

**Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos,
alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia**

Elaborado por

Alejandro Cadavid Hincapié

Tutor: Guillermo Giraldo Vargas

Especialización en gestión de proyecto

Escuela de ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios (ECACEN)

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

2024

Resumen

El proyecto de modelo de empresa consultora de diseños de acueducto y alcantarillado en el Municipio de Támesis, Antioquia, surge como respuesta a la necesidad de satisfacer el acceso a servicios básicos de agua potable y saneamiento para la nueva zona de expansión urbana del municipio, esta zona antiguamente era netamente agrícola, por lo que no cuenta con dichos sistemas. Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este proyecto fue crear un modelo de empresa consultora para realizar los diseños de los sistemas de acueductos y alcantarillados, en el área de expansión urbana del Municipio de Támesis, Antioquia. Para lograr esta empresa, se llevaron a cabo una serie de actividades, que incluyen estudios económicos y de la zona en cuestión para cumplir con las exigencias de las entidades nacionales y locales. El modelo de empresa considerará para los diseños de los sistemas de acueducto y alcantarillado las mejores prácticas de ingeniería y enfoques sostenibles, donde tendrá en cuenta las condiciones geográficas, ambientales y socioeconómicas específicas de Támesis, se priorizará la eficiencia en el uso de recursos, la minimización de impactos ambientales y la garantía de la calidad del agua potable para todos los residentes. El proyecto pretende tener un impacto positivo en el desarrollo económico y social de Támesis ya que facilitará el crecimiento urbano planificado y mejorar las condiciones de vida de los residentes. Al garantizar una disponibilidad de servicios básicos de agua potable y saneamiento que es fundamental para atraer inversiones, promover la salud y el bienestar de la población, y fomentar el desarrollo de actividades económicas sostenibles en la región.

Palabras Clave: Acueducto, Alcantarillado, Área de Expansión, Diseños, Urbanismo

Abstract

The project of a consulting firm model for aqueduct and sewerage designs in the Municipality of Támesis, Antioquia, arose as a response to the need to satisfy the access to basic potable water and sanitation services for the new urban expansion area of the municipality, this area was formerly purely agricultural, so it does not have such systems. Taking into account the above, the objective of this project was to create a model for a consulting firm to carry out the design of aqueduct and sewerage systems in the urban expansion area of the municipality of Támesis, Antioquia. To achieve this undertaking, a series of activities were carried out, including economic studies and studies of the area in question to comply with the requirements of national and local entities. The business model will consider for the designs of the aqueduct and sewage systems the best engineering practices and sustainable approaches, where it will take into account the specific geographic, environmental and socioeconomic conditions of Támesis, prioritizing efficiency in the use of resources, minimizing environmental impacts and ensuring the quality of drinking water for all residents. The project aims to have a positive impact on the economic and social development of Támesis by facilitating planned urban growth and improving the living conditions of residents. By ensuring the availability of basic drinking water and sanitation services, which is essential for attracting investment, promoting the health and well-being of the population, and fostering the development of sustainable economic activities in the region.

Key words: Aqueduct, Sewerage, Expansion Area, Designs, Urbanism.

Tabla de contenido

Introducción	13
Formulación del Problema Técnico	14
Antecedentes del Proyecto	14
Contexto Municipal	14
Problemas actuales	15
Datos demográficos Actuales	15
Situaciones similares dentro del departamento	17
Marco Normativo	20
Regulaciones locales	21
Marco teórico	22
Contexto donde se presenta el conflicto	25
Conflicto	25
Descripción del problema	26
Comité Sponsor del proyecto	27
Definición de stakeholders	27
Posibles soluciones	29
Selección de alternativas	29
Restricciones del proyecto	31
Restricciones Presupuestales	31

Restricciones de Tiempo.....	31
Regulaciones Ambientales.....	31
Disponibilidad de Recursos Humanos	31
Acceso a la Tierra	32
Resistencia Comunitaria	32
Condiciones Geográficas y Topográficas	32
Cambio Político o Administrativo	32
Capacidad Institucional.....	33
Aspectos Culturales y Sociales	33
Constricciones del proyecto.....	33
Formulación y sistematización del proyecto por medio de la pregunta sistematizadora	34
Justificación	35
Indicadores en la cobertura de servicios públicos.....	35
Impacto Directo en la Salud Pública.....	36
Calidad del Agua Potable.....	36
Desafíos en el Tratamiento de Aguas Residuales	37
Desatención en el Área de Expansión de Támezis.....	37
Consecuencias de diseños ineficientes en cuestión de acueductos y alcantarillados....	38
Objetivos.....	39

Objetivo General.....	39
Objetivos Específicos.....	39
Plan de gestión del proyecto	40
Alcance del proyecto.....	40
Diseño de Infraestructura Hidráulica	40
Análisis de Impacto Ambiental y Social.....	40
Evaluación de Alternativas de Financiamiento.....	40
Plan de gestión del cronograma	41
Identificar y Secuenciar las Actividades del Proyecto.....	41
Identificación de la problemática.....	41
Contextualización de la población afectada.....	41
Revisión de datos sociodemográficos de la población	41
Revisión normativa vigente en el territorio	42
Revisión de las partes involucradas (Sponsor)	42
Delimitación de alcances y limitaciones.....	42
Plan de gestión de costos	42
Plan de gestión de calidad.....	42
Plan de gestión de recursos humanos.....	42
Plan de gestión del riesgo	43
Plan de compras y adquisiciones	43

Estrategias de comunicación.....	43
Difusión.....	43
Cronograma.....	45
Actividades generadoras de cuello de botella.....	45
Revisión de la normatividad vigente.....	46
Delimitación de alcances y limitaciones.....	46
Limitaciones para la futura empresa.....	46
Estudios Topográficos.....	46
Entrega de planos arquitectónicos.....	46
Diseño de Redes de Distribución.....	47
Contratación de Personal Calificado.....	47
Plan de Gestión de costos.....	48
Estimación de Costos.....	48
Creación del Presupuesto.....	50
Tiempo de recuperación de la inversión inicial.....	51
Proyección de ingresos:.....	51
Gestión de Cambios.....	52
Negociación y Contratación.....	52
Plan de Gestión de la calidad.....	54
Objetivos de Calidad.....	54

Procesos y Procedimientos de Calidad	54
Revisión de los diseños	54
Auditoría administrativa	54
Control documental.....	54
Procedimiento de Mejora Continua	55
Roles y Responsabilidades.....	55
Plan de Gestión de recursos humanos.....	57
Planificación de Recursos Humanos.....	57
Director de Proyecto	57
Coordinador del proyecto	57
Profesional en hidráulica.....	57
Profesional social	57
Topógrafo.....	58
Cadenero	58
Profesional administrativo	58
Estimación de Necesidades de Personal	58
Adquisición de Recursos Humanos	59
Reclutamiento	59
Selección.....	60
Desarrollo del Equipo	60

Entrenamientos para el equipo operativo.....	60
Plan de Gestión del riesgo.....	61
Identificación de Riesgos.....	61
Riesgos Técnicos	61
Riesgos Ambientales.....	61
Riesgos de Recursos Humanos	61
Riesgos Financieros	61
Matriz de riesgo	62
Comunicación y Reporte.....	63
Gestión de las adquisiciones	64
Identificación de Adquisiciones Necesarias	64
Selección de Proveedores	64
Desarrollo de Contratos	65
Administración de Contratos	65
Control de Calidad de Adquisiciones	65
Gestión de los interesados.....	66
Identificación de Interesados	66
Estrategias de Gestión de Interesados.....	66
Compromiso y Comunicación	66
Gestión de Expectativas	66

	10
Resolución de Conflictos	67
Plan de Comunicación	67
Objetivo.....	67
Frecuencia de las Reuniones	67
Materiales de Comunicación (Cartillas a Imprimir)	68
Canales de Comunicación.....	69
Conclusiones	70
Bibliografía	71

Índice de Tablas

Tabla 1	27
Tabla 2	29
Tabla 3	33
Tabla 4	48
Tabla 5	62

Indicé de Figuras

Figura 1.....	16
Figura 2.....	59

Introducción

Contar con acceso a agua potable y saneamiento básico es fundamental para el bienestar y la salud de cualquier comunidad. Debido al cambio del polígono urbano del Esquema de Ordenamiento territorial (EOT) del municipio de Támesis, se generaron nuevas áreas de expansión urbana, las cuales no cuentan con estos servicios básicos, con el fin de solventar este impase se propone formular un esquema de empresa consultora para realizar los diseños de los sistemas de acueducto y alcantarillado en estas zonas.

El municipio de Támesis se ubica en el suroeste Antioqueño región que ha experimentado un rápido crecimiento poblacional en los últimos años, debido entre otras cosas a la pandemia del COVID-19, que causó un cambio en el pensamiento de las personas y buscan otros espacios para vivir y realizar teletrabajo (Rojas, 2020). Este municipio ha experimentado un fenómeno poblacional de crecimiento posterior a la pandemia COVID-19, como se refleja en el análisis de situación de Salud (Gobernación de Antioquia, 2022), donde se evidencia que, tras estar en una proyección poblacional a la baja, posterior al año 2021 se ha aumentado su población total en un 3% aproximadamente, generando una demanda creciente de lotes para urbanizar, los cuales traen consigo la necesidad de suplir la demanda de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.

El objetivo principal de este proyecto es generar un modelo de empresa consultora que se encargue de diseñar integral de acueducto y alcantarillado, orientado en satisfacer las necesidades actuales y futuras de la población en expansión del Municipio de Támesis. Se espera que este proyecto contribuya al desarrollo económico y social de la región al facilitar el crecimiento urbano planificado del municipio y al mejorar la calidad de vida de los residentes.

Formulación del Problema Técnico

Antecedentes del Proyecto

Contexto Municipal

Támesis es un municipio de Colombia, se localiza en el Suroeste Antioqueño, ubicado a 111 kilómetros de la capital Medellín. Limita por el norte con Jericó y Fredonia, por el este con Valparaíso, por el sur con Caramanta y Jardín, también con el departamento de Caldas, y por el oeste con los municipios de Jardín y Jericó. Está Conformado por dos corregimientos, 37 veredas y un resguardo indígena denominado Miguel Cértiga Tascón.

La geografía donde se ubica el municipio de Támesis solía estar poblada por los aborígenes chamíes y cártamas, antes de que iniciara la colonia europea los cuales tenían costumbres agrícolas y de cacería también adoraban al sol y a la luna (Duque, 2015). En 1858 se inició un desplazamiento desde el municipio de Sonsón de un grupo de colonizadores entre los cuales se encontraban don Pedro Orozco Ocampo y su esposa Rafaela Gómez Trujillo a los cuales se les atribuye la fundación del caserío San Antonio de Támesis en diciembre del mismo año, ubicado en cercanías del municipio de Jericó que para entonces era el centro de este distrito del departamento de Antioquia, posteriormente en 1865 se denominó parroquia (Ramírez, 2007).

El municipio de Támesis desarrolló una vocación de agricultura desde sus inicios enfocándose principalmente en el café, los cítricos y en la ganadería que son la base de su economía hasta la fecha (Ministerio de Hacienda, 2020), sin embargo, después de la pandemia la industria turística ha tomado gran importancia y está creciendo para fortalecer el crecimiento económico del mismo (Vargas, 2022).

Problemas actuales

El incremento turístico y de vivienda expuesto anteriormente en el municipio ha implicado la gestión de parcelaciones, loteos y venta de inmuebles en las cercanías al casco urbano del municipio de Támesis, recurriendo en muchos de los casos al uso del proindiviso, figura desde la cual un predio se divide en porcentajes entre diferentes propietarios (Valencia et al, 2022) ya que el EOT no permite escriturar en área rural menor de 3000 m² generando nuevas comunidades tipo barrio en espacios rurales. Este incremento de nuevos residentes o de casas de veraneo obligó al municipio a expandir el polígono urbano del municipio, orientado en la escrituración de predios hasta de 60m² de extensión. Esto implica que los predios que anteriormente eran usados para cultivos de café y plátano deban ser reajustados para la vivienda urbana, en tanto al tener un nuevo uso del suelo se vuelven insostenibles para sus propietarios, ya que la nueva carga de tributos que deben realizar ante la extensión de sus terrenos aumenta sustancialmente.

Datos demográficos Actuales

A causa de la pandemia del COVID-19, a nivel general en Antioquia se ha observado un desplazamiento de personas que solían vivir y laborar dentro de la capital antioqueña o su área metropolitana a municipios menos densamente poblados y con espacios más abiertos para realizar sus diferentes actividades en trabajo remoto, como expone Ortiz (2022):

El agotamiento de los suelos de expansión en Medellín y el Valle de Aburrá ha impulsado la ola urbana, tanto, que en 2021 el Oriente lideró la demanda de ventas de vivienda nueva en Antioquia, luego de comercializar 6.325 unidades, cifra que estuvo por encima de las 5.884 que se movieron en Bello, 4.488 de Medellín y 3.265 de Sabaneta, entre otros. (Par 3)

Según el censo oficial del DANE (2018) en el municipio de Támesis en el año 2018 vivían 16.281 y su proyección a 2023 indica que en el municipio habitan cerca de 17.029 personas, lo que representa en 5 años un aumento de casi 1000 habitantes esto sin tener en cuenta la población nueva que ha ingresado al municipio y solo estimando la proyección de población con la nativa de la zona, desafortunadamente hasta no contar con datos oficiales del DANE en un nuevo Censo de población no se podrá conocer a ciencia cierta el nuevo número de habitantes del municipio y solo se contará con la proyección de los anteriores censos, sin embargo, este aumento de la población demuestra la necesidad de garantizar espacios aptos para construcción de viviendas en la zona.

Situaciones similares dentro del departamento

Una situación parecida que reflejó un rápido poblamiento en su zona de expansión urbana ocurrió en el municipio de Rionegro, según Cárdenas (2018):

Eduardo Loaiza, gerente de la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) nos expone “en Antioquia, el crecimiento de Rionegro ha sido exponencial. En este 2018 se han vendido 1.169 viviendas y para fin de año se espera llegar a las 1.900 unidades, un crecimiento del 30 % en comparación con el año anterior. (par 2)

Todo esto debido a la popularidad del municipio, al clima de este, y a la construcción de infraestructura que facilita el desplazamiento al mismo.

Por otro lado, en el municipio de Marinilla según su PBOT (Plan básico de ordenamiento territorial) del año 1999 cuenta con 11800 hectáreas de las cuales 218 son para uso urbano y 206 para expansión, mientras que según el CCOA (Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño) del

año 2018, indica que este número se incrementó a un uso urbano de 650 Hectáreas, casi triplicando el tamaño del área destinada al uso urbano en 18 años.

Con todos estos crecimientos de áreas de urbanización masiva se requiere por parte de los municipios la prestación de servicios públicos, siendo esta parte fundamental para la garantía de los procesos de saneamiento y calidad de vida de los habitantes. Esta debe realizarse a través de una planeación ingenieril que contemple las necesidades de abastecimiento y gestión del alcantarillado, evitando así casos como los acaecidos en Sabaneta, Antioquia, el cual tuvo una acelerada expansión entre los años 2008 y 2018 con un incremento del 45, 7% en su población, esto desencadenando en un desborde urbanístico, donde se evidenció un panorama crítico en diferentes vertientes. De acuerdo con el diagnóstico publicado por Álvarez y Ortíz (2018) el acueducto y alcantarillado del municipio se clasificaron en estado crítico y muy crítico. Así mismo, se pone en evidencia la necesidad de adecuados diseños y gestión de los permisos con las entidades encargadas, como en el caso expuesto en el programa Nos Cogió la Noche (2020) donde se narra lo siguiente:

Cuando el constructor de Bambú, el proyecto Bambú, solicitó el permiso de aguas para la construcción, EPM le otorgó el servicio, pero se lo otorgó con un diámetro muy pequeño, de media pulgada, porque era agua para la construcción, pero ahora, que ya están habitando esa pequeña pulgada no alcanza para sortear todo el servicio de la unidad, entonces en este ejercicio hay que tener claro: Hay una responsabilidad principal por parte del constructor, quien al momento de la entrega debe cumplir con lo que tiene pactado en el contrato, y ya será EPM quien le otorgue las concesiones necesarias después de que cumpla los requisitos técnicos de EPM (Min 4:35 – 5:18)

Lo anterior da cuenta de la necesidad imperativa de una asesoría de calidad tanto para el constructor como para el comprador, orientado en la puntual gestión del recurso y así la garantía de la prestación del servicio.

Otro caso similar se presentó en el corregimiento de Santa Elena, Medellín. Este corregimiento se unió a toda la expansión que se presenta en el oriente antioqueño, con un crecimiento anual del 7%, contrario a las expectativas iniciales de un 2% (Osorio, 2021). A esto se le suma el fenómeno de conexiones ilegales, las cuales componen un 24.8% de la población total que usa el recurso hídrico (Arango, 2022). Desde el año 2002 se ha evidenciado en el corregimiento cortes intermitentes del servicio de acueducto que han ido en aumento con el pasar de los años, dando cuenta de las limitaciones en la prestación del servicio conforme se ha aumentado la cantidad de habitantes.

De acuerdo con el reportaje de Arango (2022) las dificultades con el recurso hídrico son tanto de acceso como de calidad, desencadenando enfermedades en los menores de edad. El panorama de construcciones y uso desaforado del recurso no permite la garantía del servicio a largo plazo, en tanto este es un recurso finito y no se cuenta con la infraestructura necesaria.

Casos como los anteriores evidencian que el acompañamiento y consultoría de diseños de acueductos y alcantarillados son menester en cualquier municipio que esté experimentando un aumento poblacional, orientado en la distribución y ejecución efectiva tanto del recurso hídrico como de las aguas residuales que se genera en cada vivienda, comercio o institución.

Marco Normativo

El extinto Ministerio de Desarrollo económico (2000), ahora adscrito al Ministerio de Vivienda, publicó el Reglamento de Agua y Saneamiento Básico (RAS 2000). Esta norma dictamina una serie de instrucciones ordenadas de cómo se debe realizar cada uno de los cálculos que debe cumplir el diseño de un sistema de acueducto y alcantarillado, bajo qué ecuaciones se deben realizar dichos cálculos y brinda los valores mínimos que deben cumplir para que sean viables. Esto se hizo con el fin de estandarizar los diseños y que todos tuvieran un comportamiento similar, garantizando el funcionamiento de estos.

El Ministerio de Vivienda publicó la Resolución 0330 de 2017, esta resolución es la norma que derrocó al RAS 2000 y da nuevas instrucciones que se deben cumplirse en materia del diseño de acueductos y alcantarillados, actualizó formas de calcular caudal tributario y requerido por los usuarios entre otras exigencias normativas. (MinVivienda, 2021)

El ministerio actualizó el Reglamento de Agua y Saneamiento Básico con la Resolución 0799 de 2021, nuevamente se da instrucciones en términos de condiciones físicas y cálculos matemáticos que deben tener los diseños de acueductos alcantarillado pantas de tratamiento bombeos entre otros, no se debe descartar totalmente el RAS 2000 ya que esta norma tiene ecuaciones y ejemplos prácticos que buscan dar una guía fácil y exacta para realizar diseños en esta materia.

Por otra parte, el Congreso de Colombia (1994) publicó la Ley 142 de 1994, en esta ley se establece el régimen de los servicios públicos y ordena que las entidades municipales son las responsables de su prestación, también regula la operación, prestación y vigilancia de estos a través de organismos como la superintendencia de servicios públicos.

Regulaciones locales

El Municipio de Támesis (2021) genera el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT): El EOT del municipio establece todo lo referente al desarrollo urbano del municipio lo que incluye la provisión del incluyendo la provisión de servicios públicos básicos como el agua potable y el saneamiento.

La Empresa de servicios Públicos y domiciliarios del municipio de Támesis surgió en el año 2013, reemplazando a la Unidad de Servicios Públicos, la cual no contaba con autonomía presupuestal ni administrativa. Lo anterior surge como una manera de descentralizar la gestión de los recursos de acueducto, alcantarillado y aseo. Esta Empresa es totalmente pública, perteneciendo en un 90% al Municipio de Támesis y un 10% a la ESE Hospital San Juan de Dios (Empresa de Servicios Públicos de Támesis, 2019).

Marco teórico

La materia de conducir agua a presión o a flujo libre con la intención de suplir los requerimientos de las personas de abastecerse para cocinar o realizar sus actividades diarias, y recolectar estas aguas servidas para conducir las hasta a una futura planta de tratamiento de agua residual comprende los principios de: la hidrología, física de fluidos, la hidráulica y la química.

Iniciando el recorrido en la hidrología y el ciclo del agua, de acuerdo con Monsalve (1999) el ciclo del agua se compone del viaje que realiza ésta a través de sus tres estados por diferentes puntos de la tierra, dándosele un punto inicial en su estado líquido y sólido en los océanos del planeta, donde se evapora y viaja por la atmósfera hasta tierra firme donde llueve y recarga los ríos y los reservorios subterráneos a través de la percolación, además Monsalve también explica cómo se comporta el flujo de agua a través de los canales naturales y como calcular los tiempos de crecida de concentración y de crecidas para cada uno de ellos.

Por otra parte, Viessman y Lewis (1977) exponen cada una de las ecuaciones físicas que rigen la recarga de los ríos y las fuentes superficiales, con el propósito de conocer la capacidad máxima de las fuentes y determinar si estas son aptas o no para suplir la demanda de un municipio o zona en específico y no afectar la ecología aguas debajo de donde se realiza una toma de agua. En este punto cabe preguntarse cómo se mueve el agua dentro de un canal o conducto, como se afecta si en este canal existen perturbaciones, reducciones de diámetro o algún taponamiento. Azevedo (1998) da las ecuaciones físicas basadas en el principio de Bernoulli donde prima sobre todo la ecuación de la conservación de la energía, teniendo en cuenta que las constricciones o cambios del área transversal o la misma materia de los canales o tuberías genera unas pérdidas que deben ser tenidas en cuenta y calculadas para tener la certeza de que el agua llegará hasta el lugar donde se desee conducir.

Después de conocidas las características físicas de la cuenca, se debe pensar en el diseño de una estructura de captación que derive el caudal que necesita el municipio o población que debe ser abastecido y que el caudal restante de la fuente vuelva a esta, Ponce (2014) muestra como debe ser el debido dimensionamiento de una estructura de captación y en que punto de la fuente se debe ubicar la misma, también Marbello (2005) calibra y explica como debe ser realizado el cálculo para un vertedero de captación y de excesos, considerando los factores de fricción de los materiales para que solo se tome el caudal requerido y el restante continúe con su respectivo camino. Ya con el agua en este punto se hace necesario pensar en realizar un tratamiento del líquido para eliminar patógenos y garantizar su sanidad.

Cepis (2004) explica de manera clara como debe ser seleccionada la planta de tratamiento dependiendo de la calidad del agua cruda que haya sido tomada de la fuente superficial y si esta requiere un tratamiento básico (floculación, sedimentación, filtración y desinfección) o si requiere un tratamiento avanzado como puede ser la ultrafiltración que busca eliminar metales pesados. Para garantizar una correcta dosificación de químicos se debe realizar una prueba de jarras, según Arboleda et. al (2023) una prueba de jarras consiste en tomar 6 muestras del agua que se pretende tratar, y dosificarlas con diferentes concentraciones de floculante, y realizar una mezcla durante rápida durante 30 segundos y pasar a una mezcla lenta, y luego observar cual es la concentración que da mejor resultado, para llevar a gran escala a la planta de potabilización. Debido a que la mayoría de las captaciones son de agua superficial y esta agua es muy cambiante en el tiempo debido a condiciones climáticas, este ensayo debe ser realizado varias veces al día.

A continuación, el fluido tratado debe ser conducido por una serie ductos hasta los centros poblados, estos ductos deben estar completamente herméticos y deben tener la capacidad

de soportar las presiones que ejerce el fluido en sus paredes mientras transita por ellas. Corcho y Duque (2004) explican de manera organizada de cuáles son las características que debe tener un sistema de acueducto, como se comportan los diferentes materiales como el PVC, Polietileno, acero, asbesto cemento, cual es la rugosidad de cada uno, su resistencia a la presión como afectan el flujo del agua y cuantas pérdidas producen con el fin de tener un diseño detallado.

Luego de que los usuarios han utilizado el agua, se descarga a través de las cañerías de las casas, y se le empieza a conocer como agua residual, esta agua tiene nuevas características y está llena de contaminantes mayormente orgánicos cuando se trata de agua residual doméstica. Metcalf y Eddy (1996) mencionan cómo se deben realizar todos los cálculos de generación de aguas residuales, tanto domésticas como industriales, cómo se comportan las mismas, qué clase de componentes químicos están presentes dependiendo del uso al que fueron expuestas, qué consideraciones se debe tener a la hora de pensar en los trasados de redes de alcantarillado y que cálculos físicos debe contar este diseño para evitar atascamientos o algún otro problema.

También, López (2003) enfoca sus estudios y análisis al diseño de acueducto y alcantarillado de pequeñas poblaciones, buscando la eficiencia de los diseños para afectar lo menos posible a sus habitantes. Cubre conceptos fundamentales y desarrolla de manera secuencial las diversas estructuras hidráulicas, como la captación de agua superficial y subterránea, estaciones de bombeo, desarenadores, cloración, redes de distribución y sistemas de alcantarillado tanto sanitario como pluvial.

Contexto donde se presenta el conflicto

El municipio de Támesis ha visto un gran auge turístico como lo refleja el programa departamental Antioquia es mágica (2022) diciendo lo siguiente:

Támesis es el hogar del organal más grande de Colombia, alimentado por el Río San Antonio. Su vocación turística es de aventura, naturaleza, bienestar y cultura. Es un lugar privilegiado por la cantidad de agua que baña su territorio y además tiene 13 rutas camineras que te encantarán sin contar con que puedas aventurarte en la ruta de los petroglifos con más de 1.500 obras talladas a mano o visitar el Museo Arqueológico Cartama; sin duda este es el destino que nunca te cansarás de explorar. (par 2)

Todas estas rutas están cargadas de paisajismo debido a su ubicación que lo convierte en un balcón natural que permite observar los municipios de Santa Bárbara, La Pintada, Valparaíso e incluso Caramanta, además de varios pueblos del municipio de Caldas. De igual forma el municipio de Támesis está bajo la influencia de la construcción de las vías Pacífico 1 y Pacífico 2 las cuales abren un nuevo mercado para este, debido a que lo dejarán ubicado a tan solo hora y media de Medellín (Municipio de Támesis, 2020) y a aproximadamente el mismo tiempo de recorrido del eje cafetero de donde se espera lleguen personas interesadas en adquirir terrenos y asentarse a vivir o tener fincas o casas de veraneo.

Conflicto

En el año 2021 se actualizó el EOT (Esquema de Ordenamiento Territorial) del municipio de Támesis, el cual reglamentó las nuevas áreas de expansión urbana. Con esta actualización se vio un aumento en los impuestos prediales de lotes que anteriormente tenían el uso del suelo como agrícola, ya que el avalúo pasó de tomarse por hectárea a tomarse por metro

cuadrado del predio, lo que significó un incremento en el valor del impuesto predial de la nueva área de expansión urbana, lo que obliga en la mayoría de los casos a los propietarios a desarrollar proyectos de urbanización o parcelación para disminuir el tamaño del área que poseen.

Descripción del problema

Los propietarios de los lotes que tuvieron un cambio en el uso del suelo según el nuevo polígono urbano se enfrentan a una presión económica causada por el aumento en los impuestos prediales. Esta situación los ha llevado a la necesidad de buscar estrategias, para mitigar el impacto económico, ya que varios propietarios de estos predios no pueden solventar los nuevos costos asociados con la propiedad de estos terrenos con sus actividades convencionales agrícolas. Para mitigar el aumento en el valor de los impuestos prediales, los propietarios se inclinan por realizar proyectos de urbanismos para lograr vender porciones de tierra con el objetivo de disminuir las áreas y con esto, reducir el valor de los impuestos prediales.

Este fenómeno ha generado una nueva dinámica en el pueblo, ya que los propietarios están buscando opciones para subdividir y vender parte de sus terrenos requiriendo la autorización del municipio, el cual les exige la Infraestructura básica de servicios públicos para otorgarles el permiso para realizar estas subdivisiones con lo que surge la necesidad de presentarle al mismo los diseños del sistema de acueducto y alcantarillado en la zona de expansión del municipio.

Comité Sponsor del proyecto

El comité Sponsor son todos los interesados directamente en realizar el proyecto aplicado y los que a su vez pueden tener una decisión directa en el mismo y para el proyecto de desarrollar un Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos, alcantarillados en el municipio de Támesis, se conforma de:

1. La secretaría de planeación del municipio de Támesis, la cual se encarga de dictaminar los requisitos para aprobar las licencias de urbanización y subdivisión con la que se logra desglobar los lotes y escriturarlos a los nuevos propietarios.
2. La secretaría de hacienda del municipio de Támesis, la cual dictamina los tributos que se debe pagar al municipio producto de las licencias que otorga la secretaria de planeación.
3. Los propietarios de los predios que pasan por el cambio de uso del suelo, los cuales por ser urbanizadores se ven obligados a correr con los gastos de los diseños de acueductos y alcantarillados en los sitios a urbanizar. Son los principales implicados debido a que la posterior construcción también será responsabilidad de ellos con el fin de que le reciban el proyecto.

Definición de stakeholders

Tabla 1

Stakeholders

Stakeholder	Impacto del Proyecto	Posición a Favor o en Contra	Participación en el Proyecto
Autoridades Municipales	Buscan garantizar el acceso a servicios básicos de agua y	A favor	Revisión de los diseños, aprobación de licencias y observaciones

	saneamiento.		generales.
Comunidades Locales	Mejora de la calidad de vida residentes, aumento en el valor de la propiedad y acceso a servicios públicos.	Mayormente a favor, sin embargo, algunos pueden estar en contra debido a posibles inconvenientes durante la construcción y a aumento en la cantidad de vecinos y ruido.	Participación en consultas públicas, proporcionar retroalimentación sobre necesidades y preocupaciones locales.
Entidades Financieras	Financiero y retorno de inversión del proyecto a través de préstamos y financiaciones.	A favor	Financiamiento del proyecto y de compradores de los lotes futuros.
Empresas Constructoras	Oportunidad de contratación y generación de empleo.	A favor	Ejecución de la construcción de las redes de acueducto y alcantarillado según los diseños establecidos.
Proveedores de Materiales y Equipos	Oportunidad de suministro de materiales y equipos.	A favor	A futuro pueden suministrar materiales y equipos necesarios para la construcción de las redes.
Futuros compradores	Adquisición de lotes y terrenos	A favor	Financiación directa tanto de los diseños como de la construcción.

Residentes No Directamente Afectados	Impacto potencial en la congestión de tráfico y el uso de servicios públicos.	Neutral o Indiferente	Participación en consultas públicas, proporcionar retroalimentación sobre preocupaciones de congestión y servicios públicos.
---	---	-----------------------	--

Posibles soluciones

Las soluciones a la problemática del cambio del uso del suelo y aumento predial en los lotes por la actualización del polígono urbano en el municipio de Támesis pueden ser variadas:

1. Los propietarios de estos predios pueden considerar desarrollar ellos mismos un proyecto urbanístico el cual requeriría de la participación de diferentes profesionales para llevar a cabo el desarrollo del proyecto entre los profesionales se encuentran: arquitectos, ingenieros, topógrafos, entre otros.
2. Los propietarios de los predios podrían recurrir a vender los terrenos a empresas constructoras públicas o privadas que desarrollen los proyectos urbanísticos

Selección de alternativas

A continuación, por medio de una matriz de selección de alternativas se buscará determinar cuál es la alternativa más viable, dándole una calificación entre 0 y 100 puntos siendo 0 el mínimo cumplimiento de la condición y 100 el máximo cumplimiento.

Tabla 2

Selección de alternativas

Característica	Alternativa 1	Alternativa 2	Explicación de la calificación más alta dada.
-----------------------	----------------------	----------------------	--

Ingresos a futuro para los propietarios de los predios	80	50	Se da un puntaje más alto a la alternativa 1 ya que al desarrollar ellos mismos el proyecto tendrán una mayor utilidad. Esto teniendo en cuenta que al venderlo a una empresa que tercerice el proceso, el precio de venta sería menor al valor comercial teniendo en cuenta que este sería la oferta para el cliente final.
Tramites y permisos que deben solicitar y pagar los propietarios de predio	40	100	Al vender el propietario solo recibiría la cifra pactada y no tendría que realizar más tramites en el futuro
Control en el tipo de proyecto que se va a desarrollar en el predio.	100	0	Debido a que el propietario vendió, no tendría opinión alguna sobre lo que allí se vaya a construir
Suma de puntuaciones	220	150	

Teniendo en cuenta mayormente el beneficio económico para los propietarios se llega a la conclusión de que la alternativa más viable es la numero uno. Ante este panorama la propuesta del modelo de empresa consultora de diseño de sistemas de acueducto y alcantarillado es fundamental, ya que como se mencionó anteriormente, hace parte de los pilares fundamentales la garantía del acceso y calidad de los servicios básicos, dentro de los cuales están el acueducto y saneamiento en general.

Restricciones del proyecto

La importancia de identificar las restricciones de un proyecto desde sus inicios es básicamente saber cómo contrarrestarlas mientras se desarrolla el mismo y con esto se logra evitar retrasos y sobrecostos para lograr cumplir con la calidad debida a lo que se ofrece a los interesados.

Restricciones Presupuestales

La disponibilidad de recursos presupuestales que tengan los propietarios de los predios puede afectar el área que se pueda intervenir por los diseños de acueducto y alcantarillado, lo que no dejaría peticionar licencias para el lote completo adicional mente limitaría las recomendaciones de materiales para la futura construcción.

Restricciones de Tiempo

Un cronograma limitado puede llevar a dificultades en la planeación y ejecución del proyecto causando errores y reprocesos dentro del proyecto.

Regulaciones Ambientales

Unas normativas estrictas podrían solicitar ajustes adicionales en términos de gestión ambiental, lo que conllevaría a estudios adicionales y aumentaría los costos y el tiempo de la ejecución del proyecto.

Disponibilidad de Recursos Humanos

La falta de recurso humano cualificado con experiencia en los estudios adicionales como la topografía podría generar inconvenientes al momento de los diseños, lo que conllevaría a rediseños y reprocesamiento de información lo que impediría cumplir con el cronograma del proyecto.

Acceso a la Tierra

Problemas relacionados con las servidumbres para poder llegar a los puntos de conexión presentados por el municipio podrían generar sobrecostos en la ejecución de la obra o incluso llegar a reprocesos en los diseños ocasionados por cambios de trasados.

Resistencia Comunitaria

La comunidad local puede representar una importante restricción al ser directos afectados debido a las dificultades que surgen durante la construcción de este tipo de infraestructura, adicionalmente la desinformación acerca del proyecto puede llevar a creer a la misma que se generan daños ambientales, sociales o económicos.

Condiciones Geográficas y Topográficas

La topografía es uno de los factores más limitantes, presencia de terrenos montañosos, ríos, suelos difíciles o zonas de alto riesgo pueden generar desafíos adicionales en los diseños ya que habría que contratar profesionales especializados para solventar cada uno de estos obstáculos. Adicionalmente, la construcción de las redes de acueducto y alcantarillado sería más difícil y riesgosa.

Cambio Político o Administrativo

Cuando se da un cambio político, se puede afectar este tipo de proyectos, ya que la prioridad del plan de desarrollo puede enfocarse en otro tipo de infraestructura y cambiaría la priorización del proyecto.

Capacidad Institucional

La capacidad reducida de las entidades locales como las empresas de servicios públicos, puede generar un obstáculo a la hora de viabilizar el proyecto debido a la baja capacidad técnica para entender el mismo.

Aspectos Culturales y Sociales

Los aspectos culturales de la zona pueden dificultar la aplicación y utilización del proyecto debido a que la costumbre puede prevalecer sobre la infraestructura innovadora.

Constricciones del proyecto

Las constricciones del proyecto son aquellos factores que pueden afectar directamente el desarrollo de un proyecto, pero que es imposible controlar directamente, y su aparición afecta al desarrollo del mismo.

Tabla 3

Constricciones del proyecto

Numero	Constricción	Efecto	Mitigación
1	Clima	Retrasos en el levantamiento topográfico.	Análisis de costos juicioso que considere estos posibles retrasos.
2	Falta de mano de obra en la zona	Retraso en el cronograma de entrega del proyecto.	Contratar mano de obra externa a la zona que se desplace hasta el lugar.
3	Insuficiencia de los servicios públicos como electricidad o internet.	Imposibilidad de trabajar con los softwares requeridos para los diseños.	Desplazamiento a otro municipio con servicios públicos más estables.

4	Orden Publico	Retrasos o hurtos cuando se realiza el trabajo de campo.	Realizar un correcto trabajo social del lugar del proyecto.
5	Cambios en la normatividad	Reprocesos de los diseños realizados.	Estudio juicioso de los proyectos de ley sobre la temática de acueducto y saneamiento básico.

Formulación y sistematización del proyecto por medio de la pregunta sistematizadora

¿Como diseñar de una manera óptima y que cumpla con la norma, un modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos, alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia?

Justificación

Esta idea de modelo de empresa encuentra su justificación en diversas problemáticas relacionadas con la prestación de servicios públicos y la calidad del agua en Colombia y en particular en Támesis, Antioquia.

Indicadores en la cobertura de servicios públicos

Uno de los enfoques principales del Estado, es la prestación de servicios públicos de calidad como se evidencia en el artículo 365 de la constitución nacional del 1991 (Congreso de Colombia, 1991): “inherentes a la finalidad social del Estado. Es deber del Estado asegurar su prestación eficiente a todos los habitantes del territorio nacional” (p. 93), sin embargo, de acuerdo con Superservicios (2021). Solo el 19.85 % de los municipios de Colombia cuentan con una cobertura del servicio de acueducto superior al 90% del casco urbano, y el 67% de los municipios del país cuentan con una cobertura del 45 % del casco urbano (p. 19). En términos de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales, el panorama es aún más desalentador. En el mismo informe se habla de la cobertura en términos de alcantarillado, donde se expone que solo el 13.96 % de los municipios cuenta con una cobertura superior al 90% mientras que un 40 % de los municipios del país, se encuentra entre un 15% y un 45% de cobertura es de lo que demuestra el gran trabajo que debe realizar el Estado para garantizar una prestación de los servicios públicos de manera igualitaria.

De acuerdo con la ficha MGA (Metodología General Ajustada) del proyecto Optimización de redes de acueducto y alcantarillado residual y pluvial del municipio de Támesis, este cuenta con una cobertura de acueducto del 92% en su cabecera municipal, sin embargo, se encuentra en proceso de expansión particularmente en las veredas San Luis y La Mesa, siendo entonces menester la optimización de redes de distribución de agua potable.

En cuanto la cobertura de alcantarillado, se afirma que esta se encuentra en un 80% en la cabecera municipal, sin embargo, las mismas se encuentran deterioradas debido a su construcción que data de más de 50 años (Municipio de Tamesis, 2020), cuando de acuerdo con el RAS (2000) su vida útil es de 25 años.

Impacto Directo en la Salud Pública

Las consecuencias de no tener agua potable son evidentes en las comunidades donde esta escasea, según la OMS (2023) “El agua contaminada y el saneamiento deficiente contribuyen a la transmisión de enfermedades como el cólera, otras enfermedades diarreicas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis.” (p.5) Las cuales afectan principalmente a niños entre 0 y 10 años, y son altamente letales en los bebés. Según el mismo informe, se calcula que aproximadamente un millón de personas mueren por enfermedades relacionadas con aguas no tratadas anualmente, y de estos 395.000 son niños menores a 5 años. Las comunidades no solo se ven afectadas en su salud, sino también en su desarrollo económico, según el mismo informe de la OMS el no contar con fuentes de abastecimiento sanas, ni agua tratada, hace que las personas tengan que gastar más tiempo y esfuerzo en conseguir el vital líquido, lo que les reduce su productividad, por lo que contar con una fuente saludable de agua hace que incurran en menos gastos médicos, lo que mejora considerablemente la calidad de vida.

Calidad del Agua Potable

En Colombia, existe una medida conocida como el IRCA (índice de riesgo de la calidad del agua) el cual va desde 0 a 100, siendo 0 agua apta para el consumo humano y 100 agua dañina para los humanos. En Colombia, para el 2021, 619 cabeceras municipales del país tienen un indicador IRCA apto para el consumo humano que corresponden al 56 % del país

(Superservicios, 2021), es válido recalcar que este estudio no tiene información sobre el área rural, sin embargo yendo a un concepto más micro en el municipio de Támesis, según los registros de la gobernación de Antioquia (Vigilancia Agua de Consumo Humano), en este municipio existen 33 acueductos veredales y un acueducto urbano, de los cuales solo uno de los veredales cuenta con un indicador IRCA viable para el consumo humano y el municipal también cuenta con este indicador con lo que el 95 % de los sistemas de acueducto en este municipio van desde agua con riesgo para el consumo humano, hasta dañina.

Desafíos en el Tratamiento de Aguas Residuales

A la fecha en Colombia la resolución que exige la calidad de los vertimientos de agua residual es la 0631 de 2015, la cual hace sus respectivas exigencias a nivel de calidad de este tipo de vertimientos, sin embargo, no existen registros oficiales en términos del cumplimiento de esta resolución ni de cómo se encuentra cada municipio en términos de tratamiento de agua residual.

Desatención en el Área de Expansión de Támesis

El EOT vigente del municipio de Támesis comprende las veredas San Luis, sector cementerio y La Mesa como área de expansión, antiguamente utilizadas para producción agrícola, esto hace que se generen nuevas necesidades en tanto el uso de los servicios públicos, dado que, si bien en estas registran puntos de conexión, no se presentan redes internas de acueducto ni de alcantarillado. Debido a esto, los urbanizadores, se verán obligados a realizar la construcción y los diseños de estos, ya que son insumos indispensables para que se apruebe la licencia de urbanización y la posterior licencia de subdivisión urbana.

Consecuencias de diseños ineficientes en cuestión de acueductos y alcantarillados

En el municipio de Támesis, se inició el 17 de enero del 2021 el mega proyecto “Optimización Redes De Acueducto Y Alcantarillado Residual Y Pluvial Del Municipio De Támesis - Antioquia” el cual consistía en la instalación de treinta mil metros de tubería de agua residual, agua lluvia y acueducto, sin embargo, debido a las inconsistencias de los diseños, en tanto estos no convergían con la topografía real del lugar, este proyecto debió ser suspendido, y se encuentra en fase de reformulación, lo que causa inconformidad en los habitantes del municipio, sobre costos de diseño y de construcción.

En general en el país, la cobertura en términos de servicios públicos de acueducto y alcantarillado es mejorable, y en términos del municipio de Támesis se requiere realizar los diseños y la construcción de sistemas de alcantarillado y acueducto funcionales lo que brinda la oportunidad de desarrollar este tipo de proyecto aplicado.

Por lo anterior se concluye que es viable pensar en la construcción de un “Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos y alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia” debido a que el área en cuestión presenta falencias y posibilidades de mejora en términos de servicios públicos.

Objetivos

Objetivo General

Crear un modelo de empresa consultora para realizar los diseños de los sistemas de acueductos y alcantarillados, en el área de expansión urbana del Municipio de Támesis, Antioquia.

Objetivos Específicos

Realizar un análisis del mercado que determine la demanda y el potencial del mercado de los servicios de diseño de sistemas de acueducto y de alcantarillado en municipio de Támesis Antioquia.

Identificar las necesidades y requisitos de diseño del sistema de acueducto y del alcantarillado en la zona de expansión urbana de Támesis, considerando todos los aspectos normativos y requisitos del municipio.

Diseñar metodologías y procesos eficientes para la realización de los diseños de los sistemas de acueducto y alcantarillado en el municipio de Támesis, que garanticen la calidad técnica, la sostenibilidad ambiental y el cumplimiento normativo.

Plan de gestión del proyecto

En este punto se pretende dar una línea para la planeación ejecución y seguimiento del proyecto para ello inicialmente se debe determinar el alcance del proyecto.

Alcance del proyecto

Diseño de Infraestructura Hidráulica

El modelo de empresa pretende realizar proyecciones de los diseños detallados de la infraestructura hidráulica, que suplan de la necesidad de agua potable, y de recolección de aguas residuales en la zona de expansión urbana del municipio de Támesis. Esto incluirá la planificación de los trazados de las tuberías, por las vías a proyectar dentro del proyecto cumpliendo con los requisitos normativos nacionales y municipales.

Análisis de Impacto Ambiental y Social

El modelo de empresa también llevará a cabo un análisis de los impactos ambientales y sociales de la zona de expansión urbana, buscado el saneamiento de las cuencas hídricas con el objeto de conservar los recursos naturales, mitigar los factores de riesgo para la salud pública, el bienestar de la comunidad e integrar todos los diseños con el plan de desarrollo del municipio para garantizar una óptima expansión y un crecimiento económico en general de sus habitantes.

Evaluación de Alternativas de Financiamiento

El modelo también consideraría una evaluación de cómo se podría realizar una alternativa de financiamiento para los habitantes que requieran la implementación de este tipo de diseños en sus predios, con el fin de ayudarlos a que logren obtener las respectivas licencias de urbanización, con se busca disminuir el riesgo económico del proyecto.

Plan de gestión del cronograma

Un plan de gestión del cronograma busca, identificar, enumerar y desarrollar cada una de las tareas que contiene el proyecto: Creación de un modelo de empresa consultora para realizar los diseños de sistemas de acueductos y alcantarillados en el área de expansión urbana del Municipio de Támesis, Antioquia, asignándolas en un orden lógico que puede tener una tarea antecedente y una consecuente y cada una de estas debe tener un inicio y un fin, también se puede considerar incluir un flujo de desarrollo económico de cada una de las tareas.

Identificar y Secuenciar las Actividades del Proyecto

Para desarrollar el proyecto se identifican las siguientes actividades:

Identificación de la problemática

Se realiza revisión global del requerimiento que presenta la población de interés para la gestión de la empresa.

Contextualización de la población afectada

Estudio de las características generales de la población, como sus aspectos culturales, sociales y económicos.

Revisión de datos sociodemográficos de la población

Identificación del estado del territorio a nivel estructural, actualizaciones de la composición de los sistemas de acueductos y alcantarillados teniendo en cuenta los reportes por las entidades encargadas.

Revisión normativa vigente en el territorio

Revisión del marco normativo que dirige los requerimientos administrativos en el municipio en términos de planeación, impuestos, requisitos y demás elementos de tipo legal.

Revisión de las partes involucradas (Sponsor)

Identificación de los actores directos e indirectos relacionados con el proyecto, así como su rol y pertinencia dentro del mismo.

Delimitación de alcances y limitaciones

Definición clara de lo que se pretende lograr con el proyecto y las restricciones que se deben considerar.

Plan de gestión de costos

Elaboración de un presupuesto detallado que contemple todos los gastos necesarios para la ejecución del proyecto, así como la identificación de posibles fuentes de financiamiento.

Plan de gestión de calidad

Gestión de los estándares de calidad que se pretenden cumplir durante la ejecución del proyecto, así como las herramientas de evaluación para garantizar dichos estándares.

Plan de gestión de recursos humanos

Identificación y asignación de los roles de quienes participarán en el proyecto, así como las responsabilidades que cada uno asumirá, el plan de capacitación y desarrollo del personal orientado a la gestión del proyecto.

Plan de gestión del riesgo

Identificación tanto de los riesgos como estrategias de mitigación que permitan estar preparados para las vicisitudes que se puedan presentar en la ejecución.

Plan de compras y adquisiciones

Determinación de las inversiones que se deben realizar en términos de bienes y servicios, teniendo en cuenta posibles proveedores y gestión de adquisiciones.

Estrategias de comunicación

Gestión de un plan que permita una comunicación eficiente tanto a nivel interno como a nivel externo.

Difusión

Sensibilización y difusión con la comunidad y Stakeholders sobre el proyecto, teniendo en cuenta objetivos, avances y resultados.

A través de modelo de empresa se pretende que la comunidad comprenda sus necesidades y las actividades que se realizarían dentro de la gestión de esta empresa consultora, dentro de las cuales estarían:

- Presentar alternativas de financiamiento al cliente potencial.
- Realizar estudio social y ambiental.
- Realizar el levantamiento topográfico de la zona de interés
- Recibir el urbanismo de la zona por parte de los interesados.
- Toma de presiones en la red de acueducto urbana del municipio de Támesis cerca

al lugar donde se planea a hacer la conexión con la red matriz.

- Realización de la simulación hidráulica de la red de acueducto de acuerdo con el urbanismo y la topografía de la zona.
- Realización del plano de redes de acueducto.
- Realización de la hoja de cálculo de la red de alcantarillado de acuerdo con el urbanismo y la topografía de la zona.
- Realización del plano de las redes de alcantarillado.
- Entrega del proyecto al cliente.

Cronograma

Tabla 4

Cronograma

Mes	Actividad
1	Identificación de la problemática
1-2	Contextualización de la población afectada
2-3	Revisión de datos sociodemográficos de la población
3-4	Revisión normativa vigente en el territorio
4	Revisión de las partes involucradas (Sponsor)
5	Delimitación de alcances y limitaciones
6	Plan de gestión de costos
7	Plan de gestión de calidad
8	Plan de gestión de recursos humanos
9	Plan de gestión del riesgo
10	Plan de compras y adquisiciones
11	Estrategias de comunicación
12	Difusión
3, 6, 9, 12	Monitoreo y evaluación (ciclos trimestrales)
12	Cierre del proyecto

Fuente: Elaboración propia

Actividades generadoras de cuello de botella

En un proyecto de diseño de acueducto y alcantarillado, las actividades generadoras de cuellos de botella pueden variar dependiendo de varios factores como, por ejemplo: la disponibilidad de los recursos, la complejidad de las normativas vigentes, y fallas en la comunicación entre los equipos de especialistas

Revisión de la normatividad vigente

Conocer las variaciones o cambios que han surgido en la norma requiere asesoría jurídica especializada, orientado en la identificación de la normativa que corresponde a la creación de empresas consultoras en diseño de acueducto y alcantarillado.

Delimitación de alcances y limitaciones

Teniendo en cuenta que el actual modelo de empresa está pensado con un público objetivo determinado, se puede ver limitada la gestión e intervención ya que dependerá de la voluntad de los potenciales clientes. Sin embargo, no se puede hacer una propuesta que abarque poblaciones más extensas entendiendo las limitaciones de recursos estructurales y humanos.

Limitaciones para la futura empresa

Estudios Topográficos

La realización de estudios topográfico es la actividad más crítica que tienen este tipo de proyectos, un incumplimiento en la entrega de estos estudios retrasaría toda la cadena de entregas siendo crítico para el proyecto

Entrega de planos arquitectónicos

Todos los diseños se verían retrasados por esta entrega puesto que las redes de acueducto y alcantarillado deben ser trazadas por las vías propuestas por el diseño arquitectónico, sin este diseño los especialistas hidráulicos no podrían iniciar su labor.

Diseño de Redes de Distribución

El diseño detallado de las redes de acueducto puede ser complicado, ya que este debe ser óptimo y requiere garantizar las presiones mínimas exigidas por la resolución 0330 en toda el área del proyecto.

Contratación de Personal Calificado

Asegurar la disponibilidad de ingenieros Sanitarios y técnicos especializados necesarios para la ejecución del proyecto puede ser un desafío, especialmente si hay escasez de profesionales en el municipio de Támesis, por lo que estos deberán viajar desde las ciudades donde habiten.

Plan de Gestión de costos

Un correcto plan de gestión de costos es una herramienta fundamental, debido a que permite realizar una proyección realista de cuanto se espera que valga el proyecto, y permite tener una serie de factores de seguridad, contemplando una parte dedicada a la gestión de los cambios que pueda sufrir el proyecto. A continuación, se define paso a paso como se realizará el plan de gestión de costos para el proyecto denominado: “Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos, alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia”.

Estimación de Costos

Para el proyecto denominado Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos, alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia, se requieren los recursos físicos y humanos mencionados a continuación:

Tabla 5

Estimación de costos

Tipo de recurso	Nombre	Cantidad	Costo Unitario	Costo total	Frecuencia
Humano	Director de proyectos	1	\$ 6,500,000	\$ 6,500,000	Mensual por la duración del proyecto
	Coordinador de proyectos.	1	\$ 4,500,000	\$ 4,500,000	Mensual por la duración del proyecto
	Profesional en topografía.	1	\$ 3,500,000	\$ 3,500,000	Mensual por la duración del proyecto

	Cadeneros.	2	\$ 2,500,000	\$ 5,000,000	Mensual por la duración del proyecto
	Profesional en hidráulica.	1	\$ 4,500,000	\$ 4,500,000	Mensual por la duración del proyecto
	Profesional social.	1	\$ 2,500,000	\$ 2,500,000	Mensual por la duración del proyecto
	Profesional administrativo.	1	\$ 3,000,000	\$ 3,000,000	Mensual por la duración del proyecto
Administrativo	Computador con capacidad para programas de diseño.	3	\$ 8,000,000	\$24,000,000	Único
	Computador	2	\$ 4,000,000	\$ 8,000,000	Único
	Papelería	1	\$ 200,000	\$ 200,000	De acuerdo con la necesidad del servicio
	Argis	3	\$ 200,000	\$ 600,000	Anual
	Autocad	3	\$ 6,842,483	\$20,527,449	Anual
Software	Microsoft Office	5	\$ 70,000	\$ 350,000	Anual
	Water cad	3	\$ 845,000	\$ 2,535,000	Anual
	SewerGEMS	3	\$ 4,000,000	\$12,000,000	Sin costo
Físicos	Escritorios	5	\$ 500,000	\$2,500,000	Único
	Sillas	8	\$ 120,000	\$ 960,000	Único

	Impresora multifuncional	1	\$ 400,000	\$ 400,000	Único
	Costo de alquiler o compra de oficina	1	\$ 800,000	\$ 800,000	Mensual
Fijos	Servicios públicos	1	\$ 200,000	\$ 200,000	Mensual
	Servicios de telecomunicación	2	\$ 300,000	\$ 600,000	Mensual
Ocasionales	Herramienta menor (Palas, barras, picas, etc)	1	\$ 400,000	\$ 400,000	De acuerdo con la necesidad del servicio
	Transporte	1	\$ 500,000	\$ 500,000	De acuerdo con la necesidad del servicio

Fuente: Creación propia

Creación del Presupuesto

Según la estimación de costos, el tiempo requerido para realizar el proyecto y la dedicación de cada profesional, se requiere una inversión inicial de 103.072.449 \$, es importante aclarar que este presupuesto corresponde a un estimativo inicial para comenzar labores, posterior a ello se tendría una variación mensual dependiendo de la necesidad del servicio y la frecuencia de gasto de cada recurso.

Tiempo de recuperación de la inversión inicial

- Teniendo en cuenta que la inversión inicial es de \$103.072.449

Se procede a definir los costos fijos y variables de este tipo de propuesta empresarial como se muestra a continuación:

- Costos fijos mensuales:
 - Alquiler de oficina: \$800.000
 - Servicios públicos y de telecomunicaciones: \$800.000
 - Sueldos del personal (director de proyectos coordinador y topógrafo)
14.500.000\$
- Proyección de ingresos estimados mensuales: Se debe suponer un ingreso promedio mensual para calcular el flujo de caja. Y para este tipo de proyectos donde se requieren profesionales con salarios altos, estos ingresos deben ser suficientes para pagar los gastos fijos y quedar ganancia, por tal motivo vamos a estimar un ingreso mensual inicial de **\$30,000,000**, basado en la capacidad de contratación y servicios mencionados.

Después de analizar las condiciones anteriormente mencionadas, y teniendo unos gastos fijos de aproximadamente \$17.600.000 mensuales, se estima que la inversión inicial se recuperaría en aproximadamente 10 meses, suponiendo leves decrecimientos en los ingresos.

Proyección de ingresos:

Proyección anual: Basado en un crecimiento aproximado del **10% al año**, se proyectan los ingresos para los próximos 5 años de la siguiente manera:

- **Año 1:** \$360,000,000

- **Año 2:** \$396,000,000
- **Año 3:** \$435,600,000
- **Año 4:** \$479,160,000
- **Año 5:** \$527,076,000

Gestión de Cambios

Es natural en la construcción de una nueva idea de negocio los requerimientos y renegociaciones que surjan en el proceso de búsqueda de insumos y negociaciones con el talento humano, por lo que se debe contar con un estimado del 10% para las variaciones de las que sea sensibles. Igualmente proyectando la ejecución del objeto de este modelo de empresa, en estos proyectos a ejecutar se gestan elementos que dependen de otros especialistas, como los encargados de la arquitectura, estudios de suelos, topográficos y demás, puede sufrir cambios y rediseños, ocasionados por peticiones de los contratantes, por lo que se debe contemplar un rubro de gestión de cambios, en este caso, si el plano arquitectónico varía más de 15% del trazado de las redes, se le solicitará un reconocimiento por rediseño, y este dependerá del tamaño del cambio que sufrió el plano arquitectónico y de cuantas redes se deban modificar.

Negociación y Contratación

La forma de contratación de todos los especialistas, exteriores al director de proyecto será de contrato por prestación de servicios, donde a cada uno se le solicitará un producto que deben entregar en un tiempo que dura su vinculación al contrato. Este tipo de contratación aplica para los requerimientos del actual proyecto en tanto no es necesario que los profesionales involucrados se encuentren bajo un horario laboral fijo y no existe subordinación.

Con esto, es necesario realizar supervisión únicamente en que los contratistas se encuentren al día con lo correspondiente al pago de su seguridad social, costos que deberán ser costeados por cada uno de los profesionales.

Plan de Gestión de la calidad

La gestión de la calidad para el proyecto denominado ‘Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos, alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia’ se centrará en estandarizar los modelos para llegar a una satisfacción del cliente, a través de entregas a tiempo y de buena comunicación con los contratantes.

Objetivos de Calidad

Garantizar que todos los diseños cumplen con los requisitos normativos municipales y nacionales.

Buscar una satisfacción de los clientes de al menos un 90 % en las encuestas de satisfacción realizadas de manera posterior a las entregas del proyecto.

Procesos y Procedimientos de Calidad

Revisión de los diseños

Realizar revisiones periódicas de los diseños en fases del 25% del 50% y del 100% de avance para reducir la posible ocurrencia de errores y que el producto se entregue estando en la mejor condición posible.

Auditoría administrativa

Realizar auditorías internas con el fin de analizar los ingresos, egresos, gestión contable, contrataciones y demás actos administrativos relacionados con la ejecución de la empresa.

Control documental

Fomentar un control documental y una esquematización de todos los informes y documentos que se deban presentar para que los estudios siempre tengan la misma forma.

Procedimiento de Mejora Continua

Siempre realizar una revisión post-proyecto con el fin de identificar lecciones aprendidas y aplicar estas lecciones en proyectos futuros.

Roles y Responsabilidades

El Gerente del Proyecto debe ser responsable de la implementación del plan de gestión de la calidad y de la coordinación de las actividades de calidad.

El equipo de calidad estará constituido por el Gerente del proyecto, el coordinador de proyecto y el auxiliar administrativo. Este equipo estará encargado de ejecutar las auditorías y revisiones de calidad, exceptuando los procesos donde estos se encuentran involucrados, en este caso es menester acudir a la gestión de un externo que haga las veces de auditor.

En aras de dar mayor claridad sobre los encargados de cada proceso se dividen los equipos de esta manera:

Tabla 6

Equipos de trabajo

Equipo operativo	Equipo administrativo
Cadeneros.	Director de proyectos
Profesional en hidráulica.	Coordinador de proyectos.
Profesional social.	Auxiliar administrativo.
Profesional en topografía.	

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se determina la periodicidad de cada procedimiento, los revisores encargados y porcentajes necesarios para considerar pertinente la aprobación de este proceso o en caso contrario, el establecimiento de un plan de mejora.

Tabla 7*Procesos de calidad*

Proceso	Periodicidad	Área encargada	Revisor	Porcentaje de aprobación
Revisión de diseños	Por avance del proyecto	Equipo de operaciones	Equipo de calidad	100%
Auditoría administrativa	Anual	Equipo administrativo	Auditor externo	95%
Control documental	Semestral	Equipo administrativo	Auditor externo	95%
Procedimiento de mejora continua	Finalizando cada proyecto	Equipo de operaciones	Equipo de calidad	90%

Fuente: Elaboración propia

Plan de Gestión de recursos humanos

El plan de gestión de los recursos humanos pretende que todos los miembros de un equipo de proyecto trabajen bajo una sinergia organizada y coordinada, con énfasis en lograr el proyecto y el desempeño efectivo en cada uno de sus roles.

Planificación de Recursos Humanos

Identificación de Roles y Responsabilidades:

Director de Proyecto

Se encarga de supervisar las fases del proyecto, de la toma de decisiones críticas, y es el responsable de contacto principal para todas las partes interesadas. Debe dar línea y es el responsable mayor del proyecto.

Coordinador del proyecto

Se encarga de supervisar los profesionales y personal de apoyo, responde ante el gerente del proyecto, y vigila la calidad y los tiempos del proyecto.

Profesional en hidráulica

Es el responsable de los diseños y supervisión técnica del acueducto y alcantarillado. Además, debe evaluar los impactos ambientales y asegurar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente en Colombia.

Profesional social

Encargado de la identificación de los aspectos sociodemográficos e impacto del proyecto en la cotidianidad de la comunidad afectada. Dentro de sus funciones destacan el censo de habitantes, nivel de afectación y caracterización de la comunidad.

Topógrafo

Se encarga del levantamiento topográfico de la zona de interés, parte fundamental para el diseño

Cadenero

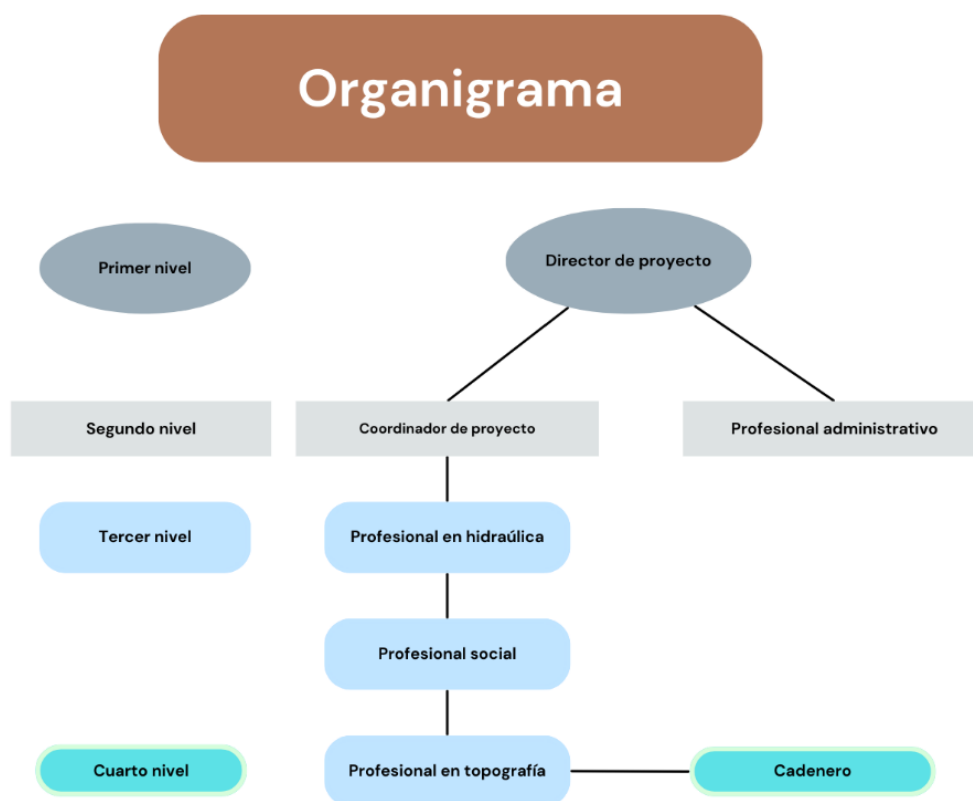
Apoyo operativo en las actividades relacionadas con el estudio topográfico, orientado en la gestión de las líneas correspondientes al terreno estudiado.

Profesional administrativo

Persona encargada de la gestión de recursos financieros, coordinación de fechas, gestión documental y nominal, además de los demás actos administrativos que correspondan al proyecto.

Estimación de Necesidades de Personal

Utilizando métodos como el juicio de expertos o el análisis de las actividades, busca determinar la cantidad y que tipo de recursos humanos son requeridos para cada fase del proyecto.

Figura 2*Organigrama*

Fuente: Elaboración propia

Adquisición de Recursos Humanos

Reclutamiento

Se pretende anunciar vacantes a través de portales de empleo especializados como LinkedIn, así como las bases de datos de egresados de las universidades regionales. Idealmente enfocado en la empleabilidad de las personas que residan en este municipio o en el Suroeste Antioqueño, dando claridades de las vacantes como el rol, responsabilidades, remuneración, lugar de trabajo y tipo de contrato por prestación de servicios.

Selección

Se realizará por medio de entrevistas donde se midan las competencias desde el saber, el saber hacer y el ser de quienes se presenten a la convocatoria, además de un examen técnico para ubicar los candidatos en los roles específicos.

Comprobaciones de los certificados de experiencia y las referencias de los postulados para validar las credenciales y la fiabilidad de ellos.

Desarrollo del Equipo

Entrenamientos para el equipo operativo

Se realizarán capacitaciones específicas en diseño de acueductos y alcantarillado.

Entrenamiento sobre software especializado y actualizaciones tecnológicas en el campo de ingeniería civil y sanitaria.

Capacitación en el manejo de documentación oficial, estructura documental y gestión de la información confidencial.

Plan de Gestión del riesgo

El objetivo de un plan de gestión del riesgo busca identificar, evaluar y mitigar las amenazas que puedan llegar a afectar el éxito de un proyecto, en este caso del diseño de las redes de acueducto y alcantarillado del área de expansión del municipio de Támesis, Antioquia, y se presenta a continuación.

Identificación de Riesgos

Riesgos Técnicos

Son todas aquellas características que ocurran por fallas técnicas, como puede ser un mal levantamiento topográfico, o una mala elaboración del plano arquitectónico que cause reprocesos en el proyecto y con ellos acarree atrasos.

Riesgos Ambientales

Son todos aquellos que puedan estar relacionados con consecuencias sobre el ambiente o cuerpos de agua a razón del proyecto.

Riesgos de Recursos Humanos

Son los riesgos relacionados con problemas relacionados con la selección o desempeño del personal capacitado para realizar los diferentes estudios técnicos que se requieren para este tipo de proyecto.

Riesgos Financieros

Son todos aquellos que puedan afectar el presupuesto del proyecto, y que causen pérdidas al proyecto.

Matriz de riesgo

Tabla 8

Matriz de riesgo

Riesgo	Impacto en Proyecto	Mitigación del Riesgo	Medida Correctiva
Fallos en el diseño de acueducto y alcantarillado	Retrasos en las fechas de entrega y reprocesos lo que aumentaría los costos del proyecto.	Contratación de personal con experiencia técnica en diseños de acueducto y alcantarillado	Revisión de todos los diseños por un equipo de expertos.
Problemas con los datos del levantamiento topográfico.	Retrasos en el inicio de los diseños, reprocesos y aumentos de costos.	Realización de los estudios técnicos con personal capacitado y con experiencia.	Revisión de todos los diseños por un equipo de expertos.
Impacto ambiental a los cuerpos de aguas cercanos.	Sanciones por parte de la entidad ambiental o del municipio.	Consultar con expertos en normatividad ambiental para no infringir ninguna en este proyecto.	medidas de mitigación ambiental para disminuir los impactos.
Escases de personal calificado	Retrasos en la evolución del proyecto	Desarrollo de programas de capacitación de los contratistas.	Contratación de personal adicional que guíen a los técnicos en la obra.
Aumento inesperado en los costos por reprocesos	Exceder el presupuesto del proyecto	Renegociaciones con el contratante, optimización de los recursos.	Renegociación de contratos

Comunicación y Reporte

Se debe establecer un sistema de comunicación claro que informe a todas las partes que trabajan en el proyecto, sobre los riesgos identificados, que haga énfasis en las respuestas planificadas y cualquier cambio en la situación de riesgo.

Generar informes regulares de riesgos para proporcionar una visión actualizada del estado del proyecto y las acciones tomadas para gestionar los riesgos.

Gestión de las adquisiciones

Un correcto plan de gestión de las adquisiciones garantiza que los servicios productos y materiales que se requieran para el proyecto, lleguen a tiempo y no causen retrasos en el cronograma de entrega de este, evitando sobrecostos o incumplimientos. Adicionalmente también garantiza la calidad de los productos y servicios.

Identificación de Adquisiciones Necesarias

Para el proyecto denominado: Modelo de empresa consultora para el diseño y elaboración de estudios de acueductos, alcantarillados en el municipio de Támesis, Antioquia. Se requiere la adquisición mayormente de servicios los cuales son: Levantamiento topográfico, estudio de impacto ambiental, estudio social y diseño hidráulico

Selección de Proveedores

Para el garantizar la calidad de los proveedores de los servicios se pretende filtrarlos realizando las siguientes acciones:

Procesos de licitación o solicitud de propuestas a especialistas recomendados para seleccionar proveedores potenciales que estén interesados en participar del proyecto.

Evaluar a los proveedores en criterios como: experiencia técnica, costo de sus propuestas económicas y plazos de entrega adicionalmente solicitar historial de diseños y servicios presentados en esta área.

Negociar términos y condiciones del contrato para que estas sean favorables para el proyecto.

Desarrollo de Contratos

Para el proyecto se deben preparar contratos debidamente detallados y apegados a las normas, donde se establezca la calidad de las entregas, el tiempo de entrega y las multas en caso de incumplimiento de estas para los contratistas garantizando que no haya atrasos en el proyecto.

Administración de Contratos

Se debe establecer un sistema de seguimiento, para seguir el cumplimiento de los contratos por parte de los proveedores esto se logrará a través de entregas parciales de los diseños que den cuenta de los trabajos correspondientes.

Se establecerán reuniones periódicas con los contratistas donde se revisará el progreso y se resolverán las inquietudes que surjan.

Control de Calidad de Adquisiciones

Para la calidad de las entregas se establecerán formatos de entrega para los proveedores logrando con esto una homologación entre planos e informes, se realizarán pruebas e inspecciones a cada uno de los profesionales y se corregirán antes de realizar la entrega definitiva.

Gestión de los interesados

Identificación de Interesados

Gobierno Local: son las autoridades municipales que son los responsables de la aprobación y regulación de los proyectos a ejecutar.

Comunidad Local: los residentes del municipio de Támesis que serán directamente afectados por la construcción y operación del acueducto y alcantarillado diseñados por la empresa.

Empresas de Construcción: Contratistas y subcontratistas involucrados en la ejecución de las diversas obras que se gesten.

Propietarios de Tierras: Personas propietarias de los terrenos donde se llevarán a cabo las obras.

Estrategias de Gestión de Interesados

Compromiso y Comunicación

Se pretende establecer diferentes canales de comunicación efectivos como líneas telefónicas, WhatsApp, correo electrónico y punto de atención con el fin de mantener a los interesados informados sobre el progreso que lleva el proyecto y los cambios de este. También se realizarán reuniones periódicas con representantes de los interesados y la comunidad para escuchar las inquietudes que puedan tener por el proyecto.

Gestión de Expectativas

Desde el inicio del contrato se deberán asentar las expectativas de los interesados dándoles información realista sobre los plazos, costos y lo que se logrará con el proyecto.

Resolución de Conflictos

Se pretende identificar y abordar los conflictos de los interesados de manera oportuna y constructiva atendiendo sus inquietudes y respondiendo a las mismas de la manera más técnica posible.

Plan de Comunicación

Se desarrollara a continuación un plan de comunicaciones para brindar las asesorías pertinentes a los interesados, este plan contendrá la frecuencia de las reuniones el tipo de cartillas a imprimir para realizar el proyecto debe contener un mapa de los encargados (responsables) a los que se debe dirigir los interesados para resolver sus inquietudes como se muestra a continuación:

Objetivo

Brindar asesorías claras y efectivas a todos los interesados (Gobierno local, comunidad, constructores, y propietarios de tierras) en el proyecto de acueducto y alcantarillado, garantizando una comunicación transparente y accesible.

Frecuencia de las Reuniones

Gobierno Local

Reuniones de coordinación: Mensual.

Reuniones informativas: Trimestral.

Comunidad:

Asambleas comunitarias: Bimensual.

Reuniones de consulta pública: Semestral.

Propietarios de Tierras:

Reuniones de consulta y negociación: Trimestral.

Reuniones individuales según necesidades: A solicitud.

Materiales de Comunicación (Cartillas a Imprimir)**Cartilla para el Gobierno Local**

Contenido: Información técnica detallada de los proyectos, normativas aplicables, cronograma, y planes de mitigación ambiental.

Distribución: A cada dependencia municipal y regional involucrada.

Cartilla para la Comunidad

Contenido: Descripción general de los proyectos, beneficios para la comunidad, medidas de mitigación, cronograma de obras, y puntos de contacto para resolver dudas.

Distribución: Casas de la comunidad afectada, centros comunitarios, y escuelas locales.

Cartilla para Constructores

Contenido: Normas de seguridad, protocolos de trabajo, detalles técnicos de la obra, cronograma de actividades, y contactos de supervisión.

Distribución: A cada empresa constructora y equipo de trabajo en el proyecto.

Cartilla para Propietarios de Tierras

Contenido: Derechos de los propietarios, impacto del proyecto, opciones de compensación, proceso de negociación, y puntos de contacto para dudas.

Distribución: Directamente a los propietarios de tierras, abogados, y oficinas de registro.

Canales de Comunicación

Gobierno Local

Correo electrónico oficial, reuniones presenciales, y plataforma digital de seguimiento del proyecto.

Comunidad

Asambleas públicas, boletines informativos, cartillas impresas, redes sociales del proyecto, y línea telefónica de atención.

Constructores

Reuniones presenciales, correo electrónico, y plataforma digital de gestión de proyectos.

Propietarios de Tierras

Reuniones presenciales, correo electrónico, cartas personalizadas, y oficina de atención al propietario.

Evaluación y Retroalimentación

Frecuencia: Semestral.

Método: Encuestas a los interesados, revisión de cumplimiento de cronogramas, y reuniones de retroalimentación.

Conclusiones

A través de la revisión documental y técnica de los requerimientos territoriales y las exigencias nacionales, se puede concluir que la gestión de un modelo de empresa consultora para realizar los diseños de los sistemas de acueductos y alcantarillados, en el área de expansión urbana del Municipio de Támesis, Antioquia es viable, en tanto hace parte de las necesidades fundamentales humanas, como lo mencionan la OMS y la Constitución Política de Colombia.

El análisis de mercado permite determinar la pertinencia de desarrollar este tipo de proyectos, en tanto se cuenta con una necesidad explícita en el territorio, un mercado potencial interesado en los servicios de diseño de acueducto y alcantarillado y la ausencia de otros actores que pudieran solventar esta necesidad.

Dentro de las necesidades identificadas, para lograr un correcto urbanismo, según lo exige el EOT, se deben presentar diseños ante la entidad encargada de sistemas de acueducto y alcantarillado para la obtención de las licencias requeridas para la comercialización y uso del suelo.

Por lo tanto, la metodología propuesta cuenta con los elementos técnicos y legales exigidos por los entes encargados, además de brindar una solución óptima ante el fenómeno social existente, con sentido comunitario y orientado hacia el crecimiento del municipio y sus habitantes.

Bibliografía

- Antioquia es mágica (sf) Támesis. <https://turismoantioquia.travel/tamesis/>
- Arboleda, J., Buitrago, I. A., Jaramillo, L. A. (2023). Teoría y práctica de la purificación del agua potable. Tomo 2. Colombia: Ecoe Ediciones.
- Azevedo, J. (1998) Manual de Hidráulica. Sao Pablo.
- Betancur, J. (2021) Lo que sigue tras la entrada en operación de la autopista Pacífico 2. *Periódico El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/antioquia/los-proyectos-que-siguen-tras-la-inauguracion-de-pacifico-2-JN15903318>
- Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño (2017) Marinilla. Fichas de promoción para la inversión del oriente Antioqueño. https://inversion.ccoa.org.co/ALTIPLANO_MARINILLA.pdf
- CEPIS, OPS /OMS (2004/2006). Tratamiento de agua para consumo humano. Manual I: Teoría. Tomos I y II. Lima.
- Concesionaria Vial del Pacífico (2021) Conexión Pacífico 1. El proyecto. <https://www.covipacifico.co/conexion-pacifico-1/el-proyecto/>
- Congreso de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia. http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Congreso de Colombia (1994) Ley 142 de 1994. <https://www.bogotajuridica.gov.co/sisjur/normas/Normal1.jsp?i=2752>
- Corcho, F. & Duque, J. I. (2004). Acueductos, teoría y diseño. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11407/2545>.

Correa, S. (2018) La expansión urbana en Rionegro ¿estamos listos para afrontarla?. *Periódico El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/antioquia/crecimiento-urbano-en-rionegro-y-oriente-de-antioquia-CD9317334>

DANE (2018) Censo Nacional de Población y Vivienda 2018
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>

ESGIInnova Group (2018) ¿Cómo se lleva a cabo un plan de calidad para procesos?
<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2018/03/plan-de-calidad-procesos/>

Gobernación de Antioquia. (2021). Vigilancia de la calidad del agua de consumo humano y uso recreativo. [Informe]. <https://www.dssa.gov.co/index.php/factores-de-riesgo-2/item/146-vigilancia-de-la-calidad-del-agua-de-consumo-humano-y-uso-recreativo>

Gobernación de Antioquia. (2021). Támesis - Corregimientos de Antioquia. Recuperado de <https://corregimientos.antioquia.gov.co/tamesis/>

Gobernación de Antioquia (2022) Ficha municipal Estadística Támesis.
<https://www.antioquiadatos.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Fichas-municipales-estadisticas2018/SUROESTE/Támesis.pdf>

Gobierno de Colombia (2022) Guía de Implementación de Plan de Calidad.
https://www.icde.gov.co/sites/default/files/archivos/GU-GD-02-GuiaImplementacionPlanCalidad_V1.1.pdf

López, R. (2003). Elementos De Diseño Para Acueductos Y Alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

Marbello, R. (2005). Manual de prácticas de laboratorio de hidráulica.

<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/21725>

Metcalf & Eddy (1996), Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento y reutilización. McGraw Hill: México. Metcalf & Eddy (2004), Wastewater Engineering.

Ministerio de Desarrollo Económico. (2000). Reglamento de Agua y Saneamiento (RAS).

<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>

Ministerio de Hacienda (2020) Viabilidad Fiscal Territorial. Municipio de Támesis Antioquia.

https://www.minhacienda.gov.co/webcenter/ShowProperty?nodeId=%2FConexionContent%2FWCC_CLUSTER-181129%2F%2FidcPrimaryFile&revision=latestreleased

Ministerio de Vivienda (2021) Documento Compilatorio Resoluciones 330 de 2017 y 799 de

2021. <https://www.minvivienda.gov.co/sites/default/files/documentos/abece-compilatorio-rev-sspd-1jalp-1.pdf>

Monsalve, G. (1995). Hidrología en la ingeniería. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Municipio de Marinilla (2010) Plan Básico de Ordenamiento Territorial 2007-2019. Acuerdo No 62 del 2010.

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4297/2017mariagomez9.pdf?sequence=26&isAllowed=y>

Municipio de Támesis (2021) Actualización del esquema de ordenamiento territorial EOT del inversión municipal EBI. <https://www.tamesis-antioquia.gov.co/>

Naranjo, M. (2021) Támesis. Portales del Suroeste. <https://www.comfama.com/cultura-y-ocio/postales-de-antioquia/suroeste/relato-de-tamesis/>

OMS (2023) Agua para Consumo Humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Organización Mundial de la Salud. (2023). Drinking water. [Fact sheet].

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

Ortíz, J. (2022) Expansión urbana llega a picos nunca vistos en el Oriente Antioqueño. *Periódico El Colombiano*. <https://www.elcolombiano.com/antioquia/expansion-urbana-llega-a-picos-historicos-en-oriente-antioqueno-y-rionegro-HB17253105>

Ponce, V. M. (2014). Engineering Hydrology: Principles and Practices. Reino Unido: Prentice Hall.

Puebliando por Antioquia (sf) Municipio de Támesis.

<https://www.puebliandoporantioquia.com.co/subregion-suroeste-municipio-tamesis/>

Periódico El Suroeste (2022) Suspenden Plan de Acueducto y alcantarillado en Támesis.

<https://periodicoelsuroeste.com/suspenden-plan-de-acueducto-y-alcantarillado-en-tamesis/>

Superservicios. (2021). Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado. [Informe completo]. Superintendencia de Servicios Públicos

Domiciliarios. <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-sectorial-SSPD-2021.pdf>

Valencia, J. A., Buitrago León, I. A. (2023). Teoría y práctica de la purificación del agua potable. Tomo 1. Colombia: Ecoe Ediciones.

Viessman, W. y Lewis, G. (1977). Introduction to Hydrology. Estados Unidos: IEP.