo después del saneamiento realizado por la CAASD. (Elaboración propia, 2018).

2.2 Definición tipo de proyecto

Martinic, (1996), describe un proyecto social como toda acción social, individual o grupal, destinada a producir cambios en una determinada realidad que involucra y afecta a un grupo social determinado. Los cambios deseados se entienden como un avance positivo en la realidad a intervenir, específicamente se espera una mejoría en las condiciones y la calidad de vida de los sujetos involucrados en dicha realidad.

De esta manera, Martinic, (1996), puntualiza que los proyectos sociales aspiran a producir cambios significativos en la realidad económica, social y cultural de los sectores más pobres y mejorar con ellos sus oportunidades y calidad de vida en la sociedad. El tipo de cambio que se persigue no es fácil de lograr y no siempre resulta ser permanente o sustentable cuando se acaban las acciones del proyecto. Lo anterior se explica en gran medida, porque se requiere de cambios de tipo conductual en los sujetos involucrados. En ese contexto se hace necesario intervenir – a veces de forma simultánea – a nivel de conocimientos, percepciones, relaciones sociales, en las organizaciones, en los sistemas – de producción, en los sistemas educativos y de salud pública, entre otros ámbitos del ser humano, con toda la complejidad y tiempo que eso significa.

2.3 Vinculación del proyecto a la END 2020-2030

Según el 4^{to} eje estratégico de la ley No. 1-12 de Estrategia Nacional de Desarrollo para el año 2030, en su artículo 27, numeral 4.1.4 cuyo objetivo específico es “gestionar el recurso de agua de manera eficiente y sostenible, para garantizar la seguridad hídrica”. El cuál está relacionado con la “Propuesta para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañada Benavides, debido a que el proyecto busca gestionar de manera eficiente y sostenible el recurso del agua para disminuir la contaminación en la cañada Benavides.

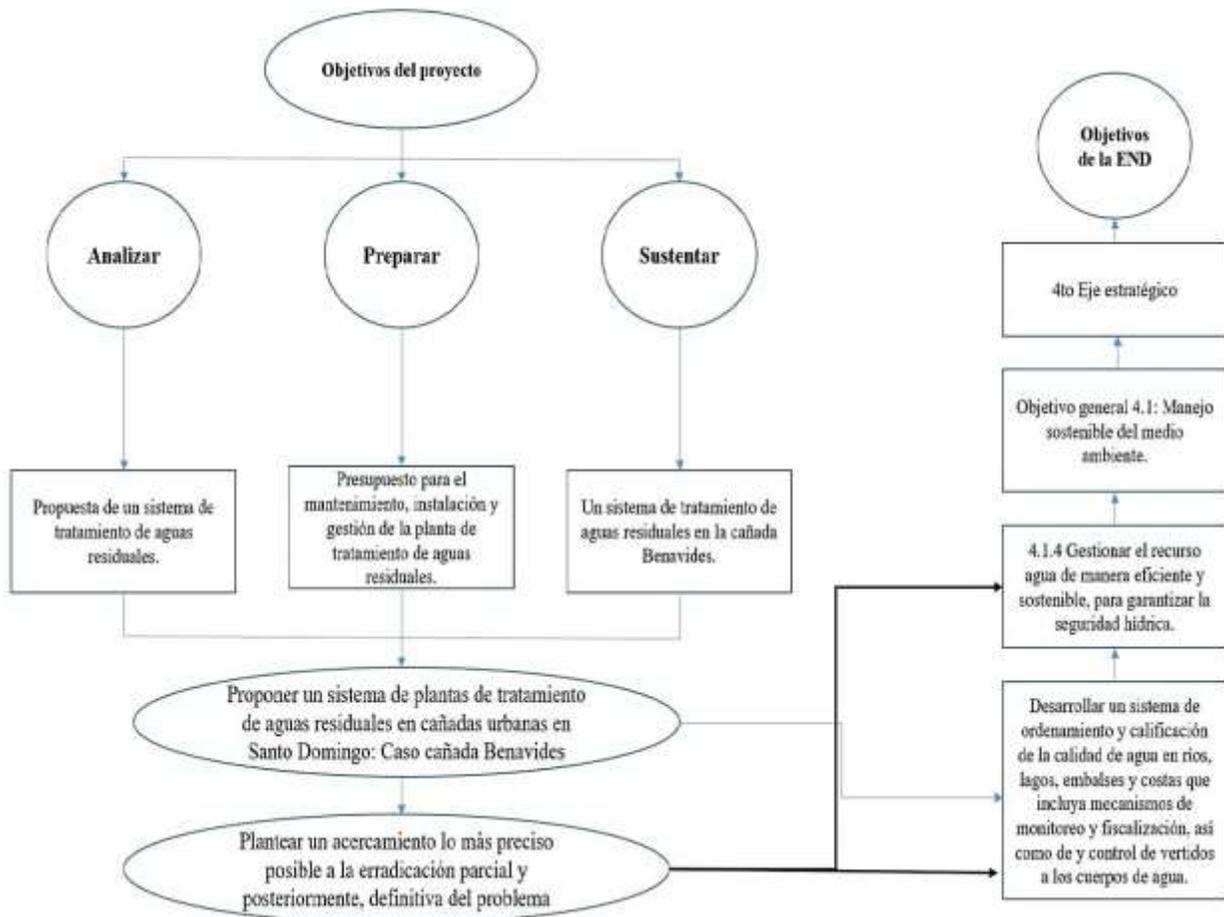


Figura 7. Vinculación de los objetivos de proyecto con la END. (Elaboración propia, 2018).

2.4 Árbol del problema

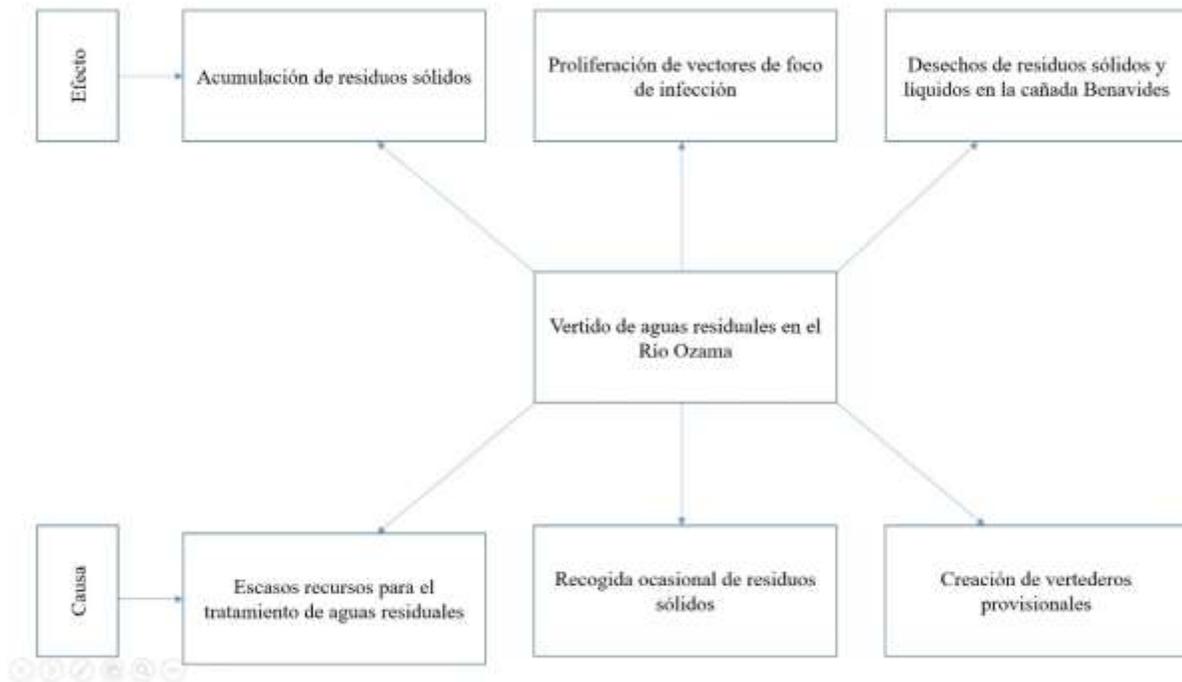


Figura 8. Árbol del problema. (Elaboración propia, 2018).

INVOLUCRADOS DEL PROYECTO (STAKEHOLDERS)		
Posición	Intereses	Poder
Empresa ROTOPLAS	Proveedor, responsable de instalar la planta de tratamiento	3
Instituciones Gubernamentales (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública, Corporación de Alcantarillado y Acueducto de Santo Domingo, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y Ayuntamiento del Distrito Nacional, Dirección General de Aduanas)	Reguladores, fiscalizadores	4
Instituciones Financieras	Financiero	4
Suplidores de Servicios de Almacenamiento y Transporte	Responsable de renta de almacén y de transportación diversa	2
Comunidad	Involucrarse en el proyecto y aprovechar los beneficios del mismo	2
Inversionistas	Garantizar la rentabilidad de la inversión	5

Leyenda	
Poder	Descripción de tomas de decisión.
5	Entidad con mayor autoridad en la toma de decisiones que afectan el proyecto
4	Entidad con autoridad que toma decisiones
3	Entidad externa cuya decisión impacta el proyecto
2	Entidad que no toma decisiones, pero impactan el desarrollo del proyecto
1	Entidad sin capacidad de toma decisiones

Tabla 1. Involucrados del proyecto (Elaboración propia, 2018).

2.4.1 Las alternativas de solución

Enunciamos las siguientes acciones que puedan lograr el medio suscitado en esta ‘‘Propuesta para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañadas Benavides’’:

- Creación de un vertedero provisional: que puede resolverse con A la recogida de desechos sólidos próximo a la cañada y/o B concientización a los miembros de las comunidades que desechan los sólidos en la cañada.
- Enfermedades: que pueden ser A realizar jornadas de fumigación y/o B jornadas médicas periódicas.
- Inundaciones: que puede resolverse con A la reubicación de las familias cercanas a la cañada y/o B plan de evacuación de emergencia en caso de eventos sobrenaturales.

De los puntos establecidos anteriormente se podrá identificar las siguientes alternativas:

1. Contratación de servicio de recogida de desechos sólidos próximo a la cañada, jornadas de fumigación y establecer rutas de evacuación en caso de emergencias.
2. Concientizar a los miembros de las comunidades que desechan sólidos en la cañada, programar jornadas médicas periódicas y reubicar las familias cercanas a la cañada.

2.5 ¿Qué son las aguas residuales?

Arana (2007), indica que toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La parte líquida de los mismos, a lo que llamamos aguas residuales, es esencialmente el agua de que se desprende la comunidad una vez ha sido utilizada durante las diferentes actividades para los cuales ha sido empleada. Por lo que se define el agua residual como la combinación de residuos líquidos provenientes de residencias, instituciones tanto públicas como privadas y negocios comerciales a los que se les puede agregar aguas subterráneas, superficiales y pluviales.

La intención es modificar las características de las aguas residuales de tal forma que el efluente tratado cumpla con los requisitos específicos para ser vertido en un cuerpo receptor sin causar impacto negativo al medioambiente o pueda ser reutilizado en otras actividades tales como descargas de baños, regaderas, entre otras.

Las denominadas aguas servidas son el resultado del uso doméstico o industrial del agua, las cuales también se llaman aguas residuales. Son residuales debido a que han sido usadas constituyendo un residuo, algo que no sirve para el usuario.

Estas también son llamadas aguas negras debido a que no sirven para el usuario directo y se denominan negras por el color. Algunos autores diferencian las aguas servidas y las aguas residuales en el sentido que las primeras provienen del uso doméstico y las aguas negras corresponden a la mezcla de las aguas domésticas e industriales, en su defecto, están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado sin previo tratamiento posterior a su uso.

Rolim (2000), establece que las aguas residuales pueden declararse como las aguas provenientes del sistema de abastecimiento de agua de una población después de haber sido utilizadas en diversas actividades domésticas e industriales, siendo estas recogidas por la red de alcantarillado el cuál las conducirá hacia un destino apropiado.

Fair, G.M. (1966), el tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua de uso humano.

A diferencia de otros procedimientos químicos y mecánicos para el tratamiento del agua, los tratamientos biológicos contemplan el uso de bacterias.

Existen procedimientos tanto anaeróbicos como aeróbicos para el tratamiento de aguas residuales. El término aeróbico se refiere a un proceso mediante el cual se utilizan bacterias que

requieren de oxígeno para subsistir, de este modo, constantemente se está inyectando oxígeno al reactor biológico. Por el contrario, en el método anaeróbico es en el que las bacterias no requieren de oxígeno.

El método de digestión anaeróbica es el de mayor uso en República Dominicana, ya que posee un bajo consumo eléctrico.

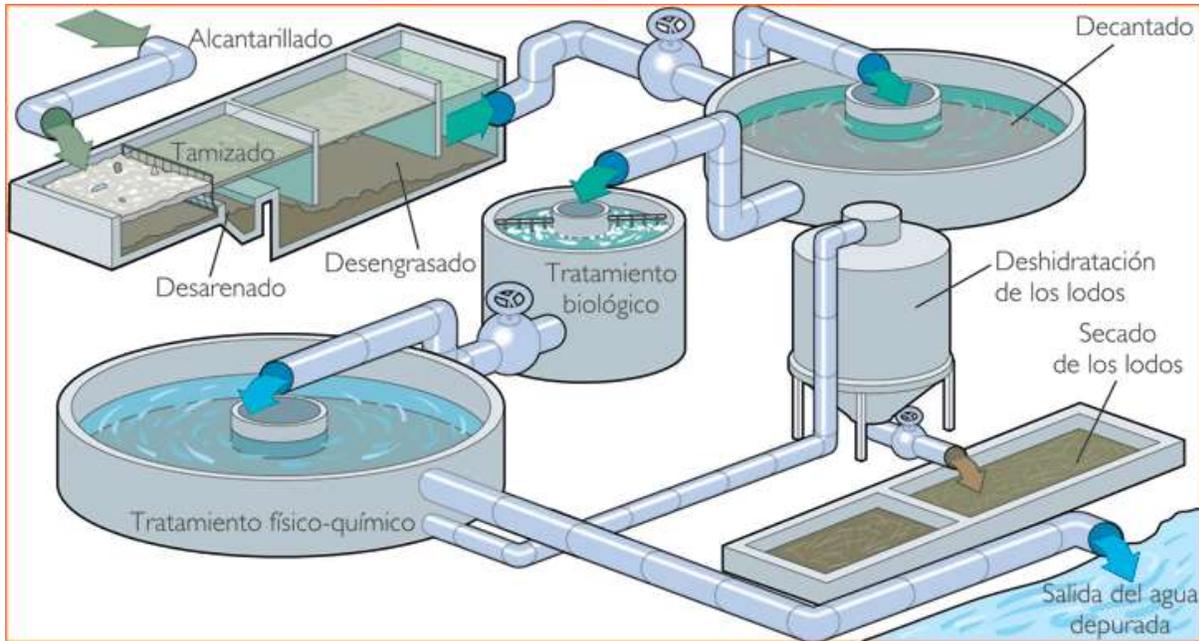


Figura 9. Procesos secuencial y cíclico en una planta de tratamiento. (Montserratol, 2017).

2.6 Clasificación de las aguas residuales

Según Mara y Cairncross (1990), cada persona genera 1.8 litros de materia fecal diariamente, correspondiendo a 113.5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.

Bataller M. (2010) clasifica las aguas residuales de la siguiente forma:

- **Industriales:** líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de

alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

- Pluviales: son aguas de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otro escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hoja y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.
- Aguas residuales urbanas: generadas en las ciudades asfaltadas y que son transportadas en forma de escorrentía superficial hasta su descarga final, ya sea el acuífero subterráneo o a cuerpos receptores superficiales (mares, ríos, cañadas).
- Aguas residuales domesticas: aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.), consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

2.7 Componentes de las aguas residuales

Campana, (sf), establece que el agua residual se compone de componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. Las proteínas son el principal componente del organismo animal, pero también están presentes también en los vegetales. El gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales proviene del azufre de las proteínas.

2.7.1 Componentes físicos

La característica física más importante de las aguas residuales es el contenido total de sólidos, la materia sedimentable, materia coloidal y la materia disuelta. Dentro de las características

físicas importantes se encuentran el color, temperatura, olor, densidad y turbiedad.

- Arana H., (2007) **Sólidos totales:** definidos como la materia obtenida como residuo, luego de someter el agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105° Celsius. No es considerada como sólida aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a la alta presión de vapor.
- Blázquez P. y Montero C., (2010) **Olores:** normalmente los olores son debido a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. Principales tipos de olores:
 - Olor a moho: razonablemente soportable: típico de agua residual fresca
 - Olor a huevo podrido: “insoportable”; típico del agua residual vieja o séptica, que ocurre debido a la formación de sulfuro de hidrógeno que proviene de la descomposición de la materia orgánica contenida en los residuos.
 - Olores variados: de productos descompuestos, como repollo, legumbres, pescado, de materia fecal, de productos rancios, de acuerdo con el predominio de productos sulfurosos, nitrogenados, ácidos orgánicos, etc.
- Arana H., (2007) **Temperatura:** suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales. La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto en el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción.
- Blázquez P. y Montero C., (2010) **Turbiedad:** como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residuo en suspensión. Su medición se lleva a cabo mediante la comparación entre la intensidad de la

luz dispersada en la muestra y la intensidad registrada en una suspensión de diferencia en las mismas condiciones.

- Arana H., (2007) **Color:** el agua residual tiende a tener un olor grisáceo, sin embargo al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir un color negro.

2.7.2 Componentes químicos

Arana H., (2007); Manga (2007); Crites R. (1998), describen las características químicas de las aguas residuales son principalmente el contenido de la materia orgánica e inorgánica y los gases presentes en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de agua.

- **Materia orgánica:** cerca del 75% de los sólidos en suspensión y 40% de los sólidos filtrables de un agua residual de concentración media, son de naturaleza orgánica. Son sólidos de origen animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos.
- **Materia inorgánica:** las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las distintas formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan. Las aguas naturales disuelven una parte de las rocas y minerales con las que entran en contacto. Las aguas residuales salvo el caso de determinados residuos industriales, no se suelen tratar con el objetivo de eliminar los constituyentes inorgánicos que se incorporan durante el ciclo de uso.
- **PH:** Ó ion hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de aguas naturales como residuales. El agua residual con concentraciones de ion hidrogeno

inadecuadas presenta dificultades de tratamiento con procesos biológicos, y el efluente puede modificar la concentración de ion hidrogeno en las aguas naturales, si esta no se modifica antes de la evacuación de las aguas. El PH de los ecosistemas acuosos puede medirse convenientemente con un PH-metro. Para el mismo procedimiento de mediciones también se emplean soluciones indicadoras y papeles de PH que cambian el color de determinados valores de PH.

- **DBO:** (Demanda Bioquímica de Oxígeno) el parámetro de contaminación orgánica más empleado, que es aplicable tanto a aguas residuales como superficiales, es la DBO a 5 días. La determinación de este está relacionada con la medición del oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica. Los resultados de los ensayos de DBO se emplearán para: 1. Determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia orgánica presente. 2. Dimensionar las instalaciones de tratamiento de aguas residuales. 3. Medir la eficacia de algunos procesos de tratamiento y controlar el cumplimiento de las limitaciones a que están sujetos los vertidos.
- **DQO:** (Demanda Química de Oxígeno) se obtiene mediante la oxidación del agua residual en una solución acida de permanganato o dicromato de potasio ($\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$). Este proceso oxida casi todos los compuestos orgánicos en gas carbónico (CO_2) y en agua. La reacción es completa en más de 95% de los casos.
- **Gases:** los gases que con mayor frecuencia se encuentra en aguas residuales brutas, son el nitrógeno (N_2), el oxígeno (O_2), el dióxido de carbono (CO_2), el sulfuro de hidrogeno (H_2S), el amoníaco (NH_3) y el metano (CH_4). Los tres últimos proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual.

2.7.3 Componentes biológicos

Arana H. (2007); Romero R. (2000); Crites R. (1998) , para el tratamiento biológico se deben tomar en cuenta las siguientes características del agua residual: principales grupos de microorganismos presentes, tanto en aguas superficiales como en aguas residuales, así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos; organismos patógenos presentes en las aguas residuales; organismos utilizados como indicadores de contaminación y su importancia; métodos utilizados para medir los organismos indicadores, y métodos empleados para determinar la toxicidad de las aguas tratadas.

- **Virus:** son excretados por los seres humanos y pueden representar un gran peligro para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus pueden sobrevivir hasta 41 días, tanto en aguas limpias como en aguas residuales a temperaturas de 20°C, y hasta 6 días en condiciones normales.
- **Algas:** su presencia afecta el valor del agua de abastecimiento, ya que puede originar problemas de olor y sabor. Uno de los problemas más importantes es encontrar el proceso de tratamiento que hay que aplicar a las aguas residuales de diferentes orígenes de modo que los efluentes no favorezcan el crecimiento de algas y demás organismos acuáticos.
- **Hongos:** desde el punto de vista ecológico, presentan ciertas ventajas sobre las bacterias: pueden crecer y desarrollarse en zonas de baja humedad y en ámbitos con PH bajos. Sin la colaboración de los hongos en los procesos de degradación de la materia orgánica, el ciclo de carbono se interrumpirá en poco tiempo, y la materia orgánica empezaría a acumularse.
- **Bacterias:** desempeñan un papel amplio y de gran importancia en los procesos de degradación y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento. Por ello resulta imprescindible conocer sus características, funciones

y proceso de síntesis.

2.8 Composición de las aguas residuales

Espigares (1985), indica que los compuestos orgánicos de efluentes domésticos e industriales representan el problema más antiguo de contaminación del agua. Anteriormente se priorizaban los efectos de los residuos domésticos sobre los industriales, debido al potencial de efectos agudos sobre la salud que poseían los residuos humanos, comparados con la creencia de que los residuos industriales producían sólo efectos indirectos. Debido a que fueron apareciendo nuevos compuestos químicos en las industrias, se comenzó a prestar atención a los efectos de los residuos industriales sobre la salud humana y el impacto ambiental que este podía causar.

Asimismo, Espigares (1985) describe los compuestos inorgánicos y minerales proceden de industrias mineras y de productos químicos. Entre ellos cabe destacar el amonio, cianuros, fluoruros, sulfuros, sulfitos y nitritos. Se pueden encontrar también los metales pesados acumulados en la cadena alimentaria, a través de la captación por el fitoplancton, peces y organismos filtradores, y pueden afectar al hombre.

De todos los residuos industriales, el drenaje ácido de las minas alcanza el récord, en cuanto a perjuicios para las fuentes de agua, debido a que aumenta los costos de tratamiento y distribución y origina corrosiones.

Los compuestos formados durante el tratamiento del agua, asociados al proceso de cloración se encuentran los trihalometanos, de los cuales unos de los más peligrosos es el cloroformo debido a su carácter carcinogénico. La formación de trihalometanos se muestra cuando el agua contiene en abundancia materia orgánica consecuencia del crecimiento de algas en los meses veraniegos.

Campaña (sf), el agua residual se compone de componentes físicos, químicos y biológicos. Es una mezcla de materiales orgánicos e inorgánicos, suspendidos o disueltos en el agua. La mayor parte de la materia orgánica consiste en residuos alimenticios, heces, material vegetal, sales minerales, materiales orgánicos y materiales diversos como jabones y detergentes sintéticos. Las proteínas son el principal componente del organismo animal, pero también están presentes en los vegetales. El gas sulfuro de hidrógeno presente en las aguas residuales proviene del Azufre de las proteínas.

2.9 Proceso de tratamiento de aguas residuales

Rodríguez, et al. (2006), consideran que el proceso comienza con la eliminación de materia en suspensión. La eliminación de esta materia (normalmente inorgánicas), suelen hacerse mediante operaciones mecánicas. Sin embargo, en muchos casos, y para favorecer esa separación, se utilizan aditivos químicos, denominándose en este caso tratamientos químico-físicos. A continuación, se describen las operaciones unitarias más habituales. La utilización de una u otra es función de las características de las partículas (tamaño, densidad, forma, etc.) así como de la concentración de estas.

Desbaste

Lozano (2012), explica que los elementos flotantes como plásticos, trozos de madera y ramas, entre otros, deben ser retirados en el desbaste. Esta unidad no es prescindible en ninguna tratadora y es independiente de la existencia o no, del pozo de muy gruesos.

El desbaste se conoce también como cribado y se hace, de manera frecuente, mediante la instalación de rejillas metálicas de diferentes características de diseño y operación, dependiendo del tipo de agua a tratar. El tamaño de los barrotes usados en las rejillas dependerá del tamaño de los materiales que se pretende retener, con el fin de que sean lo suficientemente fuertes para que no se deformen.

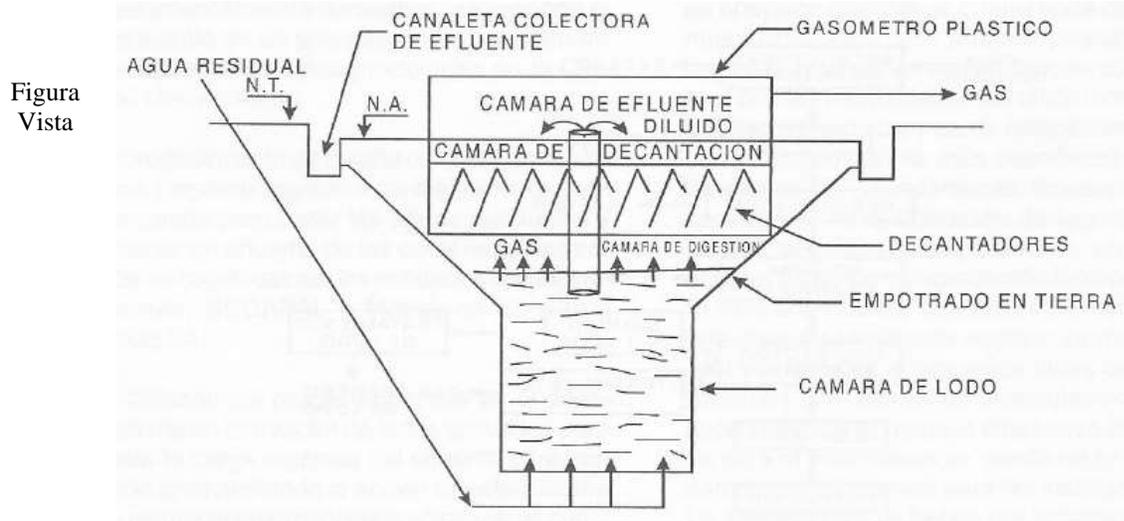


Figura Vista

10.

seccional horizontal del bioreactor anaerobio de flujo ascendente. (Erazo y Cárdenas, 2000).

Sedimentación

Rodríguez, et al. (2006), definen la sedimentación como una operación física en la que se aprovecha la fuerza de la gravedad que hace que una partícula más densa que el agua tenga una trayectoria descendente, depositándose en el fondo del sedimentador. Esta operación será más eficaz cuanto mayor sea el tamaño y la densidad de las partículas a separar del agua, es decir, cuanto mayor sea su velocidad de sedimentación, siendo el principal parámetro de diseño para estos equipos. A esta operación de sedimentación se le suele denominar también decantación.

Filtración

Maldonado (s.f.), asegura la filtración consiste en la remoción de partículas suspendidas y coloidales presentes en una suspensión acuosa que escurre a través de un medio poroso. En

general, la filtración es la operación final de clarificación que se realiza en una planta de tratamiento de agua y, por consiguiente, es la responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los estándares de potabilidad.

Flotación

Colotta (2003), establece la flotación es un proceso para separar sólidos de baja densidad o partículas líquidas de una fase líquida. Inicialmente el líquido es sometido a un proceso de presurización con aire comprimido para conseguir la disolución del gas en el líquido. La presión oscila entre 2 a 6 atmósferas. Seguidamente el sistema es despresurizado mediante una válvula reductora de presión, formándose burbujas que se adhieren a las partículas contaminantes y los obliga a flotar sobre la superficie libre del líquido. Finalmente, los sólidos se separan de la superficie por sistemas mecánicos (rastras), y parte del líquido reciclado para lograr mayores eficiencias de separación.

Coagulación-floculación

Aguilar, Sáez, Llorens, Soler, y Ortuño (2002), concluyen que la coagulación es el proceso por el que los componentes de una suspensión o disolución estable son desestabilizados por superación de las fuerzas que mantienen su estabilidad. Mientras la floculación es el proceso por el que las partículas desestabilizadas se unen para formar grandes partículas estables o aglomerados.

2.10 La digestión anaeróbica

Erazo y Cárdenas (2000), Definen la digestión anaeróbica como un proceso fermentativo que se lleva a cabo para el tratamiento de aguas residuales en ausencia de oxígeno y con la participación de poblaciones bacterianas. Mediante un complejo proceso químico esta materia

orgánica es sintetizada en un lodo.

La degradación anaeróbica de la materia orgánica se produce por la presencia de diversos grupos de bacterias anaeróbicas y facultativas. La digestión anaeróbica utiliza 3 grupos tróficos y 4 pasos en el proceso de transformación de la materia residual:

- 1) Hidrólisis: Bacterias Hidrolíticas (Grupo I)
- 2) Acidogénesis: Bacterias Fermentativas (Grupo I)
- 3) Acetogénesis: Bacterias Acetogénicas (Grupo II)
- 4) Metanogénesis: Bacterias Metanogénicas (Grupo III)

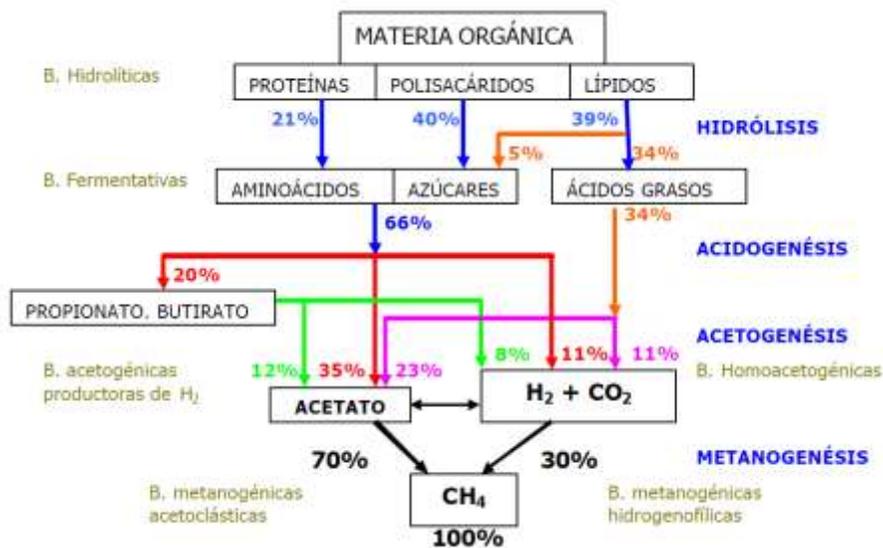


Figura 11. Procesos biológicos y plantas de tratamiento. (Montserratol, 2017).

Lorenzo y Obaya (2005), aseguran que la digestión anaerobia es una fermentación microbiana en ausencia de oxígeno que da lugar a una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), conocida como "biogás" y a una suspensión acuosa o "lodo" que contiene los microorganismos responsables de la degradación de la materia orgánica. La materia prima preferentemente utilizada para ser sometida a este tratamiento es cualquier biomasa residual que posea un alto contenido en humedad, como restos de comida, restos de hojas y hierbas al limpiar

un jardín o un huerto, residuos ganaderos, lodos de plantas tratadoras de aguas residuales urbanas y aguas residuales domésticas e industriales.

Los tratamientos aerobios y anaerobios constituyen las dos grandes alternativas de tratamiento biológico de aguas residuales y residuos orgánicos fermentables.

Sin embargo, el hecho de no necesitar aireación y la generación de biogás, que se puede utilizar en la misma planta con finalidades energéticas, hacen que la digestión anaerobia resulte mucho más favorable económicamente, permitiendo en muchos casos la autonomía o autosuficiencia de las plantas de tratamiento.

Otro aspecto muy ventajoso es que la generación de lodos en exceso es mucho menor en el proceso anaerobio que en el aerobio, por lo que también se reducen los costos de tratamiento de los lodos. Por todo esto, la digestión anaerobia se presenta como el método más ventajoso en el tratamiento de aguas residuales de mediana y alta carga orgánica.

2.10.1 Ventajas y Desventajas de la digestión anaerobia

Lorenzo y Abreu (2005), establecen las siguientes ventajas de la digestión anaerobia:

- El consumo de energía es muy bajo con el tratamiento anaerobio. Por ejemplo, no tiene que ser provisto oxígeno y no es necesario un mezclado intenso.
- La mayoría del material orgánico en el agua residual se convierte en biogás, que puede ser combustionado con el fin de obtener energía o vapor.
- Son sistemas que asimilan altas y bajas cargas orgánicas.
- Los costos de inversión son bajos, porque se aplican altas cargas orgánicas al reactor y los tiempos de la retención son cortos. Además, el diseño y la construcción de un reactor anaerobio es simple, lo que reduce aún más los costos.

Desventajas de la digestión anaerobia

- El proceso anaerobio no permite conseguir la calidad de efluente que se puede alcanzar en una planta de lodos activos y otros sistemas aerobios.
- Requerimiento de un lodo granular para arranques rápidos. Arranque lento (seis meses) en caso de no contar con lodos inoculados.
- En ocasiones, hay presencia de malos olores, para lo cual se requiere de un sistema simple de control.

2.11 La digestión aeróbica

Lozano (2012), se considera un proceso de respiración de oxígeno en el que el oxígeno libre es el único aceptor final de electrones. El carbono se oxida y el oxígeno se reduce. A pesar de la complejidad de este metabolismo microbial.

Ramalho (1990), nos define la digestión aerobia como un proceso en el cual se produce una aireación, por un periodo significativo de tiempo, de una mezcla de lodo digerible de la clarificación primaria y lodo del tratamiento biológico aerobio, con el resultado de una destrucción de células, y una disminución de sólidos volátiles (VSS).

El objetivo principal de la digestión aerobia es reducir el total de lodos que se debe evacuar posteriormente. Esta reducción es el resultado de la conversión, por oxidación, de una parte, sustancial del lodo en productos volátiles.

Desde hace más de cien años se conoce el hecho de que si se dejan los sólidos sedimentados de las aguas residuales en un tanque cerrado por un tiempo suficiente, pasan a tener un aspecto líquido y se genera simultáneamente un gas que contiene metano.

El proceso biológico aeróbico es llevado a cabo por un grupo de bacterias y protozoos que mediante la presencia de oxígeno transforma la materia orgánica en materia celular inocua. Para

que el proceso sea eficiente, los microorganismos deben estabilizar la materia orgánica por un lado y agruparse en flóculos o unidades que pueden ser separados por decantación en forma de lodos. En pocas palabras la materia orgánica presente en el agua se mineraliza concentrándose en forma de lodo.

2.11.1 Comparación de la digestión de lodos aerobia y anaerobia

Ramalho (1990), considera que los digestores anaerobios significarán mayores inversiones que los aerobios, en lo concerniente a volumen del reactor, debido a los mayores tiempos de retención. Por otro lado, hay ahorros en costes de inversión, debido a la ausencia de equipos de aireación, así como en costes por menor consumo energético. La operación de digestores anaerobios es, sin embargo, más difícil, siendo el proceso más sensible a las cargas de choque. También el líquido sobrenadante es en el caso de los anaerobios más rico en nutrientes y compuestos orgánicos.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Diseño metodológico

El diseño metodológico es de carácter descriptivo, utilizando una estrategia que permita comprobar la calidad del agua residual y como llega al efluente, información de servicios básicos y generales de la zona, determinar los procedimientos y las estrategias que nos van a servir para dar respuesta a la problemática y comprobar la hipótesis y el plan de acción para alcanzar los objetivos del proyecto de investigación.

3.2 Tipo de estudio y método

El método a utilizar en esta investigación es el método mixto debido a que fusionará el cualitativo, que es el conglomerado de operaciones, tácticas y estrategias que el investigador realiza ante y con el fenómeno, en otras palabras, es la interrelación con el conjunto social, y el cuantitativo facilita la medición de lo observado mediante estadísticas, relación entre variables y predicciones de las posibles conclusiones establecidas.

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda información recabada (meta inferencias) y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008).

La investigación se basará en la recopilación de información para el fundamento del trabajo y además la elaboración del plan de investigación. La información contó con aspectos sobre investigaciones realizadas en el pasado, unidades físicas que la conforman y procesos ocurridos en cada una de ellas.

3.3 Metodología

La metodología está basada en la Guía Metodológica General para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública del MEPyD, ya que desencadena los objetivos por niveles que permitan una adecuada supervisión y control de la ejecución.

El proyecto se desarrollará en el siguiente orden lógico:

Etapas iniciales

- Estudios preliminares
- Acondicionamiento del terreno
- Flete marítimo
- Aranceles y transporte terrestre
- Equipamiento con tecnología ROTOPLAS

Etapas de ejecución

- Construcción de verja perimetral
- Construcción de caseta de vigilancia
- Construcción de caseta de planta
- Construcción de compuerta de entrada de agua
- Instalaciones eléctricas
- Instalación del sistema de tratamiento de aguas residuales

Etapas de resultados

- Jornadas de salud a la comunidad
- Campañas de concientización a la comunidad

3.4 Localización

El área de estudio se encuentra ubicada en el sector Domingo Savio y pertenece a la red periurbana del Nordeste de Santo Domingo. Está ubicada en el límite divisorio de los barrios de La Ciénega y Los Guandules. La misma constituye el tramo final de una compleja red de alcantarillado a través de la cual los desechos líquidos y sólidos de los barrios La Ciénega, Los Guandules, Domingo Savio, Guachupita, 27 de febrero, Agua Dulce y María Auxiliadora son depositadas en las aguas del río Ozama.

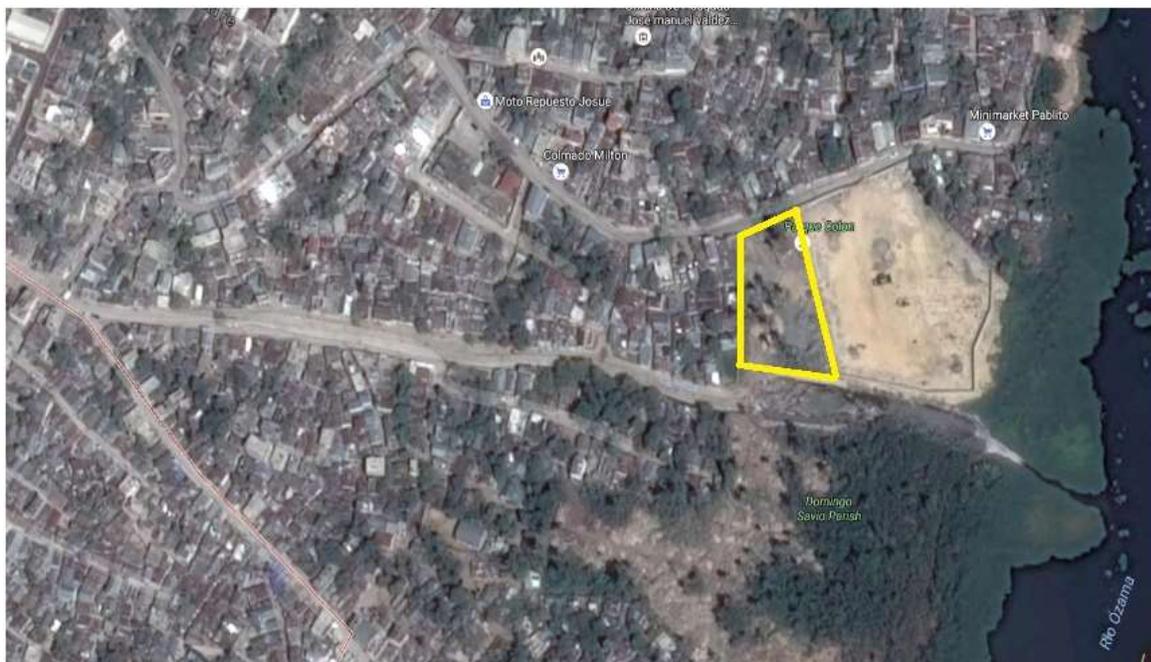


Figura 12. Ubicación satelital del proyecto. (Google maps, 2018).

3.5 Universo y muestra

El método de muestreo a desarrollar en nuestro proyecto de investigación va referido a los procedimientos empleados para seleccionar la población sobre los que se van a tomar los datos para su respectivo análisis y estudio.

La población según Selltiz, C. (1980), es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Schumacher (2005), define a la población como un grupo de

elementos o casos, ya sean individuos, objetos o acontecimientos, que se ajustan a criterios específicos los cuales pretendemos generalizar los resultados de la investigación.

La muestra para Hernández Sampieri (2014), la muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población.

A lo que podemos definir que una muestra es una ligera proporción tomada para ser analizada.

Muestra aplicada:

Para el presente proyecto la metodología de muestreo a utilizar será la de muestreo no probabilístico, y dentro de esta el muestreo por conveniencia debido a que este consiste en seleccionar a los individuos que convienen para la investigación y la toma de muestra.

Los criterios de selección de la muestra fueron los siguientes:

Residir en el sector Domingo Savio del Distrito Nacional al menos 15 años mínimos.

Ser mayor de edad.

El proceso de selección de la muestra contempló en primer lugar la identificación de cada residente del sector en los últimos 10 años, para tomar el resto de los residentes de mayor tiempo observando que estos cumplieran con las características del enfoque a los cuales la investigación está dirigida contemplando los niveles de vida en ese sector.

La población evaluada se tomó del último censo realizado en el año 2010, cuya población es de 7,500 personas. La muestra fue calculada como población finita.

El muestreo utilizado fue probabilístico por cuotas de tipo aleatorio, ya que la elección de las personas es al azar, cada sujeto tuvo la misma posibilidad de ser elegido. En donde $N=7,500$.

Para el cálculo de la muestra se empleó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 p \cdot q \cdot N}{E^2 + Z^2 p \cdot q}$$

En donde:

n - Tamaño de la muestra

Z - Nivel de confianza 0.95% equivalente a un valor de 1.96

P - Probabilidad de Éxito 0.5

q - Probabilidad de fracaso 0.5

N -Tamaño de la población promedio anual 7,500; se tomó como población finita

E - Error permisible. 5%

Sustituyendo en la ecuación se obtiene que **n = 365** personas.

3.6 Técnicas de investigación

La investigación es de recolección de datos cuantitativos utilizando de instrumento de medición cuestionarios con varias opciones de respuesta. El proyecto al ser de carácter social, se evaluó la percepción de los residentes de la zona acerca de la contaminación producida utilizando preguntas cerradas en el contexto de entrevista personal.

Toda medición o instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad.

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández-Sampieri et al., 2013; Kellstedt y Whitten, 2013; y Ward y Street, 2009).

Para Hernández-Sampieri, (2013), la validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.

En cuanto a la objetividad (Mertens, 2010) se refiere al grado en que éste es o no permeable a la influencia de los sesgos y tendencias del investigador o investigadores que lo administran, califican e interpretan. Investigadores racistas o machistas quizás influyan negativamente por su

sesgo contra un grupo étnico o el género femenino. Lo mismo podría suceder con las tendencias ideológicas, políticas, religiosas o la orientación sexual.

Las preguntas utilizadas fueron cerradas ya que estas facilitan la codificación y preparación para su respectivo análisis debido a que éstas requieren menos esfuerzo por parte de los encuestados.

El instrumento de medición cumple con la confiabilidad ya que la aplicación repetida al mismo individuo produce el mismo resultado, la validez para medir las variables y la objetividad que es un poco más compleja ya que esta es una propuesta de carácter social y cada entrevistado interpreta las preguntas de una manera distinta, pero de esta forma, se puede consensuar o llegar a una media de lo que los residentes opinan según lo encuestado.

3.7 Instrumentos de investigación.

De acuerdo a Münch, Lourdes (1988:54-62), los instrumentos para recopilar información son, las técnicas de información documental (fichas bibliográficas y fichas de trabajo), la encuesta, el cuestionario, la entrevista, las pruebas y las escalas de actitudes.

3.8 Procedimientos de recolección de datos: primarias y secundarias.

Gallardo y Moreno (1999), acordaron que la recolección de la información debe realizarse utilizando un proceso planeado paso a paso, para que de forma coherente se puedan obtener resultados que contribuyan favorablemente al logro de los objetivos propuestos.

Si en el proceso investigativo, la obtención y recolección de la información no se realiza sistemáticamente, siguiendo un proceso ordenado y coherente, que a su vez permita evaluar la confiabilidad y validez tanto del proceso mismo como de la información recolectada, ésta no será relevante y por lo tanto no podrá reflejar la realidad social que se pretende describir.

La búsqueda de la información se realiza con base en los elementos del problema, el planteamiento de preguntas relevantes (no necesariamente para mantenerlas sino para orientar la búsqueda de información), las variables intervinientes en el proceso y los indicadores que permiten operacionalizarlas. Se hace necesario que el investigador y los responsables de estas acciones tengan un dominio conceptual y teórico tanto del objeto de investigación, como de la población a estudiar, para minimizar la posibilidad de que se presenten sesgos en esta etapa.

Gallardo y Moreno (1999), establecen que una vez identificadas las necesidades de información se pueden realizar tres actividades estrechamente relacionadas entre sí: la primera se refiere a la selección de los instrumentos de medición y/o técnicas de recolección de información; la segunda se relaciona con la aplicación de estos instrumentos y la tercera concierne a la preparación o codificación de la información obtenida en busca de facilitar su análisis.

En un proceso investigativo se puede generar gran cantidad de información. De ahí que un plan bien preparado para el manejo de los datos sea de gran importancia.

Este plan debe incluir los pasos para el procesamiento de los datos, desde el momento de su toma en el trabajo de campo (bien sea que se trate de información primaria como secundaria) hasta la culminación del análisis de esa información recolectada. Se recomienda incluir también un esquema de control de calidad para verificar la correlación entre los datos procesados y los datos recolectados en el campo. Éste debe contemplar el proceso a seguir para determinar la veracidad de los datos recolectados por el encuestador, observador y/o entrevistador.

3.8.1 Información Primaria y Secundaria

Gallardo y Moreno (1999), nos definen la información en dos partes:

Información primaria. Es aquella que el investigador recoge directamente a través de un contacto inmediato con su objeto de análisis.

Información secundaria. Es aquella que el investigador recoge a partir de investigaciones ya hechas por otros investigadores con propósitos diferentes. La información secundaria existe antes de que el investigador plantee su hipótesis, y por lo general, nunca se entra en contacto directo con el objeto de estudio.

En general, es mejor obtener los datos estadísticos de las fuentes primarias que de las secundarias. En primer lugar, los datos en las fuentes primarias tienden a ser más completos que los de las fuentes secundarias; por ejemplo, la descomposición detallada de los datos en las fuentes primarias, a menudo se omite cuando estos mismos datos se reportan en fuentes secundarias. En segundo lugar, en una fuente primaria, los datos estadísticos frecuentemente se encuentran suplementados a aquellas informaciones pertinentes, como por ejemplo los métodos de recopilación de dichos datos y los cambios efectuados en las definiciones. Esta información suplementaria, que ayuda considerablemente en la valoración e interpretación de los datos, a menudo se encuentra condensada o aun enteramente omitida cuando los datos se vuelven a publicar en fuentes secundarias. Finalmente, existe siempre la posibilidad de que errores no contenidos en la fuente primaria sean introducidos en las fuentes secundarias debido a equivocaciones personales y tipográficas cometidas al transcribir los datos.

Gallardo y Moreno (1999), nos indican que las fuentes secundarias frecuentemente resultan convenientes, porque acumulan datos dispensados en cierto número de fuentes primarias; por ejemplo, el Anuario de Estadística, que contiene datos recopilados de una gran variedad de fuentes primarias de origen gubernamental y no gubernamental. Cuando se requieren datos de varias de estas fuentes primarias para analizar un problema dado, puede ser más conveniente obtenerlos de un simple volumen tal como el Anuario de Estadística, que a partir de fuentes primarias individuales. Por otra parte, las fuentes secundarias amplias tales como el Anuario de Estadística, pueden también usarse para localizar rápidamente las fuentes primarias de los datos deseados.

Las empresas públicas y privadas mantienen registros de información (bases de datos y resultados de sus estudios e investigaciones) que pueden ser consultados directamente o a través de internet.

Capítulo IV: Presentación de los Resultados

Luego de aplicar el cuestionario a los residentes de la zona, estos fueron los resultados que arrojaron la encuesta:

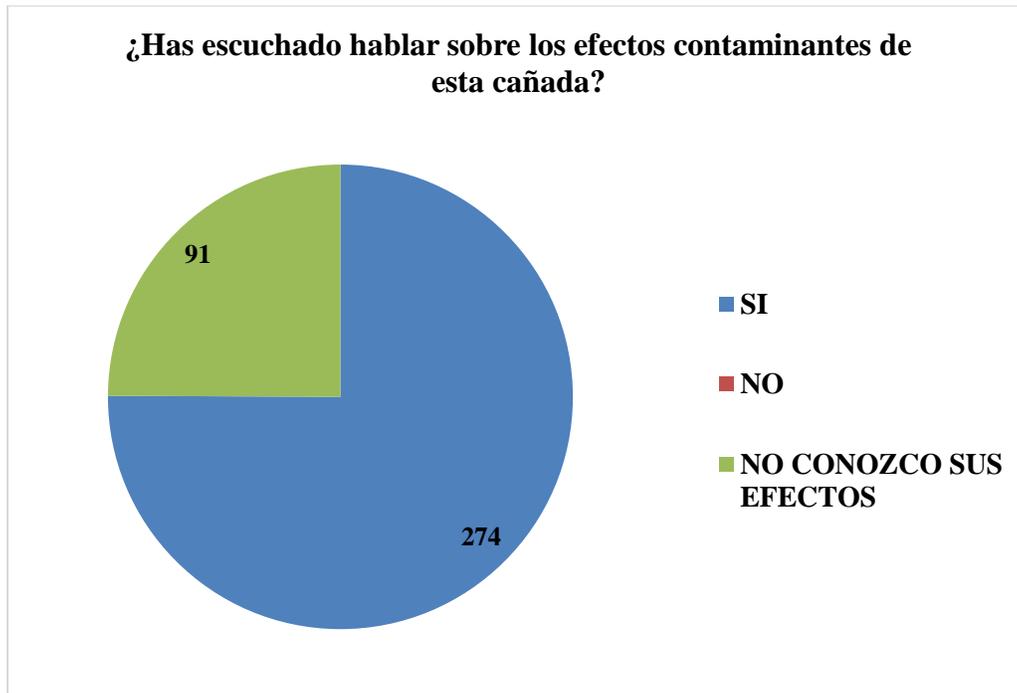


Figura 13. Promedio de respuestas de la pregunta No. 1 (Elaboración propia, 2018).

Se puede constatar en la figura 13, muestra que el 75% de los encuestados SI han escuchado hablar sobre los efectos contaminantes de la cañada Benavides, mientras que el 25% de los encuestados contestaron que NO conocen sus efectos.

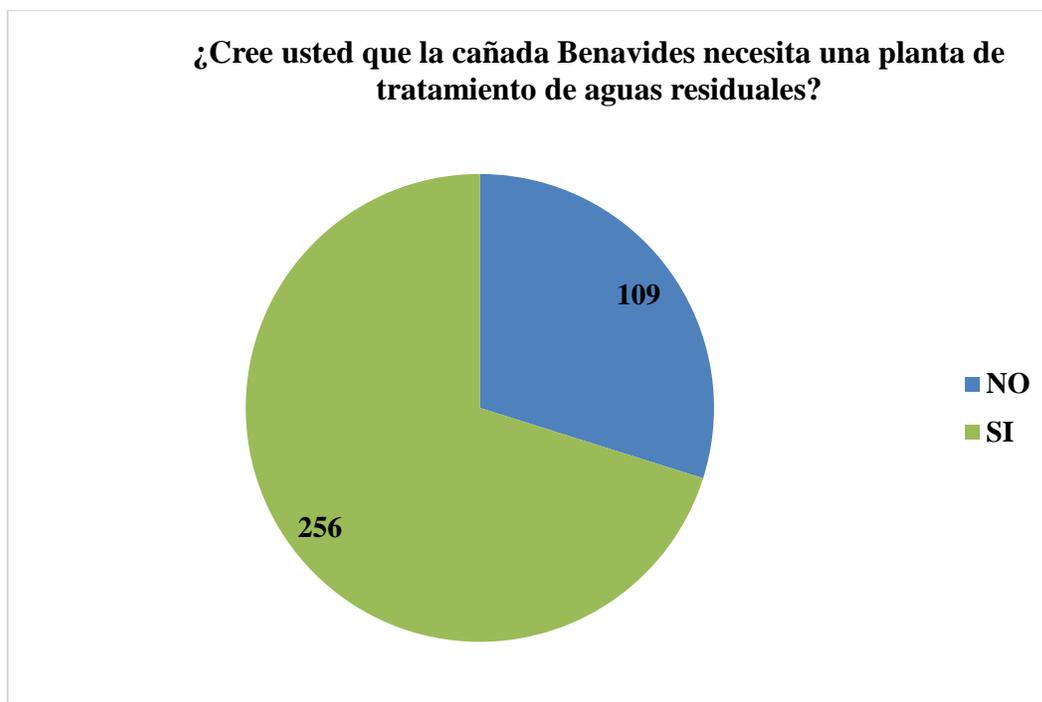


Figura 14. Promedio de respuestas de la pregunta No. 2 (Elaboración propia, 2018).

La figura 14, muestra que el 70% de los entrevistados SI cree que la cañada Benavides necesita una planta de tratamiento de aguas residuales, mientras el 30% respondió que NO.

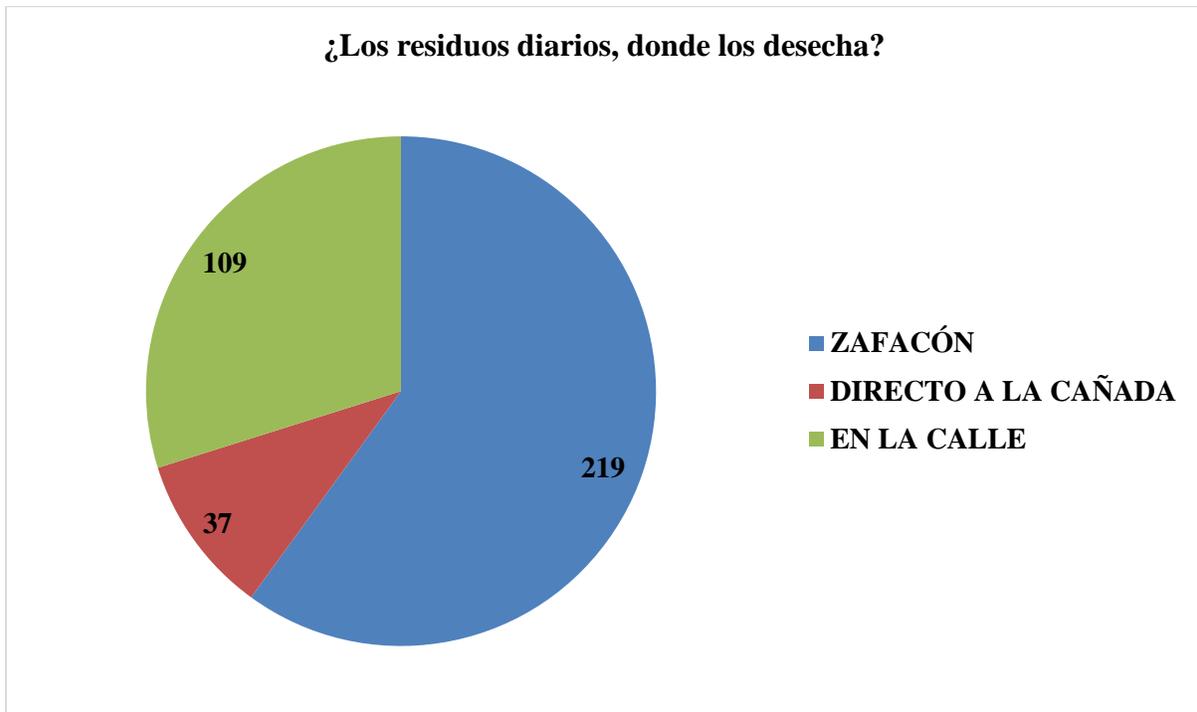


Figura 15. Promedio de respuestas de la pregunta No. 3 (Elaboración propia, 2018).

En la figura 15 se observa, como el 60% de los encuestados respondió que los residuos que producen diario los desechan en el ZAFACÓN, que posteriormente es recogida por el Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN), el 30% dicen que depositan los residuos EN LA CALLE de Domingo Savio, en tanto, el 10 % confirmó que la deposita en la cañada Benavides.

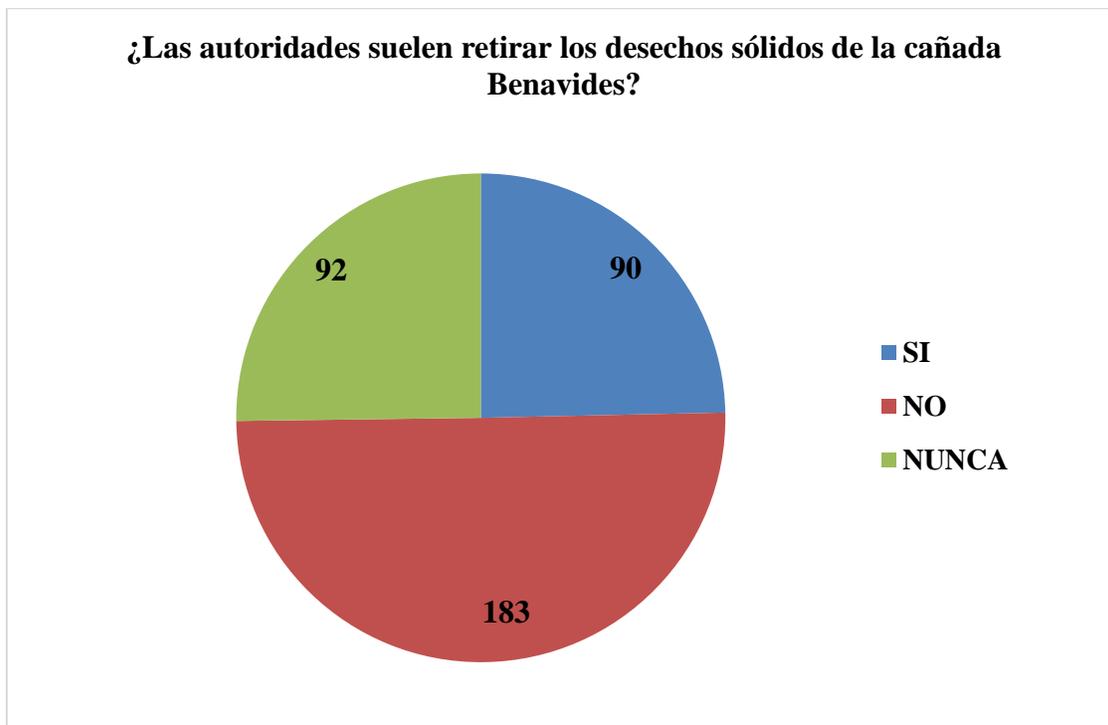


Figura 16. Promedio de respuestas de la pregunta No. 4 (Elaboración propia, 2018).

La figura 16 refleja que el 50% de los encuestados respondieron que las autoridades NO han suelen remover los desechos sólidos de la cañada Benavides, el 25% manifestó que NUNCA, en cambio el 25% dijo que SÍ.

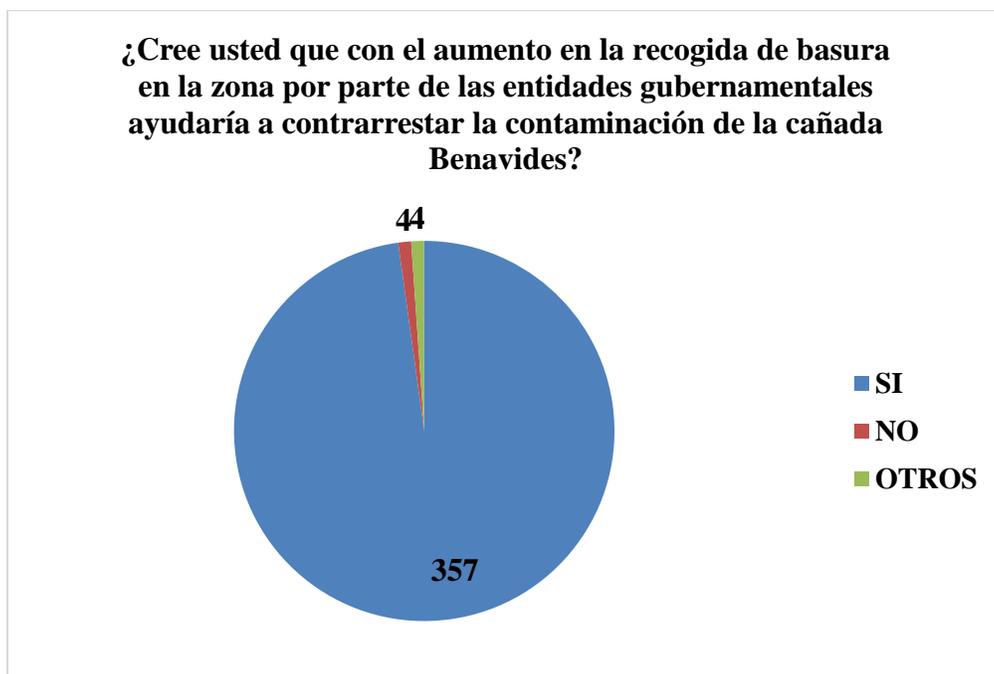


Figura 17. Promedio de respuestas de la pregunta No. 5 (Elaboración propia).

La figura 17 muestra que el 98% de los entrevistados coincide en que una mayor recogida de basura por parte de las autoridades ayudaría a contrarrestar la contaminación de la cañada Benavides, el 1% respondió que no y otro 1% dijo que con OTRAS entidades.

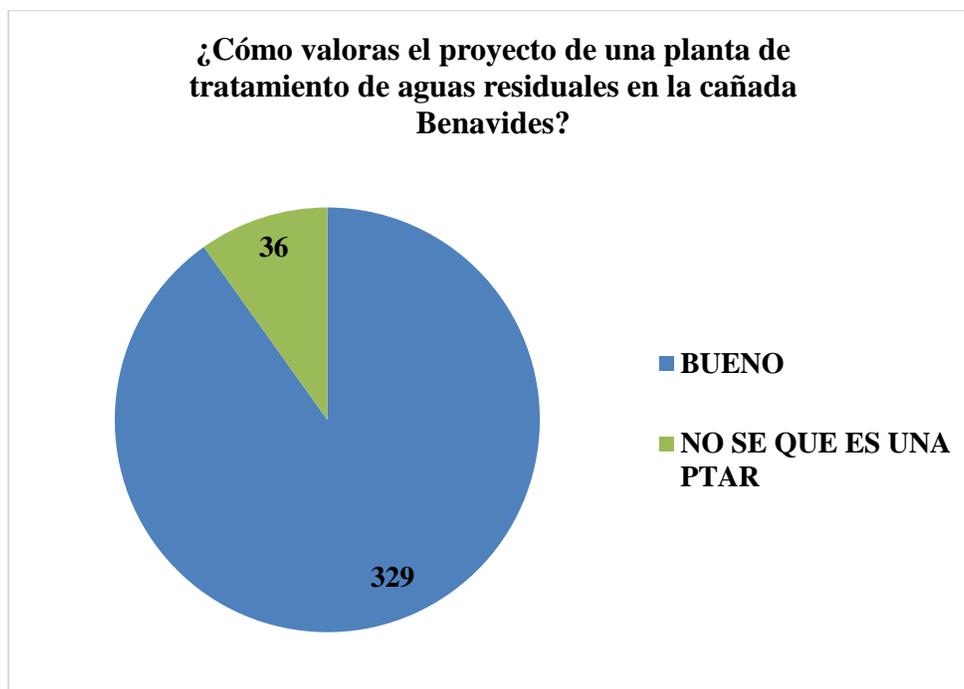


Figura 18. Promedio de respuestas de la pregunta No. 6 (Elaboración propia).

La figura 18 muestra que el 90% de los entrevistados valora como BUENA una planta de tratamiento en la cañada Benavides, entretanto el 10% contestó NO SABE QUE ES UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

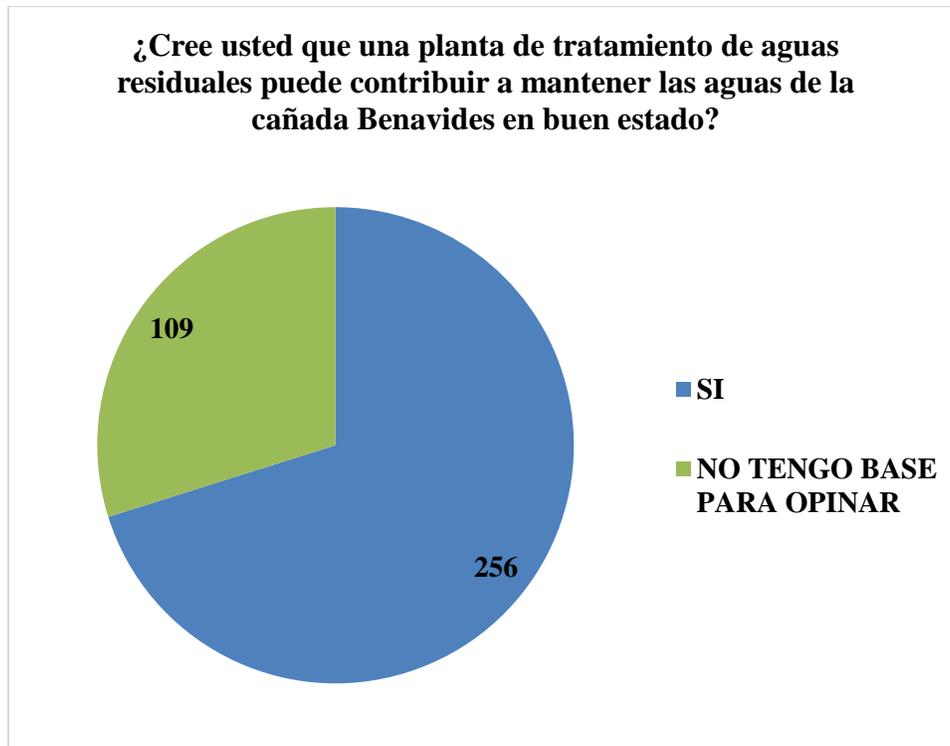


Figura 19. Promedio de respuestas de la pregunta No. 7 (Elaboración propia).

La figura 19 exhibe que el 70% de los entrevistados considera que una planta de tratamiento de aguas residuales en la cañada Benavides SI PUEDE CONTRIBUIR A MANTENER LAS AGUAS DE LA MISMA EN BUEN ESTADO para que luego sea vertida en el Río Ozama, mientras el 30% contestó NO TIENE CONOCIMIENTO PARA OPINAR SOBRE EL TEMA.

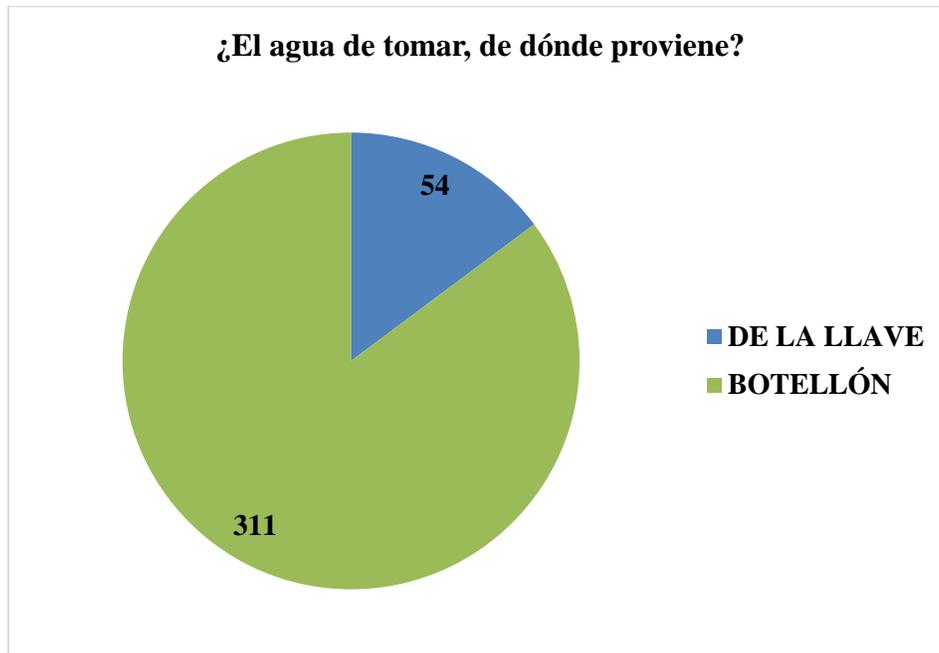


Figura 20. Promedio de respuestas de la pregunta No. 8 (Elaboración propia).

La figura 20 presenta que el 85% de los entrevistados consumen agua del BOTELLÓN, en cambio el 15% respondió que adquieren el agua DE LA LLAVE.

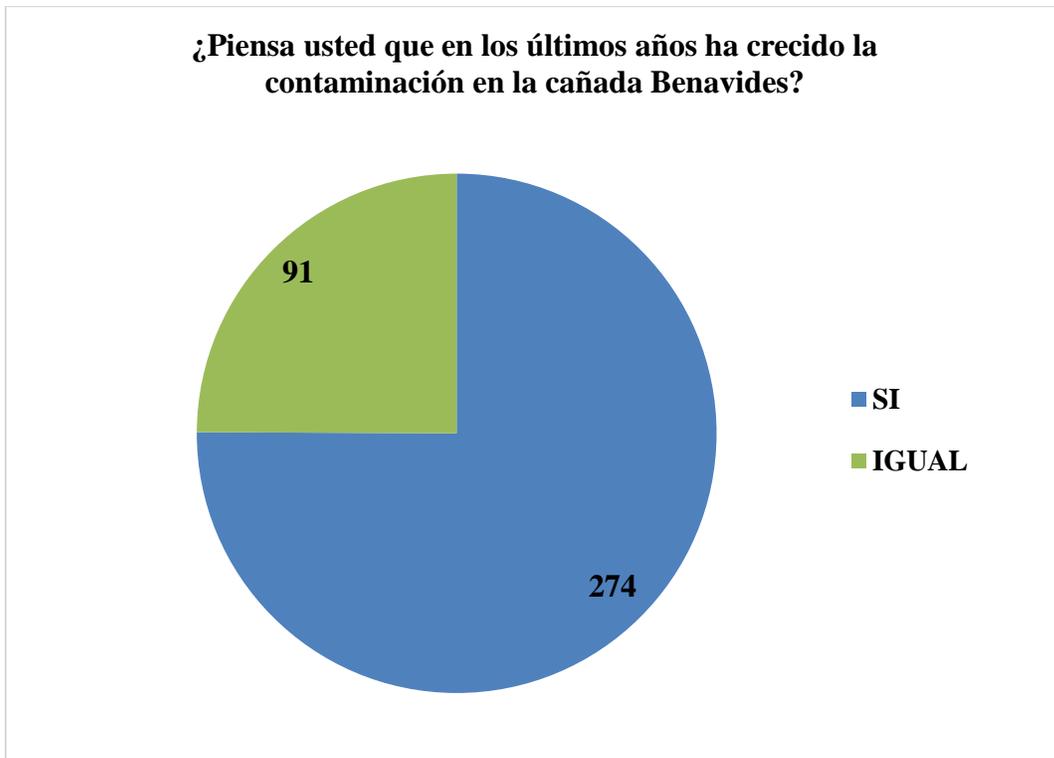


Figura 21. Promedio de respuestas de la pregunta No. 9 (Elaboración propia).

La figura 21 muestra que el 75% de los entrevistados establecen que la contaminación en la cañada Benavides SI ha crecido en los últimos años, en cambio el 25% considera que sigue IGUAL.

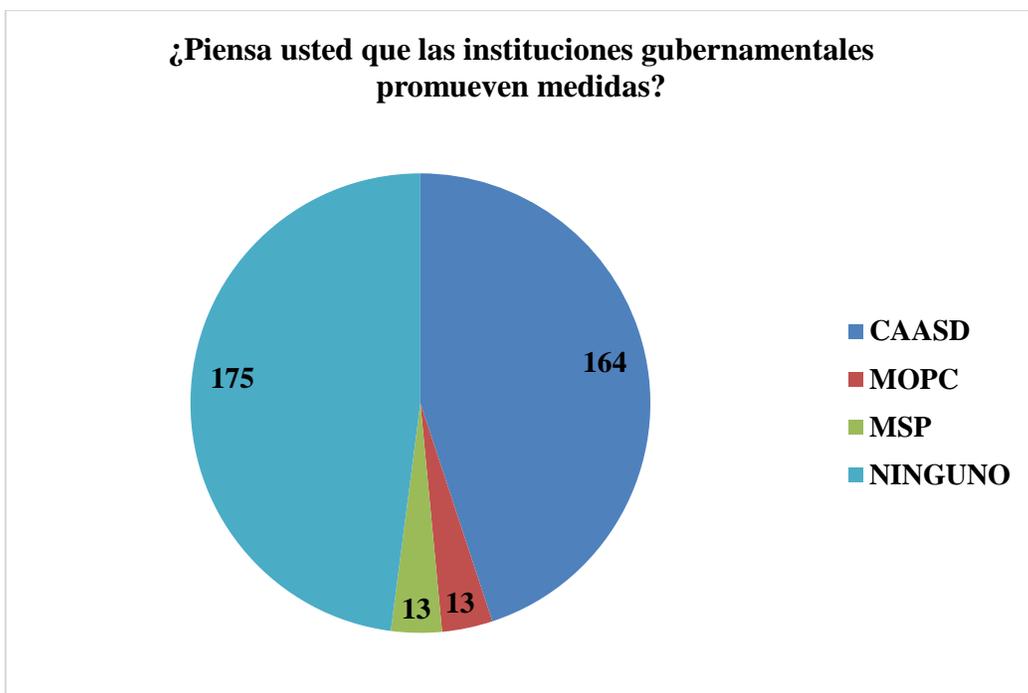


Figura 22. Promedio de respuestas de la pregunta No. 10 (Elaboración propia).

Se puede observar en la figura 22, que el 48% de los encuestados opinó que NINGUNA de las instituciones del estado promueven medidas de prevención para la contaminación de la cañada Benavides, el 45% dijo que la CAASD, el 4% respondió el MSP, entretanto, el otro 3% considera el MOPC.

4.1 Elección de la tecnología

Basados en los resultados de la encuesta realizada la tecnología idónea es la PTAR prefabricadas de la marca ROTOPLAS. De fabricación Mexicana. ROTOPLAS es una empresa pionera en el desarrollo de sistemas de tratamiento de agua, y sistemas de almacenamiento del líquido. Con subsidiarias en 14 países de América Latina, ROTOPLAS ha unido sus dos razones sociales en la concepción de plantas de tratamiento de aguas residuales prefabricadas, modulares y móviles.

Sus principales propiedades:

4.1.1 Uso

Descarga del agua tratada en cuerpos de agua (ríos, mares, lagos Tipo A, B, C) con el fin de conservar su caudal (reintegración para mejoramiento de cuerpo receptores), reúso del agua tratada en riego de jardines, lavado de pisos, reúso de agua en sustitución de aguas de primer uso (procesos) y reúso de lodos como mejoradores de suelos.

4.1.2 Aplicaciones

Hoteles, hospitales, centros comerciales, comunidades barriales o rurales.

4.1.3 Características

Fabricadas con Tanques HDPE de polietileno reforzado de alta densidad bajo especificaciones ASTM, especiales para contener aguas residuales, proceso biológico anaeróbico, aeróbico, equipamiento robusto bajo estándares internacionales.



Figura 23. Sistema modular para el tratamiento de aguas residuales. (Rotoplas, 2016).



Figura 24. Sistema modular para el tratamiento de aguas residuales. (Rotoplas, 2016).

4.2 Ventajas

- Su proceso de tratamiento aeróbico y anaeróbico permite que el costo del m³ de agua tratada sea muy bajo gracias a que la producción de lodos es mínima.
- Son ideales para tratar aguas negras con alta carga de contaminación orgánica.

- Son un sistema 100% movable, que permite su reubicación en nuevos sitios
- Pueden adaptarse a crecimiento modular por etapas.
- Son muy convenientes gracias a su rápida ejecución y puesta en marcha.
- Tienen un bajo costo de operación por m³ de agua tratada, bajo consumo eléctrico y mínima producción de lodos.

4.3 Especificaciones

- Diseñadas como proyectos a la medida de acuerdo a características de las descargas, calidad del agua y zona geográfica.
- Voltaje 220 - 440v / 3F / 60Hz

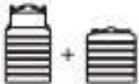
Flujo Producción (L/Segundo)	Personas	Proceso	Área	Usos de agua tratada	Referencia*
1.0	1 720	Anaerobio + Aerobio	60 m ²	Reúso, WC y riego	
2.0	3 400	Anaerobio + Aerobio	120 m ²	Reúso, WC y riego	
3.0	5 200	Anaerobio + Aerobio	170 m ²	Reúso, WC y riego	
4.0	6 800	Anaerobio + Aerobio	220 m ²	Reúso, WC y riego	
5.0	8 600	Anaerobio + Aerobio	300 m ²	Reúso, WC y riego	

Tabla 2. Desglose de demanda acorde a la población a intervenir. (Rotoplas, 2016).



Figura 25. Especificaciones técnicas de una planta de tratamiento de aguas residuales Rotoplas. (Rotoplas, 2016).

Modelo	UASB Reactor UASB	RAX Reactor Anóxico	RAE Reactor Ae- robio	CLS Sedimentador secundario	FAN Filtro Anae- robio	FIL Filtración	TCC Desinfección
PTAR Rotoplas A	●						●
PTAR Rotoplas B	●				●		●
PTAR Rotoplas C	●	●	●	●		●	●
UASB	●						
PTAR Rotoplas D	●		●	●		●	●
PTAR Rotoplas I	●		●	●			●

*Se requiere pretratamiento (PTR), cárcamo de agua cruda (CAC) y lechos de secado de lodos (LSL).

Tabla 3. Tipos de modelo de plantas de tratamiento Rotoplas y procesos especializados según el uso del agua tratada. (Rotoplas, 2016).

Modelo	Norma a cumplir	Uso de agua tratada	Tipo de proceso
PTAR Rotoplas A	NOM - 001 - SEMARNAT - 1996, Tipo A	Descarga en aguas y bienes nacionales catalogados como Tipo A en la Ley de Aguas Nacionales	Anaerobio
PTAR Rotoplas B	NOM - 001 - SEMARNAT - 1996, Tipo B	Descarga en aguas y bienes nacionales catalogados como Tipo B en la Ley de Aguas Nacionales	Anaerobio
PTAR Rotoplas C	NOM - 001 - SEMARNAT - 1996, Tipo C	Descarga en aguas y bienes nacionales catalogados como Tipo C en la Ley de Aguas Nacionales	Anaerobio + Aerobio
UASB	NOM - 002 - SEMARNAT - 1996	Descarga en alcantarillado	Anaerobio
PTAR Rotoplas D	NOM - 003 - SEMARNAT - 1997, CD	Lavado de autos, riego de jardines, llenado de fuentes y canales artificiales recreativos	Anaerobio + Aerobio
PTAR Rotoplas I	NOM - 003 - SEMARNAT - 1997, CI	Riego de jardines y camellones, campos de golf, abastecimiento de sistemas contra incendio, llenado de fuentes y lagos artificiales no recreativos	Anaerobio + Aerobio

Tabla 4. Normativa según modelo de planta de tratamiento de aguas residuales Rotoplas. (Rotoplas, 2016).

4.4 Certificaciones

- Esta solución puede ser especificada en proyectos LEED®

Las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales cumplen con la siguiente normatividad:

- NOM- 001 SEMARNAT-1996. Descarga a bien nacional, cuerpos receptores: Ríos, mares, lagos y cuerpos tipo A, B, C.
- NOM- 003- SEMARNAT-1997. Reúso de agua en riego de jardines, campos de golf, WC, lavado de pisos.
- NOM- 004- SEMARNAT- 2002. Tratamiento de lodos y biosólidos para reutilizar como abono, mejorador de suelo o fertilizante agrícola.

4.5 Funcionamiento de una PTAR Rotoplas

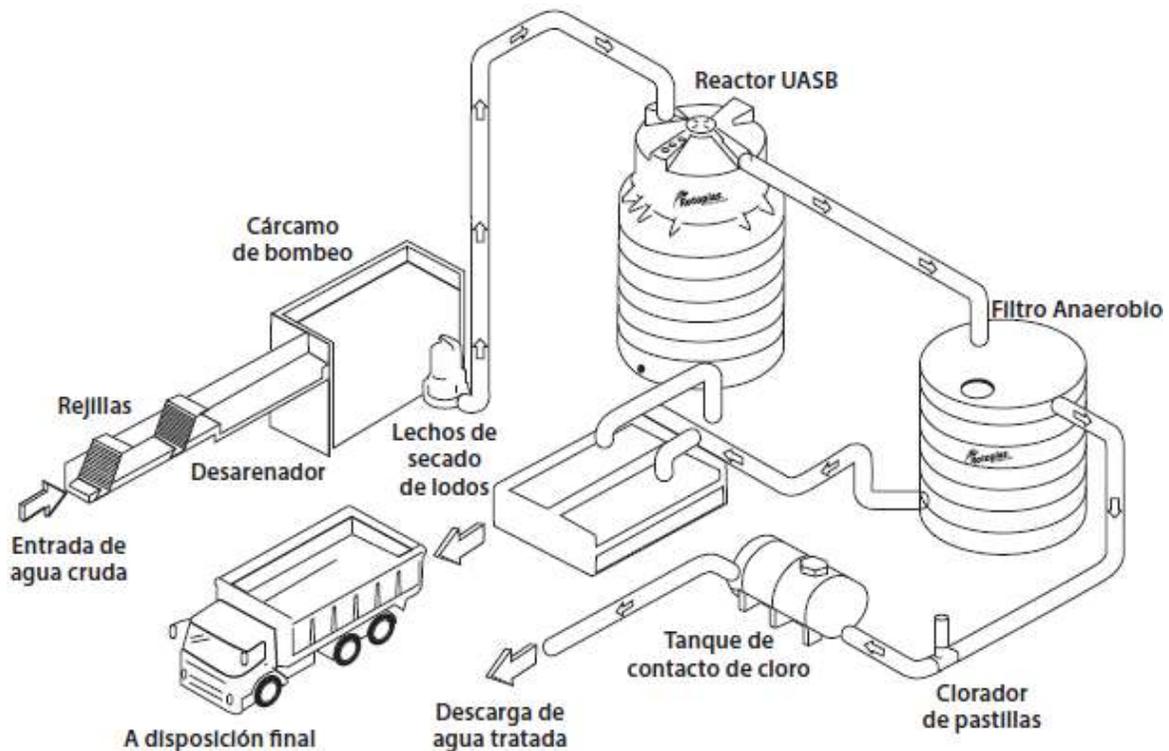


Figura 26. Funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales Rotoplas. (Rotoplas, 2016).

4.5.1 Proceso:

- 1) Separación de sólidos.
- 2) Alimentación del reactor anaeróbico.
- 3) Biodegradación de la materia orgánica.
- 4) Alimentación del reactor aeróbico.
- 5) Proceso de clarificación.
- 6) Sistema de desinfección.
- 7) Filtrado de arena.
- 8) Filtrado de lecho profundo
- 9) Descarga de agua tratada a su destino final.

El agua proveniente del drenaje llega a la planta de tratamiento y da inicio al proceso. Los sólidos gruesos como plásticos o basura son retenidos en la rejilla de sólidos gruesos, el agua pasa por una segunda rejilla, para remover sólidos más finos y evitar obstrucciones en la tubería, para luego alimentar el proceso de tratamiento anaerobio. El agua residual, libre de basura llega al reactor anaerobio, esta es la parte central del proceso, sin oxígeno libre y utilizando microorganismos se remueven aproximadamente un 50% de los contaminantes del agua, el proceso continúa en el reactor aerobio, con la ayuda de sopladores, difusores de aire y microorganismos, se remueven el resto de los contaminantes orgánicos. El agua entra en el clarificador en donde el lodo y el agua son separados por diferencia de densidad, el agua limpia se va por gravedad al cárcamo de rebombeo y alimenta el filtro multimedia.



Figura 27. Sistema PTAR Rotoplas. Disoin. (18 de abril de 2012).

El filtro multimedia remueve los parásitos y los pocos sólidos que contiene el agua facilitando la desinfección. Como fase final el agua pasa al tanque de contacto de cloro, donde se eliminan microorganismos y parásitos con cloro líquido. El agua tratada se almacena en un tanque para su aprovechamiento y distribución.

4.5.2 Espacios complementarios requeridos

Toda PTAR requiere de una serie de estructuras complementarias que no necesariamente intervienen en el proceso productivo.

Oficina de encargado: Espacio para escritorio, credenza, silla principal y de visitas. Estante (tramerías) y mesa de reuniones con 4 sillas. Aprox. 30m²

Laboratorio: Capacidad para dos personas, counter perimetral de 0.60M de profundidad. Isleta central fija con mecheros. De 0.90m x 1.80m. Traería para implementos y armario para insumos de laboratorio. 30m²

Área de operarios: Oficina operacional para 2 personas. 2 escritorios con silla principal y una silla de visita cada uno, credenza para material gastable. 20m².

Depósito: Tramerías de almacenaje para insumos de la planta, repuestos, refacciones y herramientas. 30m²

Baño: Inodoro, lavamanos y ducha. 6m²

Garita de guardián: Con brazo levadizo y ½ baño anexo. 4.50m²

Paseos peatonales: Aceras de acceso e interconexión de las diferentes áreas. 15m²

Verja Perimetral y portón de entrada: Altura de 4m con malla ciclónica, palometas dobles para doble hileras de alambres de púas y portón de doble hojas abatibles de 4.5m de ancho.

4.6 Matriz del Marco Lógico

<u>Resumen narrativo de objetivos</u>	<u>Indicadores verificables objetivamente</u>	<u>Medios de verificación</u>	<u>Supuestos</u>
Detener el proceso de contaminación continuo y sistemático al que se está sometiendo nuestras principales fuentes hidrográficas.	<p>Se espera realizar un proceso de depuración de las aguas a ser vertidas al Río Ozama, contribuyendo así a la sostenibilidad del medioambiente.</p> <p>Se espera crear una fuente constante de suministro de agua no potable en beneficio de la comunidad.</p>	<p>Informes de Cumplimiento ambiental.</p> <p>Monitoreo constante de la calidad del agua y aire.</p>	Que la comunidad tenga participación en el mejoramiento continuo, luego de una concientización real y efectiva de los moradores sobre el manejo de desechos sólidos.
Erradicar de las cañadas los agentes que las convertían en focos de enfermedades potencialmente infecciosas.	Se espera detener las enfermedades infecciosas que se propagan entre los moradores de los entornos a estas cañadas, obteniendo así beneficios de salud que se convierten en mayor productividad.	Monitoreo periódico de la salud de los residentes en la zona.	Que las entidades gubernamentales relacionadas al proyecto, como Salud Pública desempeñen efectivamente su rol como ente participativo.
Establecer las condiciones para que a través de patronatos u ONGs pueda sostenerse las operaciones que conlleva el proyecto en cuanto costos e inversiones	Se espera que el proyecto sea incluido en el Plan Estratégico de Desarrollo obteniendo así oportunidades de financiamientos de Bancos de Desarrollo para el debido mantenimiento de sus operaciones.	<p>Informes de Evaluación del Proyecto,</p> <p>Informes de Resultados del Proyecto.</p>	
<u>Componentes</u>			

Instalación del sistema de la PTAR	RD\$ 1,328,976.44		
Planes complementarios: Jornadas de salud, Campañas de concientización.	RD\$ 1,300,000.00		
	Total proyecto para el 2018: RD\$ 16,033,656.35		

Tabla 5. Matriz de marco lógico. (Elaboración propia, 2018).

4.7 Cronograma de actividades (estudios preliminares)



Tabla 6. Cronograma de actividades de estudios preliminares. (Elaboración propia, 2018).

ID	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	9 sep '18	14 oct '18	18 nov '18	22 dic '18	27 ene '19	31 mar '19	7 abr '19	12 may '19	18 jun '19	21 jul '19	25 ago '19	29 s	
							J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M
73	MC	Calcular costos de mantenimiento	3 horas	mié 12-6-18	mié 12-6-19	69,72													
74	MC	Calcular costos de reparación	3 horas	mié 12-6-18	jue 13-6-19	73													
75	MC	Calcular costos de contratación de recursos humanos.	1 hora	mié 12-6-18	mié 12-6-19	72													
76	MC	Calcular costos de insumos (combustibles).	3 horas	mié 12-6-18	mié 12-6-19	72,73													
77	MC	Presupuesto elaborado	8 horas	mié 12-6-18	mié 12-6-19	76EF													
78	MC	PERMISO CORPORACIÓN DE ACUEDUCTOS Y	15 horas	jue 13-6-19	vie 14-6-19														
79	MC	Retar formulario de solicitud de permisos	2 horas	jue 13-6-19	jue 13-6-19	76													
80	MC	Recopilar documentación	3 horas	jue 13-6-19	vie 14-6-19	79													
81	MC	Depositar formulario con información	3 horas	vie 14-6-19	vie 14-6-19	80													
82	MC	Realizar visita con personal autorizado	1 hora	vie 14-6-19	vie 14-6-19	81													
83	MC	Recoger certificado de aprobación	1 hora	vie 14-6-19	vie 14-6-19	81,82													
84	MC	Permisos CAASD aprob	8 horas	vie 14-6-19	vie 14-6-19	83EF													
85	MC	PERMISO AYUNTAMIENTO	25 horas	vie 14-6-19	mié 19-6-19														
86	MC	Descargar y completar formulario de solicitud	1 hora	vie 14-6-19	vie 14-6-19	83													
87	MC	Recopilar documentación requerida	12 horas	jun 17-6-19	mar 18-6-19	86													
88	MC	Realizar pago de impuesto	4 horas	jun 17-6-19	jun 17-6-19	86													
89	MC	Depositar formulario, recibo y documentos	4 horas	mar 18-6-19	mar 18-6-19	86,87,88													
90	MC	Entregar planos digitales editables	4 horas	mié 19-6-19	mié 19-6-19	89													
91	MC	Recoger certificado de aprobación	2 horas	mié 19-6-19	mié 19-6-19	89,90													
92	MC	Permisos ADN aprobados	8 horas	mié 19-6-19	mié 19-6-19	91EF													
93	MC	PERMISO MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y	32 horas	mié 19-6-19	mar 25-6-19														

Proyecto: Planta de tratamiento Fecha: lun 30/7/18	Tarea	■ Tarea externa	■ Tarea manual	■ Solo fin	3
	Demora hito externo	◊ Solo duración	■ Fecha límite	4
	Hito	● Tarea inactiva	○ Informe de resumen manual	■ Progreso	■
	Resumen	▬ Hito inactivo	○ Resumen manual	▬ Progreso manual	■
Resumen del proyecto	▬ Resumen inactivo	▬ Solo el comienzo	▬	■	

Figura 6

Continuación Tabla 6. (Elaboración propia, 2018).

4.8 Población del proyecto

Los residentes del sector Domingo Savio son principalmente trabajadores de servicios y vendedores, así como de ocupaciones básicas y operarios y artesanos de artes mecánicas y otras similares, en este caso, se ganan el sustento en ocupaciones básicas.

En cuanto a la actividad económica a la que pertenecen los residentes de la zona es del comercio al por mayor y al por menor dígase, mecánica automotriz y trabajo doméstico o de conserjería.

El uso que se le da a los terrenos de la zona es residencial, en su mayoría viviendas independientes y en otra parte viviendas con comercio y comercios. Fundamentalmente puede decirse que la mayoría son colmados y bancas de apuestas y juegos de azar.

Conclusiones

Este proyecto social contempla el vertido de las aguas residuales tratadas de la Cañada Benavides hacia el Río Ozama, lo cual se traduce en mejora sustancial de la calidad de vida de los miembros de la comunidad, la biodiversidad de las riberas y la polución.

Parten de la necesidad de crear un mecanismo de tratamiento de aguas residuales para que cuando desemboque en el Río Ozama este en su mejor estado natural, de manera que resulte un aporte valioso a una serie de iniciativas que las autoridades están adoptando en miras del saneamiento o limpieza de los sectores de Domingo Savio, Los Guandules, Guachupita, El Arrozal, La Ciénega, Mejoramiento Social, 27 de Febrero y María Auxiliadora, ya que arrastran desechos sólidos desde el Hospital Luis Eduardo Aybar, antiguo Morgan.

Otro aspecto importante planteado por este estudio es la logística de remoción de los desechos sólidos remanentes del embalse a cielo abierto y los diferentes tamices de la planta para compactarse y eventualmente ser extraídos.

El propósito de este estudio consiste en ser un precedente para la conformación de una red de pequeñas unidades de plantas de tratamiento, para que desde una ubicación remota monitorear y dar seguimiento a las operaciones en las aguas residuales de las mismas.

Este proyecto está alineado con los objetivos de las entidades nacionales e internacionales que financian este tipo de iniciativas y, más importante aún, contribuye con el 4^{to} eje de la Estrategia Nacional de Desarrollo (END) para el año 2030 en cuanto a la conformación de una nación que gestiona el recurso del agua de manera eficiente y sostenible.

Recomendaciones

El agua constituye un elemento natural indispensable para el desarrollo de la vida y de las actividades humanas, resulta difícil imaginar cualquier tipo de actividad en la que no se utilice, de una u otra forma con el incremento de la población y el surgimiento de la actividad industrial, la polución de ríos aumenta constantemente, realidad que afecta a la población actualmente.

Esta investigación debe ser tomada como un llamado de atención a los ciudadanos acerca del tema de saneamiento y salubridad de la población dominicana, muchas enfermedades que padece la población ubicada en esa zona. No sólo es la propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en un futuro, es también concientizar a la población a cómo deben hacer las cosas porque al final del día es por el bien de todos. Esta propuesta mostró como con una pequeña planta de tratamiento en un punto estratégico lograría ir saneando las aguas del río Ozama y con un esfuerzo en conjunto de las entidades gubernamentales y los ciudadanos dominicanos, la cañada Benavides del Domingo Savio en Santo Domingo pudiera disminuir la contaminación en el Río Ozama, el cual en un futuro hasta alcanzaría a ser una atracción para la ciudad capital.

El uso de la ciencia y la tecnología a favor de la humanidad y el tratamiento de aguas residuales es una de las cosas que más nos satisface como persona, ya que, mediante este práctico sistema de tratamiento de aguas residuales, se promoverá la mejoría del entorno en los sectores marginados cercanos a las cañadas.

Este proyecto comprende los entregables necesarios para su comprensión y viabilidad según las buenas prácticas de gestión de proyectos, además de que obedece al 4^{to} eje de la Estrategia Nacional de Desarrollo, en cuanto a la conformación de una nación que gestiona el recurso del agua de manera eficiente y sostenible

Referencias Bibliográficas

- Aguilar, M., Sáez, J., Llorens, M., Soler, A., y Ortuño, J. (2002). Tratamiento Físicoquímico de Aguas residuales: Coagulación-Floculación. España: F.G. Graf S.L.
- Arana H. Fundamentos del Tratamiento De Agua Residual. Tesis de grado, Universidad de las Américas Puebla. México. (2007).
- ArchDaily de México S.A. Recuperado de <https://www.archdaily.mx/catalog/mx/products/5476/planta-de-tratamiento-de-aguas-residuales-rotoplas>
- Bataller M, Santa-Cruz S, García MA. El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. Revista CENIC Ciencias Biológicas, 2010
- Blázquez P. y Montero C. Reutilización de Agua en Bahía Blanca Plata 3ra Cuenca. [Seminario]. Buenos Aires, Argentina. (2010).
- Cámara de Diputados. Insumos para la elaboración de la estrategia nacional de desarrollo documento temático sobre agua y saneamiento. Recuperado de <Http://www.camaradediputados.gov.do/masterlex/MLX/docs/2F/1B0/1B1/1C5/1EA/1EC.pdf>
- Campana, Ingeniero Carlos Frank. Aguas residuales y Tratamiento de Efluentes Cloacales. [Seminario]. Buenos Aires, Argentina.
- Cendales, E. D. (2011). Producción de biogás mediante la codigestión anaeróbica de la mezcla de residuos cítricos y estiércol bovino para su utilización como fuente de energía renovable (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.C., Colombia.
- Claire, Selltiz. (1980). Métodos de Investigación en las Relaciones Sociales. Madrid: Rialp.
- Crites, R, Tchobanoglous G. (2000), Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas poblaciones. Editorial McGraw-Hill. Bogotá Colombia.

Diana Rodríguez. (14 agosto, 2017). Intervendrán Domingo Savio al principio de 2018; inician estudios. Periódico El Caribe. Recuperado de <http://www.elcaribe.com.do/2017/08/14/intervendran-domingo-savio-al-principio-2018-inician-estudios/>

Disoin. (18 de abril de 2012). Planta de Tratamiento de Agua Residual con equipo Rotoplas (Video). Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=ZGAbrOXX7oM>

El proyecto cañadas verdes (dic., 2015). Periódico El Nacional.

Espigares García, M. y Pérez López JA. Aspectos sanitarios del estudio de las aguas. Universidad de Granada. Servicio de Publicaciones. Granada. 1985.

Fair, G.M., J.C. Geyer, y D.A. Okun. Water and Wastewater Engineering. 2 Volúmenes. Nueva York: John Wiley and Sons, 1966.

Fidecomiso de la Tierra del Caño Martín Peña (2015). Recuperado de

Gallardo, Y., Moreno, A. (1999). Recolección de la Información. Bogotá: ICFES

González Z., Gutiérrez W., Contribuciones a la hidrobiología en la República Dominicana, 2013.

González, J. (Feb., 6, 2014). Barrios demandan conclusión trabajos cañada Benavides. Periódico El Nacional.

<https://www.diariolibre.com/noticias/caada-de-benavides-tres-kilmetros-de-insalubridad-ENDL279940>

<https://www.world-habitat.org/es/premios-mundiales-del-habitat/ganadores-y-finalistas/fideicomiso-de-la-tierra-del-cano-martin-pena/>

Lorenzo Acosta, Yaniris y Obaya Abreu, Ma. Cristina (2005). La Digestión Anaerobia. Aspectos teóricos. Parte 1. ICIDGA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 39(1), 35-48.

Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223120659006.pdf>

- Lozano, W. (2012). Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas residuales. Fundamentos de Diseño de Plantas Depuradoras de Aguas residuales, 93-95. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/298354134_Disenos_de_Plantas_de_Tratamiento_de_Aguas_Residuales
- M. Mertens, (29 de diciembre de 2009). Divergence and Mixed Methods. Sage Journals. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1558689809358406>
- Maldonado, V. (s.f.). Filtración. Recuperado de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/nueve.pdf>
- MANGA, C. (2007). "Tratamiento de Aguas residuales Mediante sistemas de Lenguaje".
- Mara y Cairncross (1990). "Directrices para el uso sin riesgos de aguas residuales y excretas en agricultura y acuicultura".
- María. (30 de abril de 2016). La zurza: la planta de tratamiento de aguas más grande de santo domingo. RB News. Recuperado de <Http://www.laromanabayahibenews.com/2016/04/la-zurza-la-planta-de-tratamiento-de-aguas-mas-grande-de-santo-domingo-hacia-el-rescate-de-los-rios-ozama-e-isabela/>
- Martínez, E. (24 de noviembre de 1999). El tiro de gracia para el río Ozama. Kiskeya Alternativa. Recuperado de <http://kiskeya-alternative.org/publica/eleuterio/ozama2411.html>
- Martínez, K. (2014). Diseño, Desarrollo y Ejecución de una Estrategia para Mitigar el Impacto Ambiental Producido por la Contaminación en Canales de Aguas residuales. Recuperado de <http://contaminacionambientalcanales.blogspot.com/>
- Martinic, Sergio. Evaluación de proyectos, 1996.
- Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas residuales Tomo I, 3ra edición, 1996.

Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2012). Estrategia nacional de desarrollo 2030. Recuperado de [Http://economia.gob.do/mepyd/estrategia-nacional-de-desarrollo-2030/](http://economia.gob.do/mepyd/estrategia-nacional-de-desarrollo-2030/)

Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. (2013). Guía metodológica general para la formulación y evaluación de proyectos de inversión Pública 2013-

Montserratol (2017). Recuperado de <http://montserratol.wixsite.com/aguas-residuales/motion-reel>

Münch, L. (1988). Métodos y Técnicas de Investigación. México: Trillas

Noticias. (24 agosto, 2012). Que no muera el Ozama. Diario Libre. Recuperado de <https://www.diariolibre.com/noticias/que-no-muera-el-ozama-NPdl349141>

Omar Santana. (16 febrero, 2011). Cañada de Benavides, tres kilómetros de insalubridad. Diario Libre. Recuperado de <https://www.diariolibre.com/noticias/caada-de-benavides-tres-kilmetros-de-insalubridad-ENDL279940>

R. Erazo – Erazo y J.L. Cárdenas – Ruiz (2000). Planta de Tratamiento de Aguas residuales en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 3(1), 46-50. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/quim/article/viewFile/4159/3318>

Ramalho, R.S. (1990). Tratamiento de Aguas residuales. Canadá: Reverte, S.A.

Ramírez, L. (5 de octubre de 2013). Residuos de industrias y hogares contaminan el Ozama. Hoy. Recuperado de <Http://hoy.com.do/residuos-de-industrias-y-de-los-hogares-contaminan-el-ozama/>

Rodríguez, Letón, Rosal, Dorado, Villar y Sanz (2006). Tratamiento Avanzado de Aguas residuales Industriales. Informe de Vigilancia Tecnológica, 18-21. Recuperado de

[https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tr
atamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT2_Tr
atamientos_avanzados_de_aguas_residuales_industriales.pdf)

Rolim, M.S. (2000). *Sistemas de Lagunas de Estabilización*, McGraw-Hill Interamericana, Santa Fe Bogotá – Colombia.

Romero R, A. J. (2000). *Tratamiento de Aguas residuales, Teoría y Principio de Diseño*. Bogotá-Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Rotoplas. (2015). Ficha técnica PTAR Rotoplas. Recuperado de Http://neufert-cdn.archdaily.net/uploads/product_file/file/3433/Ficha_Tecnica_PTAR.pdf

Rotoplas. *Plantas de tratamiento de aguas residuales*. Recuperado de <Http://www.rotoplas.com.mx/productos/saneamiento/plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales/>

Salas, Colotta. (2003). *Proceso de Flotación por Aire Disuelto en el Tratamiento de Aguas Residual de Bombeo en la Industria de Harina de Pescado*. *Revista Peruana de Química e Ingeniería Química*, 6(1), 60-68.

Sampieri, R. (2013). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.

Schumacher, S. (2005). *Investigación Educativa*. Madrid. Pearson Wesley

Anexos

1. Glosario de Términos

Planta de tratamiento (P.T.A.R.): Es la obra conformada por el conjunto de unidades indispensables para remover la carga orgánica de las aguas residuales a los niveles aceptables por el cuerpo receptor.

Aguas residuales: Son los remanentes de las aguas de lluvias, industriales, domésticas, comerciales o cualquiera de sus combinaciones.

Aguas residuales domésticas: Son aquellas provenientes de inodoros, regaderas, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos.

Emisor: Es la tubería que capta las aguas residuales del sistema y las conduce a la planta de tratamiento y/o al punto de disposición final.

Afluente: Volumen de entrada del agua residual a la P.T.A.R.

Efluente: Volumen de salida del agua residual a la P.T.A.R.

Descarga final: Es el conjunto de obras realizadas con el fin de disponer las aguas residuales, tratadas o no, a un cuerpo receptor.

Cuerpo receptor: Es el que recibe el efluente final de un sistema de alcantarillado, pudiendo ser una masa de agua, una porción de terreno o una formación subterránea.

Colectores principales: Colectan las aguas residuales de los colectores secundarios y las conducen hasta la planta de tratamiento, para su disposición final a los medios receptores a través de emisarios.

Colectores secundarios: Son tuberías que colectan las aguas residuales generadas en el origen y las conducen hasta una red de colectores de mayor diámetro, los colectores principales, para ser transportadas hasta la P.T.A.R.

2. Preguntas de la Encuesta

1. ¿Has escuchado hablar sobre los efectos contaminantes de la cañada Benavides?
2. ¿Cree usted que la cañada Benavides necesita una planta de tratamiento de aguas residuales?
3. ¿Los residuos diarios, donde usted lo desecha?
4. ¿Las autoridades suelen retirar los desechos sólidos de la cañada Benavides?
5. ¿Cree usted que con el aumento en la recogida de basura en la zona por parte de las entidades gubernamentales ayudaría a contrarrestar la contaminación de la cañada Benavides?
6. ¿Cómo valoras el proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales en la cañada Benavides?
7. ¿Cree usted que una planta de tratamiento de aguas residuales puede contribuir a mantener las aguas de la cañada Benavides en buen estado?
8. ¿El agua de tomar, de dónde proviene?
9. ¿Piensa usted que en los últimos años ha crecido la contaminación en la cañada Benavides?
10. ¿Piensa usted que las instituciones gubernamentales promueven medidas?

3. Resumen Ejecutivo del Proyecto

Nombre del Proyecto: PROPUESTA PARA UN SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO: CASO CAÑADA BENAVIDES		
Tipología: Capital Fijo	<input checked="" type="checkbox"/>	Capital Humano <input type="checkbox"/> Generación de Conocimiento <input type="checkbox"/>
Estado del proyecto: Nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	Arrastre <input type="checkbox"/>
Fase: Preinversión	<input checked="" type="checkbox"/>	Inversión <input type="checkbox"/>
Costo Total del Proyecto: RD\$16,033,656.35		
Población beneficiaria: 7,500 habitantes		

Análisis PEST – macro entorno

Político	Económico	Social	Tecnológico
Normativa y protección medioambiental (ley 498 y ley 64-00)	Tamaño y distribución del gasto publico	Demografía en constante crecimiento	Tasa de obsolescencia tecnológica
Políticas fiscales	La tasa de cambio	Movilidad laboral y social	Impacto de las nuevas tecnologías
Gobernabilidad	Disponibilidad de mano de obra calificada	Sensibilización y educación	Transferencia tecnológica
Manejo de residuos sólidos por parte del ayuntamiento	Los índices de precios	Respeto a la salud	Incentivos a la modernización tecnológica
Estabilidad Política	Los niveles de inflación	Cuidado al medioambiente	Nuevas invenciones y desarrollo

Político

- Normativa y protección medioambiental (ley 498 y ley 64-00): Estas leyes respaldan el proyecto debido a que uno de sus objetivos es propiciar un medio ambiente sano que contribuya al sostenimiento de la salud y prevención de las enfermedades.
- Políticas fiscales: Que el estado anualmente cumpla con las medidas correctas referentes al gasto público y los ingresos para que siempre haya estabilidad en el sistema económico.
- Gobernabilidad: Existencia de coordinación entre el estado y la sociedad, además de estabilidad institucional y política.
- Manejo de residuos sólidos por parte del ayuntamiento: Actualmente la alcaldía no posee un sistema eficiente con la recogida de basura en los barrios marginados.
- Estabilidad política: La ausencia de reglas claras en el ámbito político aleja el interés de empresarios e industriales de realizar mayores inversiones y establecer nuevos proyectos.

Económico

- Tamaño y distribución del gasto público: Presupuesto y satisfacción de las necesidades colectivas para remediar las deficiencias del mercado.
- La tasa de cambio: el dólar estadounidense aumente respecto al peso dominicano ocasionando una perturbación en la balanza de pagos.
- Disponibilidad de mano de obra calificada: En nuestro país existe un bajo índice de profesionales del área en cuestión lo que provocaría importar los técnicos necesarios.
- Los índices de precios: Actualmente estos indicadores están elevados en el país lo que impacta negativamente en la economía a nivel general.
- Los niveles de inflación: Los efectos negativos incluyen la disminución del valor real de la moneda a través del tiempo y el desaliento de la inversión debido a la incertidumbre sobre el valor futuro del dinero.

Social

- Demografía en constante crecimiento: estadísticamente según el censo realizado en 2010 existe alta tasa de crecimiento de la población lo que se traduce a una mayor producción de desechos sólidos y contaminación.
- Movilidad laboral y social: La falta de oportunidades, de educación académica y una política fiscal equitativa son los mayores causantes.
- Sensibilización y educación: Es fundamental para conseguir los objetivos propuestos de actitudes y valores hacia el medio ambiente.
- Respeto a la salud: las comunidades que son expuestas a condiciones ambientales deficientes son propensas a enfermarse y mermar su calidad de vida.
- Cuidado al medio ambiente: Es el aspecto del desarrollo que mayor consenso tiene, los ciudadanos lo consideran prioritario, incluso aunque esto signifique pagar más por productos que contemplen el cuidado del medio ambiente.

Tecnológico

- Tasa de obsolescencia tecnológica: Actualmente es alta en casi la totalidad de productos existentes lo que preocupa porque en la mayoría de los casos el artefacto no llega al final de su vida útil.
- Impacto de las nuevas tecnologías: Mejores materiales y diseños cada vez más tienen mayor influencia en la sociedad, lo que provocaría una rápida obsolescencia en los equipos del proyecto.
- Transferencia tecnológica: Por medio de los conocimientos y habilidades de las diferentes instituciones se incrementará el interés por las actividades medioambientales.
- Incentivos a la modernización tecnológica: Existe la ley 392-07 sobre competitividad e

innovación industrial que establece permitir el desarrollo competitivo y programas de apoyo que estimulen la innovación industrial.

- Nuevas invenciones y desarrollo: la globalización es un fenómeno que vino para quedarse, por lo que siempre existirán tecnologías que superen las actuales.

Línea base del alcance

Acta de constitución del proyecto

A. Información general

Nombre del Proyecto: Propuesta Para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañada Benavides

Patrocinador: pendiente

Fecha de Presentación: Agosto del 2018

B. Antecedentes

Un estudio reciente realizado por los biólogos Zoila González y William Gutiérrez (2013) llamado “Contribuciones a la hidrobiología en la República Dominicana” determinó que debido a que los desechos industriales, así como, las aguas residuales de miles de hogares ubicados en las cuencas de nuestras principales fuentes hidrográficas, desembocan directamente en estos ríos a través del sistema de alcantarillado de la CAASD, los niveles de coliformes fecales son bacterias encontradas en el intestino de humanos y animales. Establecen que “están por encima de las normas establecidas para uso de las aguas dulces,

estuarinas y costeras”. Asimismo, dichos biólogos exponen que durante las últimas cinco décadas la ciudad de Santo Domingo ha experimentado un crecimiento planimétrico exponencial acompañado de un desbordamiento demográfico que no solo se evidencia en números, sino también en el congestionamiento y arrabalización de las zonas más empobrecidas de la ciudad.

Las zonas aledañas del Río Ozama de alto crecimiento poblacional, carentes de servicios básicos, ubicadas en locaciones inclinadas de manera natural crean las condiciones para el depósito de desechos sólidos y líquidos con todos los problemas de salubridad y degradación que esto conlleva.

Según una publicación del periódico El Nacional de fecha 5 de diciembre del 2015, existen condiciones deprimentes de contaminación medioambiental debido a la acumulación de residuos que presentan las cañadas que desembocan en el Río Ozama, y que este es el motivo por el cual la fundación Coalición Río decidió hacer una jornada de limpieza y educación del cuidado de nuestros recursos naturales.

La solución adoptada por las autoridades es la construcción de cañadas que en realidad son canales de paso del agua que desembocan en el río. En resumen, no cumplen con las necesidades reales y tangentes que requieren los ríos.

La función primordial de las cañadas es encauzar el caudal pluvial y acumular los desechos sólidos, para redirigir las aguas residuales hacia los ríos, los cuales finalmente desembocan en el mar.

Karen Martínez (2014) estableció en su investigación “Diseño, Desarrollo y Ejecución de una Estrategia para Mitigar el Impacto Ambiental Producido por la Contaminación en Canales de Aguas residuales” que la Organización de las Naciones Unidas para la

Alimentación y la Agricultura (FAO) define aguas residuales como “agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar. Las aguas de refrigeración no se consideran aguas residuales. “

En temporadas de lluvia se producen desbordamientos de los caudales, saturación de los registros y se forman charcos, todo lo cual las convierte en focos infecciosos de todo tipo de enfermedades y foco de crianza de vectores (mosquitos) trasmisores de virus.

En el Caño Martín Peña ubicado en San Juan, Puerto Rico, “los ocupantes ilegales de bajos recursos se establecieron en los manglares de sus orillas, construyendo más de 5,000 viviendas informales. El agua se llenó de desechos y limo, y sin tener sistema sanitario, se volvió altamente contaminada. Sin tener un sitio para que el agua corra, cada vez que llovía la zona se inundaba, creando una situación peligrosa para los residentes. ” Teniendo que recurrir al “fideicomiso de la tierra que ayuda a transformar un asentamiento informal cerca del caño de un río contaminado y propenso a inundaciones en una comunidad sostenible. Proporciona un nuevo modelo para mejorar los asentamientos informales en ciudades, sin que estos se tornen inasequibles para los residentes originales. ”

C. Justificación del proyecto

El proyecto beneficia a las comunidades vulnerables de El Arrozal, María Auxiliadora, Los Guandules y La Ciénaga, en el sentido que tendrán dicha propuesta, la cual podrá ser ejecutada de manera eficaz luego de realizar las distintas investigaciones científicas e hidráulicas, con lo que, podrán basarse para que en la Cañada Benavides disminuya el paso de aguas residuales no tratadas. Asimismo, creando un impacto positivo en la flora y fauna de todas las comunidades aledañas al Río Ozama.

El propósito de nuestro proyecto es plantear un acercamiento lo más preciso posible a la erradicación parcial y posteriormente, definitiva del problema.

Cabe destacar el proyecto también contribuye con la Estrategia Nacional de Desarrollo (2012) en su 4^{to} eje estratégico en cuanto a la conformación de una sociedad para “gestionar el recurso de agua de manera eficiente y sostenible, para garantizar la seguridad hídrica”.

D. Descripción del proyecto

Conforme la Ley No. 01-2012 de Estrategia Nacional de Desarrollo para el año 2030 que responde a una necesidad sentida y formulada por distintos sectores económicos y sociales, de acuerdo a la premura de plasmar un cambio en el modelo de desarrollo mediante la definición implícita para lograrlo.

El proyecto consiste en un plan el desarrollo de plantas de tratamiento residuales mediante la tecnología Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), prefabricada, de la marca ROTOPLAS y de fabricación mexicana, pionera en el desarrollo de sistemas de tratamiento y purificación de agua y sistemas de almacenamiento del líquido.

Rotoplas, (2015). Es un proceso donde el agua proveniente del drenaje llega a la planta de tratamiento y da inicio al proceso. Los sólidos gruesos como plásticos o basura son retenidos en la rejilla de sólidos gruesos, el agua pasa por una segunda rejilla, para remover sólidos más finos y evitar obstrucciones en la tubería, para luego alimentar el proceso de tratamiento anaerobio. El agua residual, libre de basura llega al reactor anaerobio, esta es la parte central del proceso, sin oxígeno libre y utilizando microorganismos se remueven aproximadamente un 50% de los contaminantes del agua, el proceso continúa en el reactor aerobio, con la ayuda de sopladores, difusores de aire y microorganismos, se remueven el resto de los contaminantes orgánicos. El agua entra en el clarificador en donde el lodo y el agua son separados por diferencia de densidad, el agua limpia se va por gravedad al cárcamo de rebombeo y alimenta el filtro multimedia. El filtro multimedia remueve los parásitos y los pocos sólidos que contiene el agua facilitando la desinfección. Como fase final el agua pasa al tanque de contacto de cloro, donde se eliminan microorganismos y parásitos con cloro líquido. El agua tratada se almacena en un tanque para su aprovechamiento y distribución.

E. Evaluación del proyecto

Descripción	Valor
Costo total del proyecto, RD\$	RD\$ 16,033,656.35
Unidad de medida	Planta de Tratamiento de aguas residuales
Cantidad	1
Número de beneficiarios	7,500
Costo por unidad	RD\$ 16,033,656.35
Costo por beneficiario	RD\$ 2,137.82

F. Objetivos del proyecto

- Proponer un sistema de plantas de tratamiento de aguas residuales en cañadas urbanas en Santo Domingo: Caso cañada Benavides.
- Estudio de las aguas residuales de la Cañada Benavides ubicada entre los sectores Domingo Savio, El Arrozal, María Auxiliadora, Los Guandules, La Ciénaga y Guachupita.
- Analizar el sistema de tratamiento de aguas residuales como mecanismo para reducir la polución en la cañada Benavides.

G. Requisitos de aceptación

- El proyecto deberá incluir todo lo descrito en el alcance.
- Estudios realizados y garantizados por empresas certificadas.
- Planos completos y detallados.
- Garantía de la tecnología a utilizar.
- Documentación debidamente sellada y legalizadas por las entidades correspondientes

H. Principales riesgos

- Sismos
- Inundación
- Nivel freático
- Explosiones
- Incendios
- Disturbio civil
- Fallas humanas
- Fallas de la planta

I. Presupuesto

Costo	Valor (RD\$)
1) Costo por componentes	N/A
2) Estudios preliminares	RD\$ 1,971,754.72
3) Construcción	RD\$ 14,061,901.63
Total	RD\$ 16,033,656.35

ACTIVIDAD	MONTO RD\$
Estudios preliminares	\$ 1,971,754.72
Acondicionamiento de terreno	\$ 2,657,952.00
Verja perimetral	\$ 1,810,196.65
Caseta de vigilancia	\$ 170,000.00
Caseta para planta	\$ 431,465.95
Compuerta de entrada de agua	\$ 989,751.10
Instalación del sistema de la PTAR	\$ 1,328,976.44
Equipamiento con tecnología ROTOPLAS	\$ 2,657,952.88
Instalaciones eléctricas	\$ 1,399,727.15
Flete marítimo	\$ 518,493.60
Aranceles y transporte terrestre	\$ 797,385.86
Planes complementarios: salud y concientización	\$ 1,300,000.00
TOTAL Presupuesto	\$ 16,033,656.35

Recursos asignados al proyecto (RD\$ corrientes)

AÑO	RECURSOS ASIGNADOS	RECURSOS EJECUTADOS	PORCENTAJE EJECUTADO
2018	RD\$ 16,033,656.35	0	0%
TOTAL	RD\$ 16,033,656.35		

J. Interesados

Posición	Intereses
Empresa ROTOPLAS	Proveedor, responsable de instalar la planta de tratamiento
Instituciones Gubernamentales (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ministerio de Salud Pública, Corporación de Alcantarillado y Acueducto de Santo Domingo, Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones y Ayuntamiento del Distrito Nacional, Dirección General de Aduanas)	Reguladores, fiscalizadores
Instituciones Financieras	Financiero
Suplidores de Servicios de Almacenamiento y Transporte	Responsable de renta de almacén y de transportación diversa
Comunidad	Involucrarse en el proyecto y aprovechar los beneficios del mismo
Inversionistas	Garantizar la rentabilidad de la inversión

K. Firma de autorización del acta de constitución

Nombre	Cargo	Firma	Fecha

L. Enunciado del alcance

Organización	
Proyecto	Propuesta Para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañada Benavides
Fecha de preparación	Julio 2018
Cliente	Estado Dominicano
Patrocinador principal	Pendiente
Gerente de proyecto	Pendiente

Propósito:

El objeto del presente documento es realizar una aproximación lo más precisa posible al alcance definitivo del proyecto en cuestión, a través de sus entregables, sus criterios de aceptación, así como sus supuestos, restricciones y exclusiones.

Descripción del alcance:

La “Propuesta Para un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales en la Ciudad de Santo Domingo: Caso Cañada Benavides” constituye un ejercicio preliminar de un programa aún más ambicioso que contempla la formación de una entidad que cree y monitoree un sistema de plantas de tratamiento en zonas urbanas, de modo que se obtengan informaciones en tiempo real sobre la calidad del agua, el funcionamiento de los reactores, la magnitud de los caudales así como informaciones de carácter administrativo y operacional. No obstante, este primer ejercicio se circunscribe a lo que será el resumen ejecutivo que incluirá los estudios preliminares, estudios hidrográficos, demográficos, procesos de producción, estudios técnicos y científicos, el análisis de un caso específico: la Cañada Benavides en el Sector Domingo Savio, así como los presupuestos.

Entregables del proyecto:

Estudios Preliminares

- Estudio Hidrográfico
- Estudio sobre la Cañada (Caso de Estudio: Cañada Benavides)
- Estudio Urbanístico

Terreno

- Plano de Localización
- Plano de Micro localización

Diseño

- Manual de Procesos de Producción
- Plano de Zonificación
- Planos Arquitectónicos

Tecnología

- Especificaciones PTAR Rotoplas
- Manual de Funcionamiento

Presupuestos

- Presupuesto de Obras Civiles
- Presupuesto de Suministro de Equipos

Permisos

- Corporación de Acueductos y Alcantarillados
- Ayuntamiento del Distrito Nacional
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
- Ministerio Salud Pública y Asistencia Social.

Criterios de aceptación:

Estudios preliminares:

Debe reportar de manera detallada el nivel de impacto e influencia de la cañada en la fuente hidrográfica, su caudal en las diferentes estaciones del año y la población a la que sirve, niveles de degradación, tipos de contaminantes. Deben ofrecer informaciones cartográficas y satelitales. Debe exponer la realidad de la Cañada Benavides y su entorno inmediato, impacto en los sectores Domingo Savio, El Arrozal, Los Guandules y Guachupita.

Terreno:

Definición de la localización y sus características, condiciones de adquisición, venta o alquiler. Relación con el entorno, riesgos inminentes, accesos, acometidas de servicios, extracción de residuos sólidos, interacción con el río. De igual modo, debe explicar en detalle las ventajas y desventajas de cara a la micro localización de la planta y sus edificaciones requeridas en el terreno.

Diseño:

Pliego de informaciones gráficas planimétricas y altimétricas del diseño de la planta de tratamiento. El juego de planos debe contener, Ubicación, localización, plantas, elevaciones, secciones, diseño estructural, eléctrico y sanitario, detalles arquitectónicos y estructurales, especificaciones técnicas de la planta de tratamiento y deben estar aprobados por los organismos competentes: Ministerio de Obras Públicas, Ayuntamiento del Distrito, Dirección de Tránsito Terrestre y CAASD.

Tecnología:

El estudio debe contar con toda la información en relación con la estructura y funcionamiento de la tecnología seleccionada: Sistema de Plantas de Tratamiento ROTOPLAS. Pliego de especificaciones técnicas de resistencia estructural, capacidad de arrastre, volúmenes de líquido, requerimientos de energía, procesamiento de lodos, capacidad de reducción o expansión, así como de movilización a otros emplazamientos.

Presupuestos:

El presupuesto debe contener todas las partidas en que se incurrirá para la puesta en marcha de la planta de tratamiento en dos grandes partidas: Presupuesto general de obras civiles y Presupuesto de adquisición de equipos. Los presupuestos deben contemplar materiales, mano de obra, dirección técnica, gastos administrativos, seguros y fianzas, transporte Ley 6/86 y supervisión.

Permisos:

Este entregable debe estar compuesto por los permisos firmados, sellados y certificados de los organismos pertinentes del sector, a saber: Corporación de Acueductos y Alcantarillados, Ayuntamiento del Distrito, Ministerio de Medio Ambiente y Recursos naturales, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Exclusiones:

- Todo tipo de gestión relacionada con la adquisición del terreno sea en compra o alquiler.
- La adquisición de vehículos utilitarios para el proyecto.
- Construcción de obras de drenaje.
- Contratación de personal operario.
- Cualquier labor tendente a la manipulación de desechos sólidos y su extracción de la cañada.

Restricciones:

- Deficiencias en el suministro energético.
- Niveles de delincuencia elevados y peligro de vandalismo.
- El caudal de la cañada varía por una multitud de circunstancias.
- Incomprensión por parte de los vecinos sobre la importancia del proyecto.
- Conflictos entre interesados relevantes (La Junta de Vecinos y el Párroco de Domingo Savio)
- La construcción de la escuela Los Coquitos en terrenos contiguos a la localización de la Planta. (Actualmente paralizada por controversia)

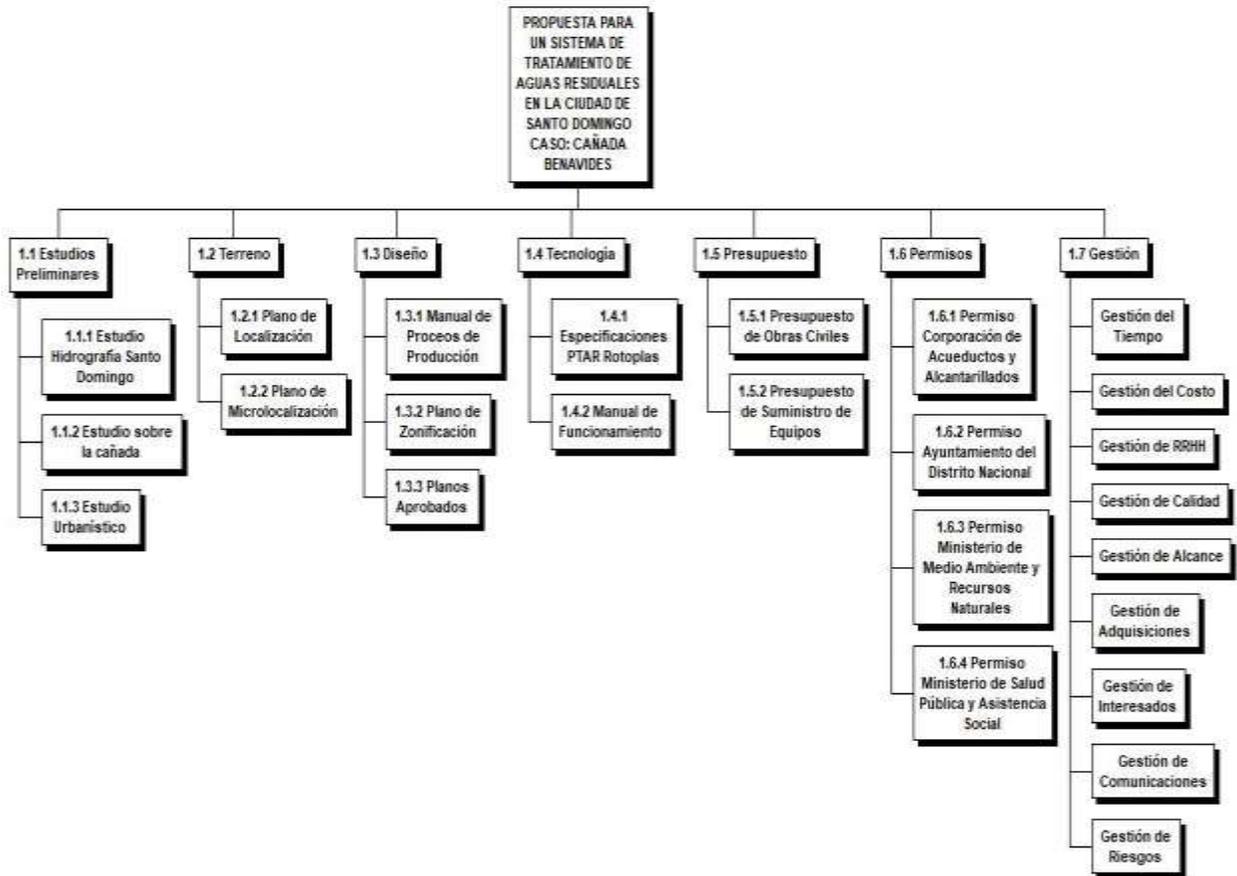
Supuestos:

- La necesidad de saneamiento del río Ozama, sus márgenes y sus afluentes.
- El apoyo de las juntas de vecinos de los sectores Domingo Savio, El Arrozal, Los Guandules y Guachupita.
- El carácter modular y versátil de las Plantas ROTOPLAS las hacen ideales para este tipo de proyectos.
- La necesidad de los sectores de una fuente de suministro gratuito de agua limpia.
- La disposición de los lodos residuales para mejora de tierras cultivables por su alto contenido de nutrientes.

Aprobación:

PATROCINADOR:	FECHA:	FIRMA:

Estructura de desglose de trabajo EDT



Diccionario de la EDT

Proyecto	Propuesta para un sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Santo Domingo: caso cañada Benavides
Preparado por	Pedro Pablo Reinoso Alvarado Fernando Fernández Toribio
Fecha	Julio 2018

Id del entregable	1.1	
Nombre del entregable	Estudios preliminares	
Descripción del trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio hidrografía Santo Domingo <ul style="list-style-type: none"> • Estudio sobre las cañadas • Estudio Urbanístico 		
Hitos		Fecha
Entrega de informes de estudios preliminares		02/10/2018
Duración: dos (2) semanas	Fecha inicio: 16/10/2018	Fecha fin: 23/10/2018
Criterios de aceptación		
<p>Debe reportar de manera detallada el nivel de impacto e influencia de la cañada en nuestra fuente hidrográfica, su caudal en las diferentes estaciones del año y la población a la que sirve, niveles de degradación, tipos de contaminantes. Deben ofrecer informaciones cartográficas y satelitales. Debe exponer la realidad de la Cañada Benavides y su entorno inmediato, impacto en los sectores Domingo Savio, El Arrozal, Los Guandules y Guachupita.</p>		

Id del entregable	1.2	
Nombre del entregable	Terreno	
Descripción del trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Plano de localización • Plano de Micro localización 		
Hitos		Fecha
Entrega de informe de ubicación y punto preciso		10/07/2018
Duración: tres (3) semanas	Fecha inicio: 17/07/2018	Fecha fin: 31/07/2018
Criterios de aceptación		
<p>Definición de la localización y sus características, condiciones de adquisición, venta o alquiler. Relación con el entorno, riesgos inminentes, accesos, acometidas de servicios, extracción de residuos sólidos, interacción con el río. De igual modo, debe explicar en detalle las ventajas y desventajas de cara a la Micro localización de la planta y sus edificaciones requeridas en el terreno.</p>		

Id del entregable	1.3	
Nombre del entregable	Diseño	
Descripción del trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Manual de procesos de producción <ul style="list-style-type: none"> • Plano de zonificación • Planos aprobados 		
Hitos		Fecha
Planos y manuales elaborados		02/08/2018
Duración: nueve (9) semanas	Fecha inicio: 14/08/2018	Fecha fin: 13/10/2018
Criterios de aceptación		
<p>Pliego de informaciones gráficas planimétricas y altimétricas del diseño de la planta de tratamiento. El juego de planos debe contener, Ubicación, localización, plantas, elevaciones, secciones, diseño estructural, eléctrico y sanitario, detalles arquitectónicos y estructurales, especificaciones técnicas de la planta de tratamiento y deben estar aprobados por los organismos competentes: Ministerio de Obras Públicas, Ayuntamiento del Distrito, Dirección de Tránsito Terrestre y CAASD.</p>		

Id del entregable	1.4	
Nombre del entregable	Tecnología	
Descripción del trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones PTAR Rotoplas • Manual de funcionamiento 		
Hitos	Fecha	
Informe de manual y especificaciones	10/07/2018	
Duración: dos (2) semanas	Fecha inicio: 17/07/2018	Fecha fin: 31/07/2018
Criterios de aceptación		
<p>El estudio debe contar con toda la información en relación con la estructura y funcionamiento de la tecnología seleccionada: sistema de plantas de tratamiento Rotoplas. Pliego de especificaciones técnicas de resistencia estructural, capacidad de arrastre, volúmenes de líquido, requerimientos de energía, procesamiento de lodos, capacidad de reducción o expansión, así como de movilización a otros emplazamientos.</p>		

Id del entregable	1.5	
Nombre del entregable	Presupuesto	
Descripción del trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Presupuesto de obras civiles • Presupuesto de suministro de equipos 		
Hitos		Fecha
Entrega de presupuestos		02/08/2018
Duración: seis (6) semanas	Fecha inicio: 21/08/2018	Fecha fin: 02/10/2018
Criterios de aceptación		
<p>El presupuesto debe contener todas las partidas en que se incurrirá para la puesta en marcha de la planta de tratamiento en dos grandes partidas: presupuesto general de obras civiles y presupuesto de adquisición de equipos. Los presupuestos deben contemplar materiales, mano de obra, dirección técnica, gastos administrativos, seguros y fianzas, transporte ley 6/86 y supervisión.</p>		

Id del entregable	1.6	
Nombre del entregable	Permisos	
Descripción del trabajo		
<ul style="list-style-type: none"> • Permiso de Corporación de Acueductos y Alcantarillados de Santo Domingo (CAASD) <ul style="list-style-type: none"> • Permiso Ayuntamiento del Distrito Nacional (ADN) • Permiso Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA) <ul style="list-style-type: none"> • Permiso Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSP) 		
Hitos		Fecha
Entrega de permisos		01/06/2018
Duración: cinco (5) semanas	Fecha inicio: 12/06/2018	Fecha fin: 17/07/2018
Criterios de aceptación		
<p>Este entregable debe estar compuesto por los permisos firmados, sellados y certificados de los organismos pertinentes del sector, a saber: corporación de acueductos y alcantarillados, ayuntamiento del distrito, ministerio de medio ambiente y recursos naturales, ministerio de salud pública y asistencia social.</p>		