# Elaboración Guía para Gerencia y Supervisión Obras Plantas Aguas Residual PTAR en Barrancabermeja – Santander

Juliana M. Tamayo

Pedro A. Mancera

Especialización en Gerencia de Proyectos

Corporación Universitaria Minuto de Dios

## Notas del Autor

Juliana Marìa Tamayo Martínez, Facultad de Economía, Corporación Universitaria Minuto de Dios – Medellín; Pedro Alejandrino Mancera Camelo, Facultad de Economía, Corporación Universitaria Minuto de Dios – Medellín.

Este trabajo fue realizado con la asesoría de Ana Mercedes Fraile Benítez, Ingeniera Industrial, Especialista en Gerencia de Proyectos y Magister en Dirección y Administración de Empresas.

# Elaboración Guía para Gerencia y supervisión obras plantas aguas residual PTAR en Barrancabermeja – Santander

Juliana María Tamayo Martínez

Pedro Alejandrino Mancera Camelo

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

Asesor(a)

Ana Mercedes Fraile Benítez.

Ing. Industrial.

Especialista en Gerencia de Proyectos.

Magister en Dirección y Administración de Empresas.

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Junio de 2024

# Índice

Índice de Tablas ..... 6

Índice de Figuras ..... 7

Resumen ..... 8

Abstract ..... 9

Introducción ..... 10

Planteamiento del Problema ..... 11

Descripción del Problema ..... 12

Causas ..... 12

Pregunta de Investigación ..... 13

Objetivos ..... 14

Objetivo General ..... 14

Objetivos Específicos ..... 14

Justificación ..... 15

Marco de Referencia ..... 17

Marco de Antecedentes ..... 18

Interventoría ..... 18

Gestión de Calidad del Proyecto ..... 19

Sistema de Aguas Residuales ..... 19

Marco Teórico ..... 21

Manual Interventoría Empresa Colombiana de Petróleos ..... 21

Manual de Supervisión e Interventoría Universidad Industrial de Santander ..... 22

Buenas Prácticas de Interventoría en Obras de Construcción ..... 22

Manual De Interventoría - Acuasan S.A. ..... 22

Guía Ejercicio de las Funciones de Supervisión e Interventoría de los Contrato del Estado – Colombia Compra Eficiente ..... 23

Marco Normativo ..... 23

Normativa para Interventoría ..... 24

Normativa para Diseños de Alcantarillados ..... 25

Metodología ..... 27

Enfoque y Alcance de la Investigación ..... 27

Población y Muestra ..... 27

Instrumentos o Herramientas ..... 28

Descripción de Procedimientos ..... 29

Análisis de Información ..... 30

Datos Recolectados ..... 31

Parámetros y Normas en Colombia ..... 31

Parámetros Mínimos Diseño de Acueductos y Alcantarillado en Colombia ..... 33

Resultados ..... 34

Fase 2. Ventajas y Desventajas de Guías Técnicas ..... 34

Fase 3. Generación de la Guía por Proponer ..... 37

Desarrollo de la Guía Propuesta ..... 38

Capítulo 2. Estudios Básicos Requeridos Para el Diagnostico ..... 39

Capítulo 5. Pre-factibilidad para el Sistema de Plantas de Tratamiento ..... 41

Capítulo 9. Plan de Manejo Ambiental ..... 42

Capítulo 10. Revisión Cronograma de Obra e Instalación ..... 43

Análisis de Información ..... 44

Conclusiones ..... 51

Referencias ..... 54

## Índice de Tablas

Tabla 1. Resumen Marco de Referencia ..... 17

Tabla 2. Funciones Interventoría Técnica Vs. Guías estudiadas ..... 35

Tabla 3. Ítems de Interventoría ..... 37

Tabla 4. Análisis de datos - matriz de comparación ..... 45

## Índice de Figuras

Figura 1. Procedimiento de Trabajo: Fases de Trabajo ..... 30

**Resumen**

En el contexto de la construcción y puesta en marcha de las plantas de tratamiento de aguas residuales, PTAR, la Interventoría es una actividad crucial puesto que asegura que el proyecto se ejecute con los estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad en el tiempo, es por esta razón que se plantea la elaboración de una guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR, objeto de este proyecto de investigación o trabajo de grado.

En el desarrollo se realiza la consulta de parámetros y/o normas que se utilizan para ejecutar los procesos de interventoría en obras civiles y para los diseños de acueductos y alcantarillados en Colombia, para luego identificar las ventajas y desventajas de la aplicabilidad de las guías técnicas y/o modelos de interventoría seleccionados en la búsqueda y así determinar cuáles apartes deben ser desarrollados y cuales ya tienen suficiente desarrollo, todo bajo los lineamientos estipulados en el PMBOK.

Finalmente, se concluye que la elaboración de una guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR, es un desarrollo a largo plazo por lo que se recomienda seguir adelante con la aplicación de la información, análisis y conclusiones aquí establecidas.

*Palabras clave: Gerencia de proyectos, Guía. plantas de tratamiento de aguas residuales, PTAR, Interventoría, acueductos, alcantarillados, modelos de interventoría.*

**Abstract**

The production of a guide for the supervision of WWTP wastewater plant works contracts is proposed as the purpose of this research project or degree work. This is as, in the context of the construction and startup of wastewater treatment plants, or WWTP, the interventory is a vital task as it indicates that the project will be executed with the standards of quality, safety, and sustainability over time.

In order to determine the benefits and drawbacks of the technical guides' applicability, the parameters and/or standards that are used to carry out audit processes in civil works and for the designs of aqueducts and sewers in Colombia are consulted during the development process. This allows for the determination of which sections, all in accordance with the PMBOK guidelines, need further development and which ones are already sufficiently developed.

Ultimately, it is suggested to carry on applying the data, analysis, and conclusions drawn here since the creation of a manual for the oversight of WWTP wastewater plant works contracts is a long-term project.

*Keywords: managment, wastewater treatment plants, WWTP, audit, aqueducts, sewers, audit models*

## Introducción

La interventoría de obras civiles es una labor que la realizan profesionales de distintas áreas, haciendo vigilancia y control en los proyectos, cumpliendo así con los parámetros de alcance y duración y costo establecidos por el contratante y el contratista. Esta actividad es un factor importante para la excelencia de estos, lo que genera calidad, eficiencia, eficacia a en la labor de interventoría, el desarrollo permanente de proyectos privados y públicos implementados en la realización de obras civiles de Planta de Tratamiento de Aguas Residual – PTAR que se utilizan en el zona urbana y rural, en el municipio de Barrancabermeja – Santander, carecen de la vigilancia y control de la interventoría para llevar a efecto las actividades contratadas.

Es necesario generar estrategias que permitan homogenizar el procedimiento que allanen esta actividad, de mejorar las actividades en supervisión técnica, administrativa y financiera del proyecto, en las distintas ramas de la construcción, (Ingeniero Civil, Arquitecto, Ingenieros Ambientales, Ingenieros Eléctricos y demás especialidades) actualmente carecen de herramientas documentales que desconocen el debido proceso y la parte normativa para realizar dicha labor, por lo anterior, se requiere resolver vacíos procedimentales y funciones de la interventoría que ejecutan a diario labores de control y seguimiento a dicho proyectos, proporcionado lineamientos y herramientas que faciliten optimizar el trabajo profesional y advertir de modo ágil los posibles problemas a los que se puedan presentar en las actividades.

## Planteamiento del Problema

Es notable ver cómo a lo largo de los años se ha visto afectado el desarrollo en los procesos de obras de ingeniería con gran envergadura en el país, ya que, en el periodo de consultoría, diseño y adjudicación, se realizan procedimientos que afectan una finalización satisfactoria de los proyectos. Teniendo en cuenta, la existencia de obras que han sido adjudicadas, pero no se ha iniciado su proceso de construcción, también se identifican obras que no son finalizadas y se abandonan, o en otros casos, obras que son finalizadas y entregadas pero que en su etapa de funcionamiento no presenta los resultados esperados, generando inestabilidades y retrocesos en sus procesos, evidenciando así la falta de control y supervisión exhaustiva por parte de la interventoría.

En muestra del gran avance que se ha querido tener en el desarrollo del país, se ha planeado diseñar obras con las cuales se genere mejoras en la economía y en la calidad de vida de la población vulnerable, un ejemplo claro de esto ha sido obras como la construcción del puente Chirajara, la represa Hidroituango, el proyecto de “Bonos de Agua”, entre otros.

Durante la ejecución de obras de acueducto en el periodo 2009-2011 contratadas por el estado con el objeto de realizar las obras de acueducto con los recursos públicos por medio de bonos de agua , inmediatamente se adjudicaron los contratos, se observa la ausencia de una debida planificación dando cumplimiento a los requisitos que se dictan por medio de las leyes adscritas para obras públicas, permitiendo que en muchas de ellas se encuentren suspendidas o abandonadas por los contratistas, lo cual generó un detrimento en bien público, evidenciando que los garantes ante el estado, el cual es la interventoría, no cumplió a cabalidad el objeto para el cual fue contratado.

La propuesta de la guía consiste implementar un sistema de control y vigilancia de las actividades a ejecutar en los proyectos de construcción e instalación de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR en la empresa proveedora; cumpliendo así, con los parámetros de alcance duración y costo establecidos por las partes interesadas.

De igual forma se busca soportar la calidad en los procesos de mano de obra y certificación de materiales.

Esta guía, se convertirá en un factor determinante para la excelencia de los proyectos, teniendo como propósito generar calidad, eficiencia en cada una de las labores de supervisión e interventoría.

**Descripción del Problema**

El municipio de Barrancabermeja cuenta con aproximadamente con 216,326 habitantes incluyendo la zona urbana y rural, según el DANE 2023, los cual genera un deficiente sistema de alcantarillado y manejo de aguas residuales, lo que genera un problema ambiental como de salud pública para los habitantes del sector, en especial a la zona rural ubicados en las veredas aledañas a la ciénaga San Silvestre que es donde se hacen los vertimientos de aguas servidas, los cuales utilizan las aguas de estas fuentes hídricas para el consumo y riego de sus cultivos.

Para evitar esta contaminación en zona rural de este municipio se están instalando plantas de tratamientos de aguas residuales (PTAR) en las fincas, viviendas y veredas lo cual la empresa proveedora de este tipo de plantas de tratamiento carece de un manual de supervisión e interventoría que se ajuste a sus actividades.

**Causas**

La Falta de un Manual de supervisión e interventoría genera un problema de organización, por lo que no se tiene una herramienta de apoyo para consultar.

La Falta de esta herramienta de consulta la empresa tiene pérdidas económicas debido a que no se tiene una programación, un control de calidad del producto.

Es importante tener al cliente satisfecho por lo que una programación de entrega que no cumpla con el tiempo genera problemas jurídicos.

Impactos esperados.

Control directo en la supervisión e interventoría de construcción y montaje de plantas de Tiramientos de Agua Residuales PTAR, a través de un Manual que garantice las herramientas necesarias para optimizar las labores de ejecución en la obra en el Municipio de Barrancabermeja – Santander.

Mediante los lineamientos de supervisión e interventoría en obras, se logra controlar el alcance duración y costos en la ejecución y montaje de las plantas de tratamiento.

La finalidad de este Manual de procedimiento es determinar las funciones técnicas y el nivel de responsabilidad que deben cumplir los profesionales que asumen las funciones de supervisión de obras en una forma, ordenada y útil para cumplir con la actividad de ejercer la supervisión e interventoría en las obras de construcción de PTAR en el Municipio de Barrancabermeja – Santander siendo un instrumento de fácil y ágil consulta.

## Pregunta de Investigación

¿Cómo puede una guía alineada con la gestión de calidad del PMBOK mejorar la planificación, supervisión y coordinación de las obras de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)?

# Objetivos

## Objetivo General

Elaborar de manera clara y comprensiva una "Guía para la Gerencia y supervisión de obras de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)" basada en los fundamentos de la gestión de calidad del PMBOK, que permita al gerente del proyecto planificar, supervisar y coordinar efectivamente estas obras.

## Objetivos Específicos

Determinar los parámetros mínimos y normas existentes para ejercer los procesos de interventoría y para el diseño de acueductos en Colombia.

Identificar las ventajas y desventajas de la aplicabilidad de las guías técnicas y/o modelos de interventoría,

Realizar una comparación de entre guías de interventoría específicas y las funciones del interventor para obras acueducto y de alcantarillado

Identificar las ventajas y desventajas de la aplicabilidad de los lineamientos estipulados en el PMBOK, en guías para la ejecución de interventoría de obras acueducto y de alcantarillado

Crear la propuesta de una Guía técnica orientada al desarrollo de supervisión y Gerencia, control de obras de planta de aguas residuales PTAR, en el municipio de Barrancabermeja en etapa de diagnóstico, estudios básicos, y de construcción a partir de los componentes establecidos basado en los lineamientos del PMBOK sexta edición.

Realizar los documentos y/o formatos a aplicar en concordancia el PMBOK en particular para la supervisión e interventoría en la ejecución e instalación de obras de Plantas de Tratamiento de Agua Residual PTAR

## Justificación

Se puede estimar que las actividades de Supervisión y Gerencia ejecutadas en algunos de los proyectos contratados en el país no han sido las más apropiadas, dado que, en algunos casos, la falta de control ha generado atrasos, obras deficientes e incluso casos de corrupción.

Visto lo anterior, se evidencia la necesidad de ejercer un control Supervisión y Gerencia minucioso por parte de la Supervisión, teniendo así un conocimiento base para el desarrollo de esta actividad, por tal razón nace la idea de proponer una guía para realizar Supervisión y Gerencia a proyectos de Plantas aguas residual PTAR en el Municipio de Barrancabermeja – Santander.

La supervisión de contratos estatales y el crecimiento constante de proyectos implementados en la construcción e instalación de plantas de Tratamiento de Aguas de tratamiento PTAR, se hace necesario buscar estrategias que permitan la estandarización de procedimientos que faciliten la labor de supervisión, procedimientos desarrollados para la Dirección Administrativa y Financiera, de la empresa proveedora de las plantas de tratamiento, área que cuenta con personal capacitado en las diferentes ramas de la construcción (Arquitectos, Ingeniero Civil, Ingenieros Ambientales, Ingenieros Electricistas y demás especialidades) servidores que actualmente carecen de herramientas documentales y lamentablemente desconocen el debido proceso y la parte normativa para realizar esta labor

Por lo anterior, se requiere resolver vacíos procedimentales definiendo la responsabilidad del supervisor del contrato de interventoría y el contratista, junto a su supervisión técnica, dándole lineamientos y herramientas con sustento para optimizar la labor profesional y advertir de modo ágil los posibles problemas a los que se pueda ver evocado.

Metodológicamente esta es una investigación que se ajusta a la sublinea Gerencia de proyectos de inversión privada, social y comunitaria del programa de especialización de gerencia

de Proyectos, ejercicio investigativo que permite coloar en práctica los conocimientos adquirido en el programa.

## Marco de Referencia

Este marco de referencia es el resultado de un esfuerzo colaborativo en la revisión y consulta literaria de las principales referencias que se encuentran en el contexto de la construcción y puesta en marcha, en Colombia, de proyectos relacionados con los servicios de acueducto y alcantarillado, refiriéndose en particular a Plantas de Tratamiento de aguas residuales.

En la tabla 1 se presenta un resumen de los temas a tratar:

**Tabla 1**

*Resumen Marco de Referencia*

| Marco | Desarrollo | Observación |
|---|---|---|
| Antecedentes | Interventoría<br>Gestión de calidad del proyecto<br>Sistema de aguas residuales | Definición |
| Teórico | Manual Interventoría Empresa Colombiana de Petróleos<br>Manual de Supervisión e Interventoría Universidad Industrial de Santander<br>Buenas Prácticas de Interventoría en Obras de Construcción<br>Manual De Interventoría - Acuasan S. A<br>Guía Ejercicio de las Funciones de Supervisión e Interventoría de los Contrato | Estos son algunos de los manuales consultados que se han desarrollado para la ejecución de esta actividad en diferentes obras de ingeniería |

| | | |
|---|---|---|
| | del Estado – Colombia<br>Compra Eficiente | |
| Normativo | Normativa para Interventoría | Ley 80 de 1993<br>Ley 734 de 2002<br>Decreto Ley 19 del 2002<br>Ley 1150 de 2007<br>Ley 1474 de 2011<br>Ley 1952 de 2019 |
| | Normativa para diseños de alcantarillados | Ras 2000<br>Normas y especificaciones técnicas de agua EPM<br>Resolución 0330 de 2017 |

**Marco de Antecedentes**

***Interventoría***

La interventoría es la ejecución de actividades dentro de una obra las cuales son; planeación, control, y vigilancia oportuna, bajo una perspectiva orientada a la gerencia de proyectos, verificación de la calidad y las condiciones técnicas y administrativas de una obra, sea pública o privada, contratado por el mismo estado o por un tercero. De acuerdo con la ley, la actividad de interventoría puede ser ejercida por arquitectos o ingenieros especializados, debidamente titulados y matriculados, que certifiquen una experiencia no menor de tres (3) años ejerciendo la actividad.

Existen varios tipos de interventoría de acuerdo con el objeto del que va a hacer contratado; La interventoría de Proyectos, la cual tiene que ver con toda la etapa previa a la obra; La Interventoría de Obras, que se realiza durante la construcción y se subdivide en interventoría técnica e interventoría administrativa. La Interventoría, implica una posición imparcial, por lo

tanto, en la interpretación del contrato y en la toma de decisiones, la Interventoría debe ser consecuente con sus objetivos principales: absolver, colaborar, y controlar.

***Gestión de Calidad del Proyecto***

Al aplicar la guía del PMBOK en los procesos de interventoría de obras, el objetivo de su implementación es que los proyectos se consideren exitosos, sin embargo, para que se cumpla este objetivo, se debe lograr con los tiempos establecidos (cronogramas), presupuestos (costos), alcances, y aceptación del cliente en función de la calidad del producto. La figura de interventoría en los proyectos de obras civiles se sitúa en la fase de control de la guía del PMBOK. Esta se desarrolla paralelamente con la fase de ejecución. En estas dos etapas se monitorea y controla el avance del proyecto con la finalidad de cumplir con los objetivos establecidos desde el inicio. Implementar la guía del PMBOK de manera rigurosa en los proyectos constructivos mejoraría la calidad en todas sus fases, y facilita en gran medida la revisión y control de los proyectos y la interventoría de los mismos. Disminuyendo la posibilidad de fracaso.

***Sistema de Aguas Residuales***

El Titulo E RAS 2000 “TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES” estable los criterios básicos y requisitos mínimos que deben reunir los diferentes procesos involucrados en la conceptualización, el diseño, la construcción, la supervisión técnica, la puesta en marcha, la operación y el mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales que se desarrollen en la República de Colombia, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia dentro de un nivel de complejidad determinado (MINDESARROLLO, 2000).

Este título incluye generalidades, caracterización de las aguas residuales, sistemas de tratamiento en el sitio de origen, sistemas centralizados, emisarios submarinos, aspectos de

operación y mantenimiento y un Anexo con metodologías de diseño recomendadas. (MINDESARROLLO, 2000)

En el capítulo 5 "SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES" se presentan los requisitos técnicos para los sistemas de tratamiento de aguas residuales y sus subproductos, mencionado las consideraciones técnicas generales (Caudal de diseño, cuerpo receptor y modelación de calidad del agua, funcionamiento hidráulico de la planta de tratamiento de aguas residuales), consideraciones de caracterización y tratabilidad (línea base para caracterización del agua residual cruda, estudio de toxicidad), consideraciones de tratamientos descentralizados (estudios previos, trampas de grasa, tanques sépticos, entre otros tipos de estructuras de tratamiento con sus criterios y parámetros técnicos), consideraciones de tratamientos centralizados (estudios previos, selección de sitios de localización, eficiencias en los procesos de tratamiento, entre otros criterios y requisitos mínimos a cumplir para los diferentes tipos de tratamiento), gestión de subproductos del tratamiento de agua residual, estructuras o instalaciones complementarias y puesta en marcha, operación y mantenimiento de tratamiento de agua residual (MINVIVIENDA, 2017).

El libro "Tratamiento de Aguas Residuales Teorías y Principios de diseño" del Autor Jairo Alberto Romero Rojas, presenta los principios y métodos básicos para formular y aplicar una metodología que permita identificar cada problema específico, caracterizarlo, definir los criterios de tratamiento y establecer las operaciones y procesos de tratamiento óptimo para lograr los requerimientos definidos y concretar el diseño correspondiente.

La guía "Gestión para el manejo, Tratamiento y disposición final de las aguas residuales municipales" creada por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2002, es un instrumento práctico para las administradoras locales y autoridades ambientales que dese en identificar y

desarrollar de manera sencilla los componentes de esta gestión y adelantar iniciativas de priorización, formulación y financiación de programas y proyectos de descontaminación de efluentes residuales.

Esta guía es parte de un frente de gestión más amplio en el control de la contaminación del recurso hídrico, y se complementa con otras iniciativas, como la formulación de un Plan Nacional de Manejo y tratamiento de aguas residuales municipales (MINAMBIENTE, 2002).

## Marco Teórico

La interventoría en Colombia y el mundo, ha tenido una gran relevancia en la construcción de las obras, puesto que depende de esta actividad la calidad en la funcionalidad de los proyectos, y en su ejecución presupuestal, a partir de esta actividad se presentan diferentes manuales y/o guías, los cuales dictan procedimientos a seguir en la supervisión e interventoría de obras. Por consiguiente, se presentan a continuación los manuales que se han desarrollado para la ejecución de esta actividad en diferentes obras de ingeniería.

### *Manual Interventoría Empresa Colombiana de Petróleos*

Un primer manual que se observa es el de interventoría de obra que nace de la experiencia en la Empresa Colombiana de Petróleos - Refinería de Barrancabermeja, el autor del documento hace referencia que en cada Obra hay algo en particular, que al momento de la toma de decisiones depende de la habilidad, experiencia y el buen criterio del Interventor, para el logro de los objetivos en la ejecución de la Obra contratada. Es usual que la actividad de Interventoría se asocie únicamente con la Construcción en un Proyecto, sin embargo, la Interventoría se aplica a todas las fases que lo componen y en efecto así ocurre en los proyectos complejos que se desarrollan en la Industria, el manual se divide en 9 capítulos, cada uno trata un tema específico de cada fase del proyecto como: gestores de la obra, recibo de documentación, consideraciones

preliminares y final de la obra; observándose una metodología clara en el inicio y el final de la interventoría.

***Manual de Supervisión e Interventoría Universidad Industrial de Santander***

Un segundo documento que habla del tema es el manual de supervisión e interventoría, producido por la universidad industrial de Santander; en este documento se definen las responsabilidades, funciones y técnicas que deberán asumir los supervisores y los interventores designados por la universidad en la ejecución de la vigilancia y control de los contratos de bienes, servicios y/o obras públicas. El cual contribuye a mejorar la calidad de la supervisión e interventoría, estableciendo criterios que facilitan la labor a desarrollar por cada supervisor e interventor dependiendo de la tipología de contratación.

***Buenas Prácticas de Interventoría en Obras de Construcción***

Una tercera fuente es un artículo que tiene como título, Buenas Prácticas De Interventoría En Obras De Construcción, los resultados de este artículo enuncia que las funciones de interventoría se deben ejercer en todo su conjunto desde la suscripción del acta de inicio y hasta su terminación y/o liquidación, los aspectos mínimos a tener en cuenta han de ser de tipo técnico, el cual comprende las labores encaminadas a determinar si las obras, servicios o bienes se ajustan a las cantidades, especificaciones y calidades establecidas; las buenas prácticas deben cumplir varios aspectos como: el control, seguimiento, permanencia, idoneidad, comunicación y evidencia.

***Manual De Interventoría - Acuasan S.A.***

Un cuarto documento, es el manual de la empresa ACUASAN S.A. el cual se publicó con el fin de que sea un instrumento de guía y consulta; con recomendaciones y lineamientos para ser aplicadas por los funcionarios y/o contratistas contratados para la correcta ejecución

de los contratos y/o convenios que celebre la Entidad, adoptando los procedimientos, principios, y lineamientos, que deben ser adquiridos como criterio de aplicación en los diferentes procesos contractuales; todo esto para que se logre una excelente gestión basada en los principios dictados por las leyes colombianas respecto a la supervisión de contratos y proteger la moralidad administrativa, ayudando a prevenir la ocurrencia de actos de corrupción.

***Guía Ejercicio de las Funciones de Supervisión e Interventoría de los Contrato del Estado – Colombia Compra Eficiente***

El gobierno por otra parte mediante Colombia compra eficiente presenta una Guía para el ejercicio de las funciones de Supervisión e Interventoría de los contratos del Estado, en donde se muestran los lineamientos que se deben cumplir por parte de la interventoría, cuando se contrate para la supervisión de contratos públicos, manifiesta que los interventores tienen la función general de ejercer el control y vigilancia sobre la ejecución contractual, dirigida a verificar el cumplimiento de las condiciones pactadas en los mismos y como consecuencia de ello están facultados para solicitar informes, aclaraciones y explicaciones sobre el desarrollo de la ejecución contractual, impartir instrucciones al contratista y hacer recomendaciones encaminadas a lograr la correcta ejecución del objeto contratado.

**Marco Normativo**

Se presentará una breve descripción de las normas mínimas que se deben tener en cuenta para desarrollar las actividades de interventoría en obras de Tratamiento de aguas residuales, en Colombia de acuerdo con las normas establecidas por las entidades que ejercen un control fiscal y técnico sobre estas. Además, se presentará una breve descripción de la normativa que se toma a consideración para el diseño y construcción de obras de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

***Normativa para Interventoría***

Para establecer los parámetros mínimos que son legalmente, se referencia la ley 80 de 1993, ley 734 de 2002, ley 1150 del 2007, ley 1474 de 2011 y el 1952 de 2019, Decreto Ley 19 del 2002, a continuación, se dará una breve descripción de los temas que se tratan en cada una de la documentación mencionada.

**Ley 80 de 1993.** Actualmente las funciones del estado suelen ser afectadas en su gran mayoría por el mercado, generando beneficios a los actos de gestión, representados por el acuerdo de voluntades. De acuerdo a las normas estipuladas y dando el debido cumplimiento al contenido estipulado en las mismas, la función pública garantiza la atención y satisfacción de los intereses generales de la comunidad; así mismo la Ley 80 de 1993, marco que desarrolla la contratación estatal, establece las reglas y principios mínimos para la contratación de entidades estatales, dicha ley fue decretada por el Congreso de Colombia el 28 de octubre de 1993.

**Ley 734 de 2002.** Sin perjuicio del poder disciplinario preferente de la procuraduría general de la nación y de las personerías distritales y municipales, corresponde a las oficinas de control disciplinario interno y a los funcionarios con potestad disciplinario de las ramas, órgano y entidades del estado, conocer los asuntos disciplinarios contra los servidores públicos de sus dependencias. Alguna de las razones por las cuales se determinó la vigencia de la misma, es para salvaguardar valores como la moral pública, la transparencia, la objetividad, la legalidad, eficacia en el desarrollo de las condiciones contractuales y entre otros, dicha ley fue emitida por el congreso de Colombia, 05 de febrero de 2002.

**Decreto Ley 19 del 2002.** Por el cual se dictan normas para suprimir o reformar regulaciones, procedimientos y trámites innecesarios existentes en la administración pública. Dicho decreto se estipulo, teniendo en cuenta que la administración pública está para cumplir sus

responsabilidades, atendiendo las necesidades de la población, garantizando sus derechos, identificando que se requiere de instituciones eficientes, transparentes y cercanas al ciudadano para el buen desarrollo de sus obligaciones, dicho decreto fue emitido por el departamento nacional de planeación, enero 10 del 2012.

**Ley 1150 de 2007.** Con el fin de realizar ajustes a la ley 80 de 1993, se presenta la ley 1150 de 2007, la cual tiene por objeto introducir modificaciones en la Ley 80 de 1993, así como dictar otras disposiciones generales aplicables a toda contratación con recursos públicos, dicha ley fue emitida por congreso de Colombia, 17 de julio de 2007.

**Ley 1474 de 2011.** En vista de los diferentes procesos de ejecución y finalización que se han evidenciado a lo largo de la historia y en diferentes proyectos de gran envergadura, se propone una normativa la cual controle y disminuya actos de corrupción como los que se han presentado en los denominados elefantes blancos, por tal razón se emite la ley 1474 de 2011, la cual está orientada a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública, dicha ley fue emitida por el congreso de Colombia, 12 de julio de 2011.

**Ley 1952 de 2019.** En consecuencia, con la búsqueda de las mejoras reglamentarias para el control disciplinario, se expide la ley 1952 de 2019 por la cual se deroga la ley 734 de 2002 y algunas disposiciones de la ley 1474 de 2011, relacionadas con el derecho disciplinario, dicha ley fue emitida por el congreso de Colombia, 28 de enero de 2019.

***Normativa para Diseños de Alcantarillados***

Para realizar el diseño de un sistema de alcantarillado, se deben cumplir parámetros mínimos que son establecidos legalmente. Los diseños ingenieriles de un sistema de acueducto

deben ajustarse a normas como lo son: normas y especificaciones técnicas del acueducto de Bogotá, resolución 0330 del 2017, ras 2000 y normas y especificaciones técnicas de epm.

**Ras 2000.** Este reglamento contiene diferentes capítulos en los que se define diferentes lineamientos ingenieriles que se deben tener en cuenta para el desarrollo de proyectos como lo son: acueductos, potabilización, alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, entre otros. Además de indicar el marco jurídico que se debe tener en cuenta durante el proceso de ejecución del proyecto, dicho reglamento fue emitido por el ministerio de desarrollo económico, dirección general de agua potable y saneamiento básico el 17 de noviembre de 2000.

La resolución 0330 del 2017, por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – Ras y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009".

La Resolución 631 del 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones", empleada para tener en cuenta los valores máximos permitidos de carga contaminante en vertimientos que se realizarán sobre cuerpos de aguas superficiales. (MINAMBIENTE, 2015).

**Normas y Especificaciones Técnicas de Agua EPM.** El propósito de la presente norma de diseño de redes de distribución de agua de alcantarillado de las empresas públicas de Medellín es fijar los criterios básicos, los requisitos mínimos, los valores específicos y límites, las metodologías y las tecnologías que deben tenerse en cuenta en los diferentes procesos involucrados en la conceptualización y el diseño de sistemas de acueducto.

**Resolución 0330 de 2017.** La resolución reglamenta los requisitos técnicos que se deben cumplir en las etapas de diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento y

rehabilitación de la infraestructura relacionada con los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo.

## Metodología

### Enfoque y Alcance de la Investigación

La estrategia empleada para la formulación de la "Guía para Gerencia y supervisión obras plantas aguas residual PTAR en Barrancabermeja – Santander" y el modelo de control que conlleva, comienza por definir los elementos iniciales de la guía (factores, requisitos, objetivos, limitaciones, asunciones, etc.). Un segundo paso lo constituye elaborar los elementos de dicho sistema y por último los resultados representados en un documento que ha de someterse a la autorización de la alta gerencia de los supervisores e interventores de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales PTAR; para su implementación como metodología de trabajo para la gerencia de proyectos para contar con información periódica que sirva de soporte a la evaluación oportuna de la gestión de proyecto y la empresa, basada en el estudio y análisis de contenido de manuales, guías, y/o normas particulares de empresas o entidades públicas, en lugar de cantidades o mediciones, por tanto podemos calificar nuestros datos como cualitativos, es decir que la mejor herramienta de análisis es una investigación cualitativa, de tal forma que nuestra principal herramienta de análisis será una matriz de comparación entre los procesos del proyecto y las diferentes gestiones de conocimiento que se deben tratar de acuerdo con el PMBOK.

### Población y Muestra

Este proyecto de investigación está orientado a profesionales en la construcción e instalación de plantas de tratamientos PTAR, empresas privadas que ejecutan contratos con las entidades oficiales. Se ha determinado limitar el producto de este proyecto de investigación al municipio de Barrancabermeja – Santander, teniendo en cuenta que municipio al cual tenemos

mayor acceso a información de consulta y aplicabilidad, adicional por la experiencia en este municipio al investigar el desarrollo actual de obras de ingeniería, se identifican falencias en la interventoría durante la ejecución de las obras contratadas, así como los recursos de estos que son limitados puesto que la mayoría vienen del estado, es necesario realizar una adecuada interventoría y proteger no solo los recursos monetarios limitados, si no el progreso de su población.

De forma general se puede establecer que Barrancabermeja es un municipio de sexta categoría que corresponden a poblaciones menores o iguales a diez mil (10000) habitantes, este municipio se ubica entre los treinta y un (31) departamentos del territorio nacional, cada uno de estos departamentos presentan diferentes características geográficas (clima, hidrografía, poblacional y topográfica).

Así mismo, basados en estas peculiaridades del Municipio de Barrancabermeja, se realizar una comparación de la guía de interventoría en tres (3) municipios de similares condiciones, estos se escogen aleatoriamente en el territorio nacional y se encuentren los informes completos de interventoría de obras de alcantarillado finalizadas.

El análisis comparativo se realizará en base con las Funciones de Interventoría Técnica que se relacionan en la Guía para el ejercicio de las funciones de Supervisión e Interventoría de los contratos del Estado

Por otra parte, las guías para comparar entre si escogidas son:

- Guía técnica para la Interventoría de un proyecto de construcción de un Acueducto;
- Manual de Interventoría para la ejecución de contratos empresa Aguas y Aguas Pereira

**Instrumentos o Herramientas**

Para el siguiente trabajo de investigación utilizará como herramienta principal en el desarrollo la red informática, el cual nos brinda la información necesaria para la obtención de

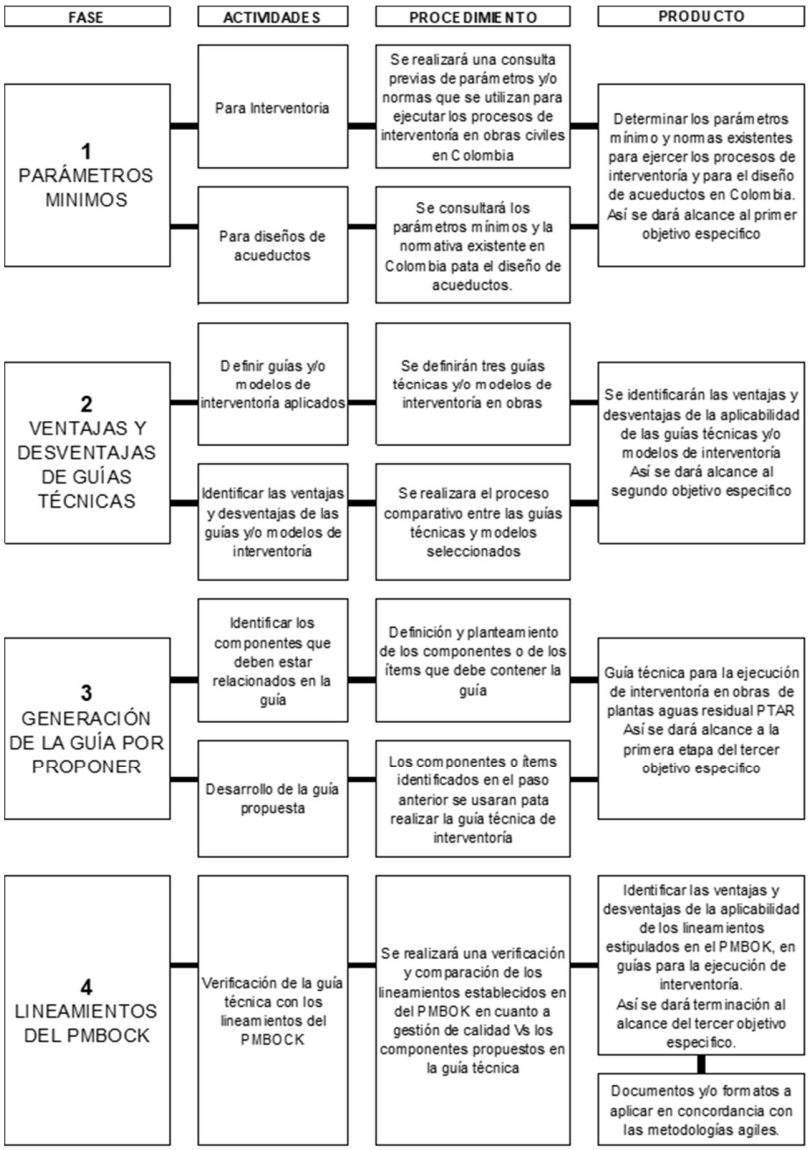
material por medio de páginas web como lo son, SECOP2, SECOP1, Bases de Datos y artículos de investigación que se encuentre en Google, recursos Académicos que nos brinda la Universidad UNIMINUTO.

**Descripción de Procedimientos**

El trabajo de investigación se plantea realizar a través de cuatro (4) fases de trabajo, cada una se desarrollará en el cumplimiento de los objetivos específicos, en donde cada fase tiene actividades y procedimientos determinados que proporcionan un producto particular.

**Figura 1**

*Procedimiento de Trabajo: Fases de Trabajo*




*Nota*. En la Ilustración 1 se presentan las fases de trabajo con actividades, procedimientos y producto esperados.

**Análisis de Información**

De acuerdo con el objetivo del trabajo de investigación y las fases de trabajo planteadas, el análisis de la información recolectada se resumirá en tablas de información realizadas en Excel,

teniendo en cuenta que son matrices de comparación entre aspectos a definir de las funciones de la interventoría y las guías seleccionadas.

**Datos Recolectados**

Acorde con nuestro diseño de investigación, donde el proyecto se elabora por fases, la recolección de datos se presenta igualmente por fases, por tanto, los datos recolectados son el resultado de la realización de la *Fase 1. Parámetros Mínimos,* como se relaciona a continuación:

***Parámetros y Normas en Colombia***

Se han encontrado los siguientes referentes: Una guía de la Página Colombia Compra Eficiente; la cual se titula: Guía para el ejercicio de las funciones de Supervisión e Interventoría de los contratos del Estado. La cual tiene por objeto definir el término de interventoría, diferencias entre supervisión e interventoría, la forma de contratación para obras estatales, así como las funciones que tiene un interventor, definiéndolas en la ilustración 2

Funciones Interventoría:

- Apoyar el logro de los objetivos contractuales;
- Velar por el cumplimiento del contrato en términos de plazos, calidades y adecuada ejecución de los recursos del contrato;
- Mantener en contacto a las partes del contrato;
- La generación de controversias y propender por su rápida solución;
- Solicitar informes, llevar a cabo reuniones, integrar comités y desarrollar otras herramientas encaminadas a verificar la adecuada ejecución del contrato;
- Llevar a cabo las labores de monitoreo y control de riesgos que se le asignen, en coordinación con el área responsable de cada riesgo incluido en el mapa correspondiente,

así como la identificación y tratamiento de los riesgos que puedan sugerir durante las diversas etapas del contrato;

- Aprobar o rechazar por escrito, de forma oportuna y motivada la entrega de los bienes o servicios, cuando éstos no se ajustan a lo requerido en el contrato, especificaciones técnicas, condiciones y/o calidades acordadas;
- Suscribir las actas que se generen durante la ejecución del contrato para dejar documentadas diversas situaciones y entre las que se encuentran: actas de actas parciales de avance, actas parciales de recibo y actas de recibo final;
- Informar a la Entidad Estatal de hecho o circunstancias que puedan constituir actos de corrupción tipificados como conductas punibles, o que pongan en riesgos el cumplimiento del contrato; así como entregar los soportes necesarios para que la Entidad Estatal desarrolle las actividades correspondientes;
- Informar a la Entidad Estatal cuando se presente incumplimiento contractual; así como entregar los soportes necesarios para que la Entidad Estatal desarrolle las actividades correspondientes.

Ahora, con respecto a la búsqueda de las leyes que regulan la Interventoría en Colombia, encontramos:

**Ley 80 de 1993 artículo 32. De los Contratos Estatales**. Son contratos estatales todos los actos jurídicos generadores de obligaciones que celebren las entidades a que se refiere el presente estatuto, previstos en el derecho privado o en disposiciones especiales, o derivados del ejercicio de la autonomía de la voluntad (Pública).

**Ley 1474 de 2011 Artículo 84. Facultades y Deberes de los Supervisores y los Interventores**. La supervisión e interventoría contractual implica el seguimiento al ejercicio del cumplimiento obligacional por la entidad contratante sobre las obligaciones a cargo del contratista.

Los interventores y supervisores están facultados para solicitar informes, aclaraciones y explicaciones sobre el desarrollo de la ejecución contractual, y serán responsables por mantener informada a la entidad contratante de los hechos o circunstancias que puedan constituir actos de corrupción tipificados como conductas punibles, o que puedan poner o pongan en riesgo el cumplimiento del contrato, o cuando tal incumplimiento se presente (República, 2022).

***Parámetros Mínimos Diseño de Acueductos y Alcantarillado en Colombia***

Como resultado de la búsqueda se ha identificado de la Resolución 0330-2017 y la RAS 2000 (Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico)., donde se consideran los criterios ingenieriles mínimos para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, los cuales consisten en:

- Proyección poblacional
- Estimación de caudales de diseño
- Análisis hidrológico y de la fuente de abastecimiento
- Pre-dimensionamiento de bocatoma (captación)
- Pre-dimensionamiento de aducción
- Pre-dimensionamiento de desarenador
- Pre-dimensionamiento de conducción
- Pre-dimensionamiento de PTAP
- Pre-dimensionamiento del tanque de almacenamiento
- Pre- dimensionamiento red de distribución

## Resultados

En este capítulo de presenta el análisis establecido en la metodología de trabajo en lo referente a las fases:

2. Ventajas y desventajas de guías técnicas

3. Generación de la guía por proponer

4. Lineamientos del PMBOCK

Resultados obtenidos en el desarrollo de las fases de metodología de trabajo planteada.

### Fase 2. Ventajas y Desventajas de Guías Técnicas

De acuerdo con lo establecido en el capítulo 3, tomamos las guías técnicas relacionadas en el numeral 3.2 Población y muestra y se realizara el proceso comparativo entre estas y las Funciones de Interventoría Técnica obtenidas en el capítulo 3, numeral 3.5.2. Parámetros y Normas Interventoría en Colombia, que, de forma desglosada, nos permite realizar una comparación más detallada, tal y como se observa en la tabla 2:

**Tabla 2**

*Funciones Interventoría Técnica Vs. Guías Estudiadas*

| Guías / Funciones Interventoría Técnica | Guía Técnica para la Interventoría de un Proyecto de Construcción de un Acueducto | Manual de Interventoría para la Ejecución de Contratos de Empresa Aguas y Aguas Pereira | Supervisión e Interventoría Aguas de Barrancabermeja S.A.S. |
|---|---|---|---|
| Estudios de población y demanda | ✓ | ✓ | x |
| Determinación de la población base | x | x | x |
| Métodos de cálculos de población | x | x | x |
| Estimación tasa de crecimiento | x | x | x |
| Proyección de la población | x | x | x |
| Cálculo de las dotaciones y aportes | x | x | x |
| Estudios Básicos Requeridos para el Diagnostico | ✓ | ✓ | x |
| Estudio topográfico | x | x | ✓ |
| Estudio Hidrológico | x | x | x |
| Estudio Calidad del Agua | x | x | x |
| Estudio Geotécnico | x | x | x |
| Estudio predial | ✓ | x | x |
| Diagnostico Estructuras Existentes | x | x | x |

| Guías / Funciones Interventoría Técnica | Guía Técnica para la Interventoría de un Proyecto de Construcción de un Acueducto | Manual de Interventoría para la Ejecución de Contratos de Empresa Aguas y Aguas Pereira | Supervisión e Interventoría Aguas de Barrancabermeja S.A.S. |
|---|---|---|---|
| Estado Actual Estructura | x | x | x |
| Análisis de Trazabilidad de Agua | x | x | x |
| Pre-factibilidad para el Sistema de Acueducto | ✓ | x | x |
| Fuentes de Abastecimiento | x | x | x |
| Criterios y Parámetros de Dimensionamiento | ✓ | ✓ | ✓ |
| Bocatoma | x | x | x |
| Red de Aducción | x | x | x |
| Desarenador | x | x | x |
| Red de Conducción | x | x | x |
| Plantas de Tratamiento de Agua Potable | x | x | x |
| Tanque de Almacenamiento | x | x | x |
| Red de Distribución | x | x | x |

*Nota.* Elaboración propia.

**Fase 3. Generación de la Guía por Proponer**

Identificar los componentes que deben estar relacionados en la guía. Basados en la información recolectada en las fases 1 y 2, se ha logrado identificar los componentes de la Interventoría para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR, en Colombia, en la Etapa de Diagnóstico Estudios Básicos, construcción e instalación., como se observa a continuación:

**Tabla 3**

*Ítems de Interventoría*

| **Ítems de Interventoría** | |
|---|---|
| 1. Estudios de Población y Demanda | Determinación de la población base<br>Métodos de cálculo de la población<br>Estimación de tasas de crecimiento<br>Proyección de la población<br>Cálculo de las dotaciones y aportes |
| 2. Estudios Básicos Requeridos para el diagnostico | Estudio topográfico<br>Estudio hidrológico<br>Estudio de calidad de agua<br>Estudio geotécnico, geomorfológico y suelos<br>Estudio Arqueológico<br>Estudio de disponibilidad de energía eléctrica y de comunicaciones<br>Estudio vías de acceso<br>Estudios socioeconómicos<br>Estudio de Predios |
| 3. Diagnostico Estructuras Existentes | Estado actual de las estructuras |
| 4. Pre-factibilidad para el sistema de Acueducto | Fuentes de abastecimiento |

| Ítems de Interventoría | |
|---|---|
| 5. Pre-factibilidad del Sistema de Plantas de Tratamiento. | Económica<br>Ambiental<br>Social<br>Vulnerabilidad<br>Técnica<br>Predial<br>Operativa |
| 6. Memoria de cálculos de diseño de elementos de acueducto | Bocatoma<br>Red de aducción<br>Desarenador<br>Red de conducción<br>Plantas de tratamiento de agua potable<br>Tanques de almacenamiento<br>Red de distribución |
| 7. Revisión de planos | |
| 8. Revisión cumplimiento de autorizaciones | |
| 9. Plan de manejo ambiental | |
| 10. Revisión cronograma de obra | |

*Nota.* Elaboración propia.

**Desarrollo de la Guía Propuesta**

Teniendo en cuenta que los capítulos relacionados en la Tabla 3, corresponden a todo el proceso del proyecto, nos centraremos en particular en:

- Capítulo 2. Estudios Básicos Requeridos para el Diagnóstico;
- Capítulo 5. Pre-factibilidad del Sistema de Plantas de Tratamiento;
- Capítulo 9. Plan de Manejo Ambiental;

- Capítulo 10. Revisión Cronograma de Obra.

Esta selección se realiza teniendo en cuenta que el proyecto de investigación está centrado en la interventoría o supervisión técnica de contratos de obras de construcción o instalación de plantas aguas residual PTAR y por tanto son las unidades que le aplican.

Así las cosas, nos permitimos desarrollar las unidades particulares y aplicables a nuestro objeto de investigación:

***Capítulo 2. Estudios Básicos Requeridos Para el Diagnostico***

En este capítulo el contratista debe realizar los estudios mínimos propuestos por la Resolución 0330 de 2017, en donde se realice un análisis riguroso para posteriormente soportar las decisiones, obras y costos del sistema de acueducto y saneamiento Básico; los estudios a revisar por parte del profesional interventor son los siguientes:

**Estudio Topográfico.** Se revisan los siguientes productos por parte del interventor, los cuales son entregados por el contratista; programación de actividades, descripción detallada de la metodología a utilizar, especificaciones técnicas del personal y equipo a utilizar, carteras de campo firmadas y originales, registros topográficos, plano en formato análogo y digital (en formato CAD) en coordenadas planas Kruger, correspondientes e informes con documentación de soporte.

**Estudio Hidrológico.** Se presenta un análisis por parte del contratista de las posibles fuentes de captación con el debido análisis de caudales máximos, medios y mínimos; una caracterización morfométrica y datos de precipitación media del municipio obtenidas en el IDEAM.

**Estudio de Calidad del Agua.** Se entregan para revisión por parte del interventor los resultados Físico, Químico y Bacteriológico de las muestras, así como el análisis de calidad de agua en los puntos de captación proyectados y Análisis de tratabilidad del agua.

**Estudio Geotécnico.** Se hace la revisión respectiva del diagnóstico del suelo que presenta el contratista en donde entrega: recomendaciones geotécnicas, caracterización del suelo y geomorfología de la zona.

**Estudio Arqueológico.** Se debe revisar el diagnóstico arqueológico por parte del contratista, en donde se especifiquen trabajos arqueológicos previos en la zona, así como la reseña y localización de sitios arqueológicos y bienes de interés histórico y cultural que debieron ser consultados en las bases de datos de ICANH, el IDPC y el Ministerio de Cultura.

**Estudio de Disponibilidad de Servicios Públicos.** De acuerdo con la Resolución 0330 de 2017, se debe realizar un diagnóstico de la disponibilidad y confiabilidad del suministro de energía eléctrica en el área de influencia del proyecto.

**Estudio vías de acceso.** Como uno de los entregables por parte del contratista debe haber un inventario de las carreteras, caminos, ferrocarriles, lo que permitirá establecer la accesibilidad para el transporte requerido de materiales y equipo para la construcción de la obra. Estudio Socioeconómicos; El contratista debe realizar esta tarea, puesto que a partir de los datos obtenidos se puede llegar a la conclusión de que aporte real tiene la obra en el bienestar de la población; como mínimo debe entregar un análisis costo-eficiencia y/o análisis de costo mínimo, de expansión de capacidad.

**Estudio de Predios.** El contratista debe hacer un análisis de los siguientes aspectos: estudios cartográficos, catastrales y conformación de bases de datos para los estudios prediales; estudio jurídico de los predios identificados; estudio socioeconómico de las unidades sociales ubicadas en los predios requeridos; y estudio para el cálculo preliminar de costos prediales.

***Capítulo 5. Pre-factibilidad para el Sistema de Plantas de Tratamiento***

La interventoría deberá revisar todo el proceso sugerido para el diagnóstico y estudios básicos en las diferentes alternativas propuestas por parte del contratista y definir cuál es la más viable, en cuanto abastecimiento, costos, impacto ambiental, social y económico. Análisis que debe ser evidenciado mediante una matriz de alternativa, donde se debe soportar un análisis riguroso en el componente económico, ambiental, social, vulnerabilidad y riesgos, técnica, predial y operativa.

**Económica.** Se tiene en cuenta la inversión inicial para la ejecución y proceso constructivo de la alternativa seleccionada, donde se define la estructura, redes y materiales a usar.

**Ambiental.** Se debe evaluar en consideración la calidad del agua durante el proceso constructivo (la alteración de las propiedades físicas y químicas), la calidad del aire (emisión de material particulado, generación de ruido y olores ofensivos), propiedades químicas del suelo (contaminación por posibles derrames, alteración del contenido orgánico), propiedades físicas del suelo (deslizamiento de suelos, generación de residuos sólidos, compactación del suelo, contaminación por residuos peligrosos y/o especiales, erosión superficial), alteración de la fauna, desplazamiento de especies, alteración de la población herbácea, arbustiva y/o arbórea, alteración del paisaje natural.

**Social.** Se debe evaluar factores como: generación de empleo, aumento de la calidad de vida, prestación del servicio, mitigación de afectación de la salud a las comunidades aledañas del

proyecto, mitigación de conflictos con las comunidades por falta de comunicación, mitigación de ocupación de predios para disponer material.

**Vulnerabilidad.** Se evalúa el riesgo de presencia de fugas, inundaciones, rupturas, remoción en masa y afectación sísmica.

**Técnica.** Se debe evaluar factores como la cantidad de elementos estructurales, longitud de tubería, elementos secundarios (purgas, ventosas y reguladoras de presión), complejidad operativa del sistema, accesibilidad de materiales y tiempo de construcción.

**Predial.** Se debe evaluar el área total de afectación y la cantidad de predios afectados por la alternativa evaluada.

**Operativa.** Se debe evaluar costos de operador, costos energéticos y costos de insumos

Una vez evaluada cada uno de los ítems mencionados anteriormente, se selecciona la alternativa que mejor se ajuste a las necesidades del proyecto.

***Capítulo 9. Plan de Manejo Ambiental***

Se debe chequear el informe de la línea base ambiental, donde se permite identificar y reconocer a través de la caracterización del componente ambiental presente, en el área de interés en estudio, con el fin de hacer un análisis de datos reales del comportamiento ecosistémico y socioeconómico de la población. Dicho informe debe contener una descripción de los siguientes ítems:

A. Descripción General del Área de Influencia Indirecta del Proyecto
B. Aspectos Abióticos
C. Clima y Meteorología
D. Flora
E. Fisiografía

F. Ecología

G. Zonas de Riesgos a Nivel Geológico

H. Uso del Suelo

I. Hidrología

J. Cobertura Vegetal

K. Diagnóstico Ambiental

L. Problemática Ambiental

M. Áreas de Protección de los Recursos Naturales

N. El sistema de Información Ambiental de Colombia

***Capítulo 10. Revisión Cronograma de Obra e Instalación***

Se debe evaluar que en el cronograma propuesto por el contratista se especifiquen el contenido de los entregables para la etapa de diagnóstico y estudios básicos, los cuales deben cumplir con el tiempo estipulado en el contrato para la entrega del producto final, teniendo en cuenta el tiempo de aprobación por parte de interventoría y el tiempo de viabilizarían del proyecto. Cada una de las actividades propuestas en el cronograma debe ser especificada con su respectiva estimación en el tiempo de ejecución.

Una vez evaluado y aprobado el cronograma propuesto por parte del contratista, el interventor o la persona encargada de hacer el seguimiento al contrato, deberá ejercer el control pertinente, haciendo respetar los tiempos conciliados entre contratista y cliente, para la entrega de los pertinentes productos en las diferentes etapas de ejecución en la etapa de diagnóstico y estudios básicos.

**Análisis de Información**

Teniendo en cuenta que la Guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR, producto de este proyecto de investigación, debe estar acorde con los lineamientos estipulados en el PMBOK, se ha realizado una matriz de comparación entre el proceso de Inicio, Planeación, Integración (Ejecución) y Seguimiento (Monitoreo y control) con respecto a la gestión de Integración, Interesados, Alcance, Cronograma, Costo, Calidad, Recursos, Comunicaciones, Riesgos y Adquisiciones, como se observa en la tabla 4 y que está acorde con la fase 4. Lineamientos del PMBOCK, de la planteada metodología de trabajo.

**Tabla 4**

*Análisis de Datos - Matriz de Comparación*

| Proceso de / Gestión de | Inicio | Planeación | Integración (Ejecución) | Seguimiento (Monitoreo y control) | Cierre |
|---|---|---|---|---|---|
| Integración | Las entidades definen mecanismos particulares desde el área técnica para la iniciación de los proyectos, algunas distintas de las otras, pero todas se pueden entender como estrategias complementarias. | En el área técnica, la guía del PMBOK se ve bastante involucrada, particularmente en lo relacionado a la definición del cronograma y el costo. es necesario desarrollar las actividades para evitar la ocurrencia de hechos que puedan comprometer a la entidad frente al contratista. | Se centra en dos procesos particulares, la dirección del trabajo y la gestión del conocimiento , con referencias amplísimas de mecanismos de control. | Se recogen los elementos en los dos procesos de monitoreo y control del trabajo y de control integrado de cambios. A este respecto, se han definido consideraciones sobre cómo seguir el plan de trabajo de un proyecto a partir de la verificación de cumplimiento del plan de calidad, las normas aplicables, los ensayos y criterios de aceptación y de rechazo con las especificaciones de cada caso. | Cuenta con algunas consideraciones extraídas de las guías y los manuales. Se trata de la ejecución de mecanismos de recibo final, terminación o liquidación de un contrato, que también supone el proceso final de la interventoría. |

| Proceso de / Gestión de | Inicio | Planeación | Integración (Ejecución) | Seguimiento (Monitoreo y control) | Cierre |
|---|---|---|---|---|---|
| Interesados | Además de la alineación con el "Estatuto general de contratación de la administración pública" (EGCAP), se han definido algunos mecanismos en dos de las áreas. en el caso del área técnica destaca que ninguna entidad presenta en sus manuales el tipo de gestiones requeridas; sin embargo, sí se define la importancia de identificar las entidades intervinientes que eventualmente puedan afectar el inicio y la ejecución de las obras, mientras que en el área social una de las entidades establece que deben realizarse reuniones de socialización con los actores interesados, verificando, además, que el contratista objeto de la interventoría elabore y suscriba las actas de vecindad que tengan lugar antes del inicio de la obra. | --- | Los mecanismos o actividades consignadas giran en torno al trámite de conflictos entre partes a partir de mecanismos de solución de controversias pactados contractualmente o establecidos en la normatividad vigente | No se han identificado mecanismos específicos que puedan relacionarse desde las guías o manuales de las entidades. | --- |

| Proceso de / Gestión de | Inicio | Planeación | Integración (Ejecución) | Seguimiento (Monitoreo y control) | Cierre |
|---|---|---|---|---|---|
| Alcance | --- | Contempla tres de los cuatro procesos establecidos en la guía PMBOK: 1) planificación de la gestión del alcance, 2) recopilación de requisitos y 3) definición del alcance. Quedan sin definir mecanismos o criterios sobre la creación de la EDT/WBS. | --- | Los mecanismos identificados se ubican tanto en su validación como en el control del alcance. Algunos mecanismos tienen que ver con aplicar los criterios de control de los diseños requeridos tanto en la etapa de planificación como en la de ejecución de los contratos. | --- |
| Cronograma | --- | Sólo dos de los cinco procedimientos establecidos en la guía PMBOK pueden ser referenciados con criterios o mecanismos de control y seguimiento a partir de la revisión de manuales en las entidades seleccionadas. | --- | Se han definido mecanismos de control tanto para las actividades que se han consignado en el diseño del plan, como para las que no han sido previstas. | --- |

| Proceso de Gestión de | Inicio | Planeación | Integración (Ejecución) | Seguimiento (Monitoreo y control) | Cierre |
|---|---|---|---|---|---|
| Costo | --- | Los tres procesos que lo componen cuentan con alguna referencia identificada en los manuales | --- | Puede considerarse como un punto neurálgico sobre el que las entidades han tenido vastos desarrollos en sus guías y manuales. la lista de mecanismos es extensa y de allí pueden definirse elementos como las obligaciones previas al inicio de la obra, las de ejecución de los contratos y las técnicas, entre otras. | --- |
| Calidad | --- | | Ha sido abordada por los manuales y guías en términos de las funciones de interventoría relacionadas con la ejecución del objeto contractual para solicitar a las dependencias correspondientes la emisión de conceptos y determinar con precisión el cumplimiento y la calidad del objeto contractual. | Aunque no presenta desarrollos tan extensos en los manuales o guías de las entidades, sí define mecanismos de gran utilidad, muchos de los cuales recaen en los procesos correspondientes a la ejecución del contrato | |

| Proceso de Gestión de | Inicio | Planeación | Integración (Ejecución) | Seguimiento (Monitoreo y control) | Cierre |
|---|---|---|---|---|---|
| Recursos | --- | Únicamente en el proceso de planificación en el área técnica se han identificado mecanismos en los manuales o guías de las entidades. | Cuenta con tres procesos específicos; sólo en uno de ellos se ha podido establecer algún tipo de referencia desde los manuales o las guías de las entidades consultadas: se trata de desarrollar el equipo. | Se han definido acciones que tienen que ver con las funciones de la interventoría en el caso de las condiciones técnicas, de modo que se pueda confirmar que el contratista de la obra cuente con los equipos necesarios, y que éstos estén en las condiciones idóneas de servicio y seguridad. | --- |
| Comunica-ciones | --- | No se ha encontrado más que lo consignado en torno a los elementos que se alinean con el EGCAP. | Cuenta con algunos referentes en el proceso de ejecución que se han extraído de los documentos y las entidades consultadas. En este caso se trata de mecanismos o sistemas de información ejecutados a partir de ordenar cronológicamente los archivos y también de dejar la constancia escrita de varias actuaciones en términos de la ejecución de los contratos. | Se explicita que el contratista cumpla con las obligaciones del contrato relativas a la suscripción del acta de reuniones, la consolidación de un archivo ordenado, la emisión de informes y la constancia del desarrollo o ejecución de cada actividad. | --- |

| Proceso de Gestión de | Inicio | Planeación | Integración (Ejecución) | Seguimiento (Monitoreo y control) | Cierre |
|---|---|---|---|---|---|
| Riesgos | --- | Se han ubicado referencias en términos de los procesos de planificación y análisis cuantitativo de los riesgos | Encuentra valiosos referentes en torno a lo que la ANI ha logrado consolidar entre sus mecanismos de interventoría. Destaca en este caso actividades como el seguimiento a posibles afectaciones a la identificación y asignación de los riesgos, así como de efectos sobre la valoración de las contingencias a cargo de la Entidad | Se considera hacer seguimiento al cumplimiento del plan de gestión de riesgos | --- |

*Nota.* Elaboración propia.

## Conclusiones

La "Elaboración de una Guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR en el Municipio de Barrancabermeja – Santander" representa el deseo de mejorar la metodología aplicable actualmente en el municipio para este tipo de obras, con el fin de mejorar la infraestructura física del mismo. Las conclusiones derivadas de este esfuerzo destacan la importancia de contar con un documento estandarizado y técnico que oriente a los interventores en las diferentes fases del proyecto.

- En la construcción, teniendo en cuenta que es un producto netamente manual, es importante contar con parámetros mínimos de determinen los estándares y procedimientos uniformes como un conjunto de criterios técnicos, que permiten producto como resultado de actividades uniformes y rigurosas; en tal sentido, se logró determinar que en Colombia se cuenta con una amplia literatura al respecto no solo para las actividades de construcción, sino también para las actividades de Interventoría y/o supervisión técnica y que al referirse a temas tan específicos como lo son los acueductos, alcantarillados y obras complementarias, ya se cuenta con normativas o parámetros mínimos existentes; sin embargo, todos y cada uno de estas guías, manuales o procesos requieren una unificación que permita la evolución y control de calidad necesarios.
- Establecer las ventajas y desventajas de las guías técnicas existentes en la materia ha permitido establecer los puntos o etapas donde se presenta mayor cantidad de mecanismos particulares e indicaciones a seguir, sin embargo, también dejó claro cuáles son los puntos a los que se les debe prestar particular atención en una Guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR.

- El cargo de interventor de un contrato de construcción está lo suficientemente definido y analizando, a tal punto que las funciones de supervisión administrativa, técnica, legal y financiera que deben desarrollar los profesionales que ejerzan dicho cargo en las fases de construcción y puesta en marcha de cualquier tipo de estos proyectos solo deben remitirse a los perfiles establecidos por la entidad dueña del proyecto o a la empresa en la que trabajan para conocer sus responsabilidades y funciones, sin embargo, en cuanto a proyectos específicos como las plantas de tratamiento de agua residual – PTAR, se debe recurrir a la gestión de integración, alcance y calidad específicos.
- Esta misma utilidad de la gestión de integración, alcance y calidad específicos en cuanto a la construcción e instalación de plantas de tratamiento de agua residual – PTAR está estrechamente relacionada al diseño de una metodología específica para los interventores de estos proyectos, pues como ya se mencionó, las actividades inherentes a la Interventoría son trasversales a cualquier tipo de proyecto.
- El conocimiento específico de los proyectos de los contratos de obras de plantas agua residual – PTAR aplicado a los procesos o instancias en las que se desarrolla un proyecto son el insumo para la realización de la lista de chequeo y/o formatos específicos.
- Ahora bien, teniendo en cuenta que el objetivo general del proyecto de investigación o trabajo de grado es un desarrollo a largo plazo, podemos concluir que se cumplió parcialmente con el mismo, puesto que se logró determinar parámetros mínimos y normas existentes sobre el tema particular, identificar las ventajas y desventajas de la aplicabilidad de las guías técnicas y/o modelos de interventoría, realizar una comparación de entre guías de interventoría específicas y las funciones del interventor y, finalmente, identificar las ventajas y desventajas de la aplicabilidad de los lineamientos estipulados en el PMBOK para las guías aplicables;

por tanto nuestra recomendación es continuar con la investigación en cuanto al desarrollo completo de la guía, realizando los documentos y/o formatos necesarios do forma tal que se complementen y así, lograr una guía o manual no solo mejora la calidad y eficiencia de la interventoría o supervisión técnica, sino que también contribuye a la sostenibilidad y seguridad de los proyectos.

## Referencias

Acosta, N. M. (2021). *Estrategias de control y seguimiento técnico en obra bajo la metodología PMI y la filosofía Lean Construction; caso de estudio: compañía D.R. Construcciones* [Universidad Católica de Colombia]. https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/5b23ca46-4d88-49d5-97e1-7df1ec83d005

ACUASAN. (2015). *Manual de interventoría*. https://empresa-de-acueducto-alcantarillado-y-aseo-de-san-gil.micolombiadigital.gov.co/sites/empresa-de-acueducto-alcantarillado-y-aseo-de-san-gil/content/files/000004/197_manual-interventoria-1.pdf

Bernal, C. A. (2022). *Software para el análisis de datos cualitativos y cuantitativos, En Metodología de la investigación*. Pearson Educación.

Bernal, J. D., & Enríquez, R. H. (2019). *Guía para la estructuración de proyectos con base en las metodologías del Pmbok y Mga en los procesos de contratación de obras públicas por modalidad de mínima cuantía en la Alcaldía municipal de Fusagasugá* [Universidad Católica de Colombia]. https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/459d23f4-1766-4dae-9eda-f616c8f90199

Cárdenas, N. B., & Robles, S. L. (2017). *Aplicación de lineamientos de la guía Pmbok® 5ed en el control ejercido por interventoría de obra civil para vías terciarias. Caso de estudio: construcción de placa huella del municipio de Santana Boyacá*. Universidad Católica de Colombia.

Colombia Compra Eficiente. (s/f). *Guía para el ejercicio de las funciones de Supervisión e Interventoría de los contratos del Estado*. https://www.colombiacompra.gov.co/sites/cce_public/files/cce_documents/cce_guia_par

a_el_ejercicio_de_las_funciones_de_supervision_e_interventoria_de_los_contratos_del_estado.pdf

Delgado Ruiz, S. T., Cárdenas Pinzón, J. I., & Fuentes López, H. J. (2020). Los municipios de sexta categoría de Colombia (2000-2016): entre la autonomía y la dependencia. *Apuntes del Cenes*, *39*(69), 137–167. https://doi.org/10.19053/01203053.v39.n69.2020.10172

González Mares, M. (2019). Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. *Revista Universitaria Digital de Ciencias Sociales (RUDICS)*, *10*(18), 92–95. https://doi.org/10.22201/fesc.20072236e.2019.10.18.6

*Guía fundamental de la investigación cualitativa - Parte 1: Conceptos básicos*. (s/f). ATLAS.ti. Recuperado el 12 de agosto de 2024, de https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1

Jitpaiboon, T., Smith, S. M., & Gu, Q. (2019). Critical success factors affecting project performance: An analysis of tools, practices, and managerial support. *Project Management Journal*, *50*(3), 271–287. https://doi.org/10.1177/8756972819833545

Mancera, P. (2024). *Elaboración de una Guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR en el Municipio de Barrancabermeja – Santander*. Corporación Universitaria Minuto de Dios.

Mukherjee, S. P. (2019). *A guide to research methodology: An overview of research problems, tasks and methods*. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429289095

Nieto, E., Ávila, D. E., & González, Y. Y. (2020). *Elaborar una Guía Metodológica para la Elaboración de un Manual de Interventoría*. Universidad Cooperativa De Colombia.

Pimienta, J. H. (2011). *Metodología de la investigación*. Pearson Educación. https://anyflip.com/dxxw/yvto/basic

Sánchez, C. (26 de febrero de 2020). *Listas.* Normas APA (7ma edición). https://normas-apa.org/estilo/listas/

Sánchez, C. (29 de enero de 2020). *Tablas.* Normas APA (7ma edición). https://normas-apa.org/estructura/tablas/

Tamayo, J. y Mancera, P. (2024, 3 de junio). Elaboración de una Guía para la supervisión a contratos de obras de plantas aguas residual PTAR en el Municipio de Barrancabermeja – Santander [Equipo8_Informeproyectoinvestigacion_analisis_de_datos. UNIMINUTO.]

Valenzuela, J. A. (2020). *La Guía 77. Guía técnica de interventoría y supervisión para diseños y obras sostenibles de edificios públicos de bajo costo en Colombia*. Universidad Católica de Colombia.