

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente en la adecuación y mejoramiento del sistema de acueducto de los centros poblados de (Monterralo y Flor Amarillo) del municipio de Aguazul-Casanare.

Víctor Julián Martínez Arévalo.

Universidad de Pamplona.

Facultad de Ingenierías y Arquitectura.

Programa Ingeniería Civil.

Pamplona.

2025

Práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente en la adecuación y mejoramiento del sistema de acueducto de los centros poblados de (Monterralo y Flor Amarillo) del municipio de Aguazul-Casanare.

Víctor Julián Martínez Arévalo.

Trabajo de Grado para Optar el Título de Ingeniero Civil

Director

MSc. Doralba Carrillo Bayona.

Ingeniera ambiental.

Universidad de pamplona.

Facultad de ingenierías y arquitectura.

Programa ingeniería civil.

Pamplona.

2025

Dedicatoria

*A Dios, por darme la vida, y darme la fortaleza de seguir adelante a pesar de las adversidades.
Porque desde que inicié mi carrera sentí su presencia y nunca me abandono, siempre me brindo
la sabiduría para poder tomar las mejores decisiones.*

*A mi madre, a mi padre y a mis hermanos, por que siempre han confiado en mi y con una palabra
de animo y cariño me ayudaron a levantarme en los momentos difíciles en los que sentía que no
podía más y siempre estuvieron para mi y fueron la base para poder apoyarme a seguir adelante.*

Agradecimientos.

A la Universidad de Pamplona, por abrirme sus puertas y permitirme hacer parte de su comunidad académica, por brindarme una educación de calidad la cual me ha permitido abrir nuevos horizontes en aras de mejorarme personal y profesionalmente.

A mi tutora, la ingeniera Doralba Carrillo Bayona, por su paciencia y dedicación, porque siempre estuvo a disposición de guiarme y corregirme y sin sus consejos no sería posible llegar a esta estancia tan anhelada. También agradecer a todo el cuerpo docente que me acompañó durante el proceso académico y me brindo todas sus experiencias y conocimientos los cuales han sido de gran ayuda para mi proceso de formación.

Agradecer a todos mis compañeros de formación académica, especialmente a aquellos que se convirtieron en amigos e hicieron parte de mi proceso de formación y siempre me apoyaron y me brindaron su ayuda desinteresada y gracias a ellos pude compartir diversas experiencias académicas y personales.

A las personas que sin conocerme bien me dieron la confianza de poder laborar en sus negocios para poder salir adelante mientras estaba en mi proceso de Formación, a Don Agustín Alvarado y su familia. Don Jorge Bohórquez y su familia.

Tabla de contenido.

Resumen.	6
Abstract.	7
Introducción.	8
Objetivos.	9
Objetivo general.	9
Objetivos específicos.	9
Marco referencial.	10
Marco antecedentes o estado del arte.	10
Antecedentes internacionales.	10
Antecedentes nacionales.	12
Antecedentes regionales.	14
Marco teórico.	15
Marco conceptual.	16
Marco contextual.	22
Metodología.	25
Elaboración presupuesto general.	28
Seguimiento presupuesto.	31
Elaboración documentos técnicos.	31
Sistema seguridad en el trabajo.	33
Alcance del proyecto y actividades que lo componen.	34
Resultados.	35
Objetivo 1. Seguimiento al cronograma general de la obra.	35
Figura 21.	51
Objetivo 2. Cálculo cantidad de material.	51
Objetivo 3. Especificaciones técnicas de los materiales.	59
Objetivo 4. Seguimiento de la seguridad y salud en el trabajo.	70
Conclusiones.	75
Recomendaciones.	76
Bibliografía.	77
Anexos.	80
Apéndices.	81

Resumen.

El presente proyecto de grado se llevó a cabo en la vereda Monterralo y tuvo como objetivo principal realizar el mantenimiento integral del sistema de acueducto rural. Las actividades ejecutadas incluyeron la intervención y limpieza del pozo profundo, la verificación de los equipos instalados y la optimización del sistema de extracción para asegurar un funcionamiento continuo y eficiente.

De forma complementaria, se efectuó el mantenimiento del tanque de almacenamiento, ejecutando labores de limpieza, revisión estructural y adecuación de componentes necesarios para su correcto desempeño. Asimismo, se construyó una planta de tratamiento de agua dotada con una torre de aireación, destinada a mejorar la calidad del recurso hídrico previo a su distribución a la comunidad.

En el desarrollo de estas labores, mi función como practicante consistió en realizar seguimiento al cronograma de obra, verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas establecidas y asegurar la aplicación de las medidas de Seguridad y Salud en el Trabajo durante la ejecución. Estas acciones permitieron aportar al control, orden y correcta ejecución del proyecto, contribuyendo al fortalecimiento del sistema de acueducto y al mejoramiento del servicio ofrecido a la población beneficiaria.

Palabras clave: Procesos constructivos, ingeniero residente, presupuesto, supervisión.

Abstract.

The present undergraduate project was carried out in the village of Monterralo and its main objective was to perform comprehensive maintenance of the rural aqueduct system, which operates through a deep well. The activities conducted included the intervention and cleaning of the well, the inspection of the installed equipment, and the optimization of the extraction system to ensure continuous and efficient operation.

Additionally, maintenance was performed on the storage tank, including cleaning tasks, structural inspections, and adjustments required for its proper functioning. A water treatment plant equipped with an aeration tower was also built, aimed at improving the quality of the water before its distribution to the community.

During the development of these tasks, my role as an intern consisted of monitoring the construction schedule, verifying compliance with the established technical specifications, and ensuring the implementation of Occupational Health and Safety measures throughout the execution. These responsibilities contributed to maintaining control, organization, and proper progress of the project, ultimately strengthening the aqueduct system and improving the service provided to the beneficiary population.

Keywords: construction processes, resident engineer, budgeting, supervision.

Introducción.

El mantenimiento eficiente de los sistemas de acueducto rural es fundamental para garantizar la continuidad y calidad del servicio de agua potable en comunidades que dependen de infraestructuras básicas para su abastecimiento. En la vereda Monterralo, el sistema de acueducto requiere intervenciones periódicas que permitan asegurar su funcionamiento adecuado, especialmente en componentes esenciales como el pozo profundo, el tanque de almacenamiento, la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) y los sistemas eléctricos asociados a esta última.

Por esta razón, el presente trabajo de grado aborda el proceso de mantenimiento integral del acueducto, incorporando actividades orientadas a optimizar cada uno de estos elementos. Las labores desarrolladas incluyeron la optimización del pozo profundo mediante limpieza, revisión de equipos y mejoras en el sistema de extracción.

la intervención del tanque de almacenamiento a través de actividades de limpieza, evaluación estructural y adecuación general; y la ejecución de trabajos en la PTAP enfocados en el acondicionamiento de sus unidades y la revisión y corrección de los sistemas eléctricos necesarios para su correcta operación. Estas acciones permitieron restablecer y mejorar la capacidad operativa del acueducto, asegurando un suministro más confiable para la comunidad.

Objetivos.

Objetivo general.

Desarrollar práctica empresarial como auxiliar de ingeniero residente en la adecuación y mejoramiento del sistema de acueducto de los centros poblados de Monterralo y Flor Amarillo del municipio de Aguazul, Casanare.

Objetivos específicos.

- Comprobar de manera continua el cumplimiento del cronograma general de la obra, mediante la verificación del avance real de las actividades y su comparación con los plazos establecidos en su planificación inicial.
- Calcular la cantidad de material necesaria para poder llevar a cabo las actividades que se ejecuten durante la práctica, según el presupuesto, para reducir desperdicio de materiales.
- Revisar la correcta ejecución de las especificaciones técnicas en obra, así como la calidad de los materiales empleados en la adecuación y mejoramiento del acueducto.
- Verificar las condiciones de seguridad en la obra, asegurando el uso adecuado de los elementos de protección personal (EPP) y la correcta implementación de los formatos de control y señalización en el área de trabajo.

Marco referencial.

Marco antecedentes o estado del arte.

Antecedentes internacionales.

Propuesta solución al acueducto Pestán.

Se ha realizado un análisis crítico del acueducto de Pestán, con el objetivo de detectar los principales factores que provocan ineficiencias en el servicio generando una creciente insatisfacción en los usuarios.

Con el objetivo de conocer las opiniones de la población y detectar los principales problemas en el servicio del agua, se encuestaron a 120 usuarios, de manera que abarcaran representativamente la red de distribución.

El 32% de los encuestados considera que la presión es inestable o insuficiente. Este problema lo poseen mayormente aquellos usuarios que se sirven del viejo acueducto, cuyas condiciones están deterioradas generando fugas de agua considerables, presentando una rugosidad excesiva producto de la corrosión lo que incrementa las pérdidas de carga y genera presiones insuficientes en los puntos más alejados de la red. (Hernández 2003).

Demanda de agua urbana: Acueducto metropolitano de Mérida. Algunas reflexiones sobre el valor de la demanda.

La estimación de la demanda de agua para abastecimiento urbano es un procedimiento que puede ser complejo, pero debe tener, en función de lo que se necesite, un gran alto grado de precisión que permita planificar, a diferentes niveles, el buen uso del recurso. Se presenta la

aplicación de la Metodología de los Componentes para el caso del acueducto metropolitano de Mérida, Venezuela, haciendo algunas reflexiones que plantean situaciones a tomar en cuenta por los planificadores en las empresas hidrológicas, y a los ingenieros proyectistas en general.

El interés por el estudio de las funciones de demanda de agua para uso urbano se ha desarrollado en los últimos años, todo con la finalidad de encontrar un elemento que permita minimizar el costo para lograr un consumo eficiente del recurso, además de establecer una mejor distribución entre las diferentes demandas que componen la totalidad de la demanda doméstica de agua. (Padilla, Rojas, & Pérez Montilla, Mora. 2022).

Importancia del agua en los sistemas de acueducto y alcantarillados.

Es ampliamente reconocido que el sector del agua y el alcantarillado desempeña un papel estratégico en el desarrollo socioeconómico de cualquier país. La cobertura y la calidad adecuadas de estos servicios son clave para el progreso social, al promover la reducción de la pobreza, la sostenibilidad ambiental y la mejora de la salud, entre otros beneficios para la población. Estos servicios también desempeñan un papel puramente económico, dada su importancia para el fomento de industrias regionales como el turismo, con un alto potencial de creación de empleo e ingresos, y para el aumento de la productividad mediante la reducción de los impactos adversos que la falta de saneamiento causa en la fuerza laboral y la carga fiscal asociada a los sistemas de salud pública. (Araujo, 2013).

Gestión de acueducto mediante sistema de información geográfica.

Las empresas dedicadas a la actividad de acueducto y alcantarillado presentan una serie de deficiencias como el desconocimiento del sistema dado por la escasa información de redes y la falta de fidelidad de la existente, así como la pobre utilización de herramientas que faciliten la

gestión. Es indispensable detener el deterioro de estos sistemas para lograr mayor eficiencia de estos, resultando muy eficaz la utilización de herramientas como los sistemas de información geográfica (SIG). En este trabajo se realiza un análisis de la utilización de los SIG en las empresas gestoras de agua. Se explica el diseño del SIG que se explota en la empresa Aguas de la Habana y su vinculación con otras tecnologías, aplicables a cualquiera de las empresas de acueducto y alcantarillado. (Nuñez, 2009).

Antecedentes nacionales.

Sistema de distribución de agua potable, Empresa de acueducto y alcantarillado de Bogotá- EAB E.S.P.

El Sistema de Distribución de Agua Potable de Bogotá abastece a una población de aproximadamente 9 millones de habitantes. La red es el resultado de más de 120 años de desarrollo e ingeniería, que incluyen la maximización de las fuentes de suministro y sus mecanismos de producción, la optimización de los procesos de distribución, el desarrollo e implementación de mejores prácticas, y la generación de energía como subproducto del sistema de distribución. Los procesos implementados se han convertido en un referente nacional e internacional de buenas prácticas operativas en sistemas de distribución de agua potable. (Jimenez, 2017).

Propuesta para la optimización del sistema de acueducto del municipio de Tena, Cundinamarca.

Se realizó la presente investigación en la cual se evaluó y diagnosticó el estado actual de las obras de infraestructura y operación hidráulica del acueducto el Municipio de Tena –

Cundinamarca, para identificar las fallas y/o problemas que presenta y que en la actualidad afecta el suministro de agua a la población, para luego diseñar una propuesta de mejoramiento del sistema de acueducto, incluyéndose nuevos diseños para el sistema de acuerdo a lo establecido en la resolución 330 de 2017, concluyéndose que, el sistema propuesto en cada uno de sus componentes presenta porcentajes de mejora notables, por lo que se sugiere que se implemente este diseño. (Rivera, 2018).

Elaboración del manual de operación y de mantenimiento del sistema de acueducto de la cabecera municipal de San Francisco de Sales, Cundinamarca.

El presente manual de operación y de mantenimiento se encamina a fortalecer la prestación del servicio de acueducto en la cabecera urbana del Municipio de San Francisco de sales, Cundinamarca; así como garantizar un funcionamiento óptimo del sistema el cual brinde a la población agua apta para consumo humano.

Para el desarrollo del proyecto se realizará una explicación clara y detallada del sistema de acueducto, contemplando los aspectos de operación y mantenimiento que se deben llevar a cabo desde la captación hasta la red de distribución, contemplando la descripción, funcionamiento y las condiciones actuales de operación y mantenimiento del sistema. (Garzón, 2017).

Optimización y mejoramiento 2022 de acueductos urbanos y micro acueductos rurales del municipio de Uribia.

Los tres acueductos del casco urbano de Uribia (Principal, Aipiamana y Zona Industrial) y los microacueductos de Pariyen, Camino Verde, Meera, Cardón, Botocherrain, Puerto Nuevo, Los Cocos, Poropo, Puerto Estrella, Kayushpanao, Nazareth, Santa Rosa, Punta Espada, Siapana, Internado de Siapana, Castilletes, Flor de la Guajira y Cabo de la Vela, en la zona rural del

municipio, al no contar con fuentes superficiales, se abastecen de acuíferos subterráneos que se encuentran a más de 100 metros de profundidad. Por la salinidad del agua y su distancia hasta la superficie los sistemas sufren una alta exigencia que acelera su deterioro y recurrentes fallas que causan intermitencia en el suministro del líquido a las comunidades a las que prestan sus servicios. A causa de las comentadas fallas, las comunidades se ven obligadas a consumir ocasionalmente agua sin el tratamiento adecuado, lo cual aumenta la incidencia de las enfermedades transmitidas por el agua. Adicionalmente, la gestión de fuentes alternativas del líquido implica que los pobladores pierdan tiempo productivo y de atención a la familia. (Lindarte, 2021).

Antecedentes regionales.

Estudios previos ampliación acueducto y alcantarillado en el municipio de Orocué-Casanare.

El producto del objeto del contrato pretende realizar la ampliación de la red de acueducto y alcantarillado en el barrio Antonio Lessoni en el Municipio de Orocué departamento de Casanare.

El municipio de Orocué, Casanare, a través de la secretaria de obras públicas de realizar cada una de las obras que se desarrollan en el municipio Para este caso la ampliación de los servicios de acueducto y alcantarillado, responsabilidad que implica dar cumplimiento a las normas que regulan el sector, en particular, la ley 142 de 1994, sus decretos reglamentarios, los actos administrativos de carácter general expedidos por la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico y la superintendencia de servicios públicos.(alcaldía Orocué, 2018).

Marco teórico.

En Colombia, el diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de acueducto están regulados por la Norma Técnica Colombiana NTC 1500 y por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2017), que establecen los criterios técnicos y sanitarios que deben cumplir estas instalaciones. De igual manera, el Decreto 1575 de 2007 establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano, exigiendo a los prestadores de servicios de acueducto garantizar la calidad del agua suministrada a la población. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016).

El mantenimiento de sistemas de acueducto comprende un conjunto de acciones técnicas, operativas y administrativas orientadas a conservar la infraestructura en condiciones óptimas de operación, minimizar fallas y prolongar su vida útil (ICONTEC, 2010). Esto incluye la limpieza y desinfección de estructuras de captación, tanques de almacenamiento y redes de distribución; la reparación de fugas; el reemplazo de tuberías deterioradas; y la calibración de equipos de medición. Un mantenimiento preventivo reduce los costos asociados a emergencias y contribuye a la sostenibilidad del servicio (Organización Panamericana de la Salud, 2003).

El abastecimiento de agua potable constituye uno de los servicios públicos esenciales para garantizar el bienestar y la salud de las comunidades. Los sistemas de acueducto, especialmente en zonas rurales y veredales, son infraestructuras que permiten la captación, conducción, potabilización, almacenamiento y distribución del agua para consumo humano (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016).

Mantenimiento tanques almacenamiento.

Es fundamental para asegurar la calidad sanitaria del agua y evitar su contaminación. Este mantenimiento incluye actividades como la limpieza periódica de sedimentos, la desinfección de las superficies internas, la inspección de juntas, válvulas y accesorios, la reparación de filtraciones y el repintado de superficies metálicas para prevenir la corrosión (Icontec, 2010).

Marco conceptual.**Sistema de acueducto.**

Es el conjunto integrado de obras civiles, equipos electromecánicos, estructuras hidráulicas, instalaciones y redes destinadas a la captación, conducción, potabilización, almacenamiento y distribución de agua potable para el consumo humano, bajo condiciones de continuidad, calidad y presión adecuadas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016).

Residencia de obra.

Profesional responsable de planificar, coordinar, supervisar y controlar todos los aspectos técnicos, administrativos y de seguridad industrial de una obra, garantizando el cumplimiento de las especificaciones del proyecto, la normativa vigente y el uso eficiente de los recursos. Es el enlace directo entre el contratista, la interventoría y el supervisor del contrato recursos. (SCI, 2015).

Pozo profundo

Es una estructura hidráulica excavada o perforada en el suelo para captar agua subterránea de acuíferos confinados o no confinados que se encuentran a grandes profundidades (generalmente más de 30 metros). Su construcción implica el uso de equipos de perforación especializados,

instalación de tubería de revestimiento (encamisado), filtros y un sistema de bombeo sumergible que permita extraer el agua hacia la superficie (Custodio & Llamas, 2001).

Los pozos profundos se utilizan ampliamente en sistemas de abastecimiento de agua potable rurales y urbanos debido a su capacidad de suministrar caudales relativamente constantes y su protección natural frente a la contaminación superficial. Sin embargo, requieren mantenimiento periódico para garantizar la calidad del agua y la eficiencia hidráulica del sistema. Entre las actividades de mantenimiento se incluyen: limpieza y desinfección del pozo, verificación del estado de la bomba, análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua, y rehabilitación del revestimiento o del filtro si es necesario (OMS, 2017).

Tanque almacenamiento.

Un tanque de almacenamiento es una estructura hidráulica diseñada para acumular agua potable con el fin de garantizar la disponibilidad y continuidad del servicio en un sistema de acueducto. Su función principal es regular las diferencias entre el caudal producido y el caudal consumido, permitiendo disponer de reservas para cubrir picos de demanda, interrupciones temporales del suministro o situaciones de emergencia (MVCT, 2020).

Los tanques de almacenamiento pueden ser de tipo elevado, semienterrado o superficial, y construirse en diversos materiales como concreto reforzado, acero, fibra de vidrio o polietileno de alta densidad (PEAD). La selección del tipo y capacidad del tanque depende de factores como la población servida, dotación per cápita, topografía, presiones requeridas y condiciones sanitarias (ICONTEC, 2011).

Seguridad y salud en el trabajo (SST).

Es el conjunto de actividades, prácticas, políticas y medidas orientadas a prevenir accidentes de trabajo, enfermedades laborales y proteger el bienestar físico, mental y social de los trabajadores en el entorno laboral (OIT, 2021).

En el contexto colombiano, la SST está regulada por el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), establecido mediante el Decreto 1072 de 2015. Este sistema es de obligatorio cumplimiento para todos los empleadores y contratantes, y su propósito es identificar, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la salud y seguridad de los trabajadores (Ministerio del Trabajo, 2015).

Marco legal.

- Ley 142 de 1994: Regula los servicios públicos domiciliarios, incluyendo el suministro de agua potable, estableciendo los derechos y deberes de prestadores y usuarios. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021).
- Ley 1176 de 2007: Regula la destinación de recursos para la financiación de proyectos de agua potable y saneamiento básico. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021).
- Decreto 1575 de 2007: Establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021).
- Resolución 2115 de 2007: Define los parámetros y requisitos de calidad del agua potable en el país. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021).
- Norma colombiana para acueductos rurales.

En Colombia, la normativa que regula el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto rurales es el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), el cual fue actualizado en el año 2020 y oficializado mediante el Decreto 1276 de 2021.

Este reglamento establece criterios diferenciales para zonas rurales, reconociendo las particularidades técnicas, económicas, sociales y geográficas de estas comunidades. El RAS 2020 promueve el uso de tecnologías apropiadas, sostenibles y de bajo costo, con la participación de la comunidad para garantizar la operatividad a largo plazo.

- Aplica a poblaciones menores a 2.500 habitantes.
- Fomenta el uso de sistemas simplificados de captación, conducción y distribución.
- Incluye criterios técnicos flexibles para zonas con acceso limitado a recursos o condiciones topográficas difíciles.
- Incentiva la gestión comunitaria del agua y la sostenibilidad del sistema. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021).

Normas de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST).

Las normas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) son el conjunto de disposiciones legales, reglamentos, estándares técnicos y directrices que regulan la prevención de riesgos laborales, la protección de la salud física y mental de los trabajadores y la promoción de ambientes laborales seguros y saludables (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

Decreto 1072 de 2015 (Decreto único reglamentario del sector trabajo). Este decreto es la base legal para la implementación y gestión del SG-SST en todas las organizaciones en Colombia,

obligando a empleadores y trabajadores a cumplir con normativas específicas para la prevención de riesgos laborales y la promoción de condiciones de trabajo seguras y saludables. Ministerio del Trabajo. (2015).

Resolución 2400 1979. Reglamento de higiene y seguridad industrial en los lugares de trabajo, aporta lineamientos básicos para condiciones de seguridad en la construcción y mantenimiento de obras hidráulicas. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (1979).

Ley 1562 de 2012. Reforma el Sistema General de Riesgos Laborales y establece disposiciones para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores en todas las actividades, incluidas las de construcción, mantenimiento y operación de acueductos. Congreso de la República de Colombia. (2012).

Norma técnica colombiana (NTC).

La Norma Técnica Colombiana (NTC) es un documento técnico de carácter voluntario que establece especificaciones, requisitos, criterios de calidad, métodos de ensayo, directrices o características que deben cumplir productos, servicios, procesos o sistemas en Colombia (ICONTEC, 2018).

Las NTC son elaboradas y publicadas por el ICONTEC, que es el organismo nacional de normalización, y tienen como objetivo garantizar la calidad, seguridad, confiabilidad e interoperabilidad de bienes y servicios, promoviendo así la competitividad y la protección de los consumidores.

NTC – ISO 45001:2018. Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, desarrollada para aminorar aquellos factores de riesgo que puedan producir daños irremediables tanto a los

empleados como a la organización. Esta norma ha sido publicada en marzo de 2018, como sustituta de la norma internacional OHSAS 18001.

NTC 2095:2004 (Higiene y seguridad). Es una norma técnica colombiana que establece los requisitos y lineamientos para el uso de redes de seguridad en trabajos de construcción. Regula aspectos como materiales, instalación, resistencia y mantenimiento de las redes, con el fin de proteger a los trabajadores frente a caídas y prevenir accidentes. Su aplicación contribuye al cumplimiento de las medidas de higiene y seguridad industrial en obras civiles.

Es la norma técnica colombiana que regula los colores y señales de seguridad aplicables en entornos laborales, para prevenir accidentes y riesgos a la salud mediante señales claras y reconocibles.

NTC 3701. Busca que todos los empleadores apliquen un método uniforme para registrar incidentes laborales y generar datos confiables para el análisis de riesgos.

GTC 34:1997. Incluye definiciones clave como accidente de trabajo, enfermedad profesional, diagnóstico laboral y salud ocupacional; además señala los componentes esenciales del programa, como política, estructura organizacional y actividades preventivas.

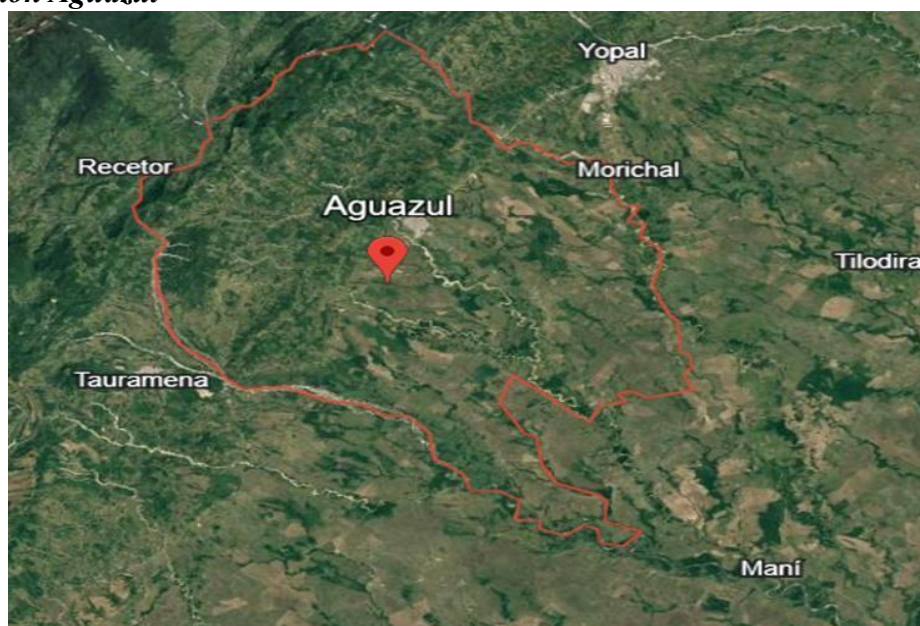
Marco contextual.

Ubicación geográfica:

La alcaldía de municipio de Aguazul está ubicada en la zona urbana del municipio en la dirección calle 11 No 11-35 barrio las ferias. Aguazul Casanare.

Figura 1

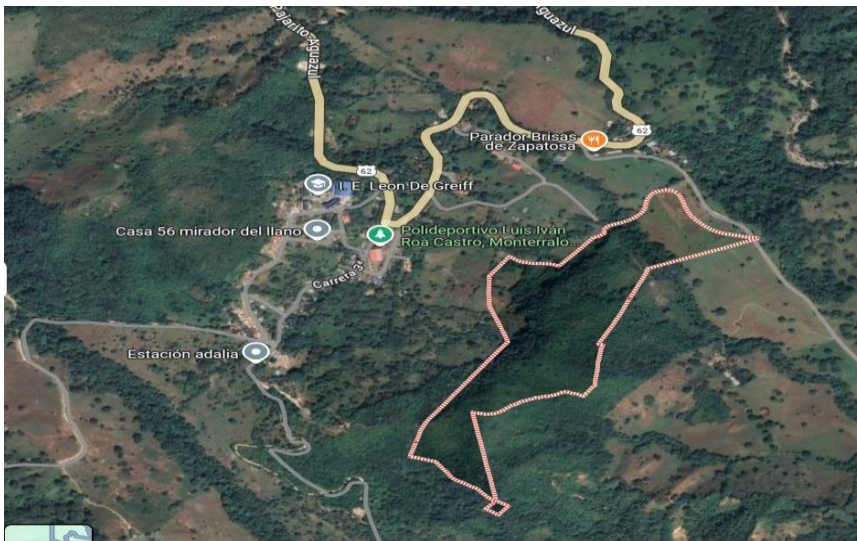
Mapa ubicación Aguazul



Nota. La figura representa la ubicación del Municipio de Aguazul, Casanare en el mapa geográfico de Colombia. Tomado de: *Google maps Aguazul, Casanare, Colombia.* [Aguazul - Google Maps](#)

Figura 2.

Ubicación de la vereda Monterralo



Nota. La figura representa la ubicación del centro poblado (Monterralo) del Municipio de Aguazul. Tomado de: *Google maps Aguazul, monterralo.* [Monterralo - Google Maps](#)

Figura 3

Imagen vereda flor amarillo.



Nota. La figura representa la ubicación del centro poblado (flor amarillo) del Municipio de Aguazul. Tomado de: *Google maps Aguazul, Casanare, Colombia.* [Flor amarillo - Google Maps](#)

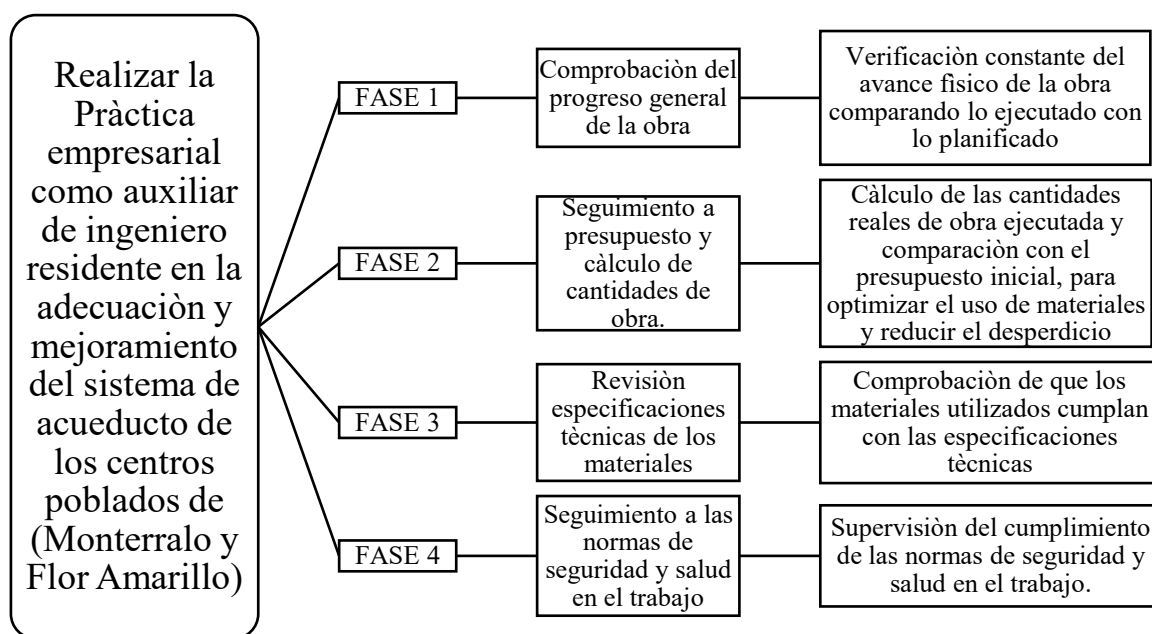
- **Límites.** limita al norte con el municipio de Pajarito (Boyacá) y Recetor (Casanare); al sur con Tauramena y Maní (Casanare); al oriente con la capital del departamento Yopal.
- **Economía.** La economía de Aguazul se sustenta principalmente en la ganadería, la agricultura (con cultivos como palma de aceite, yuca, maíz, cacao, café y plátano) y en la industria petrolera, que ha tenido gran influencia en el municipio. En los últimos años se ha buscado diversificar la producción con proyectos agroindustriales, inversión en infraestructura rural y urbana, y el fortalecimiento del turismo y los servicios, con el fin de reducir la dependencia del petróleo y generar empleo sostenible. (Gobernación de Casanare,2024).
- **Ubicación.** Aguazul se encuentra en la región central de Casanare, en el piedemonte llanero, a 27 km de Yopal, la capital departamental.
- **Extensión territorial.** 1.491 km², de los cuales aproximadamente el 0,3% corresponde al área urbana y el 99,7% al área rural. (DANE, 2018).
- **Altitud.** 300 metros sobre el nivel del mar. (DANE, 2018).
- **Clima.** Aguazul presenta un clima cálido-húmedo, con temperaturas promedio entre 20 °C y 30 °C durante todo el año y una alta humedad relativa. Se caracteriza por estaciones marcadas de lluvias y sequías que influyen en la actividad agrícola, siendo comunes los periodos de fuertes precipitaciones que pueden ocasionar inundaciones (Departamento Nacional de Planeación,2014).

Metodología.

La metodología para el desarrollo del proyecto de mantenimiento y adecuación del sistema de acueducto se estructura en cuatro fases principales, orientadas a planificar, ejecutar y controlar de manera ordenada las actividades.

La aplicación de hacer una buena metodología adecuada es esencial para alcanzar a cumplir los objetivos deseados, ya que no solo proporciona una estructura organizada si no que permite gestionar de manera optima los recursos, tiempos y riesgos.

Figura 4.



Nota: la figura representa la metodología implementada durante el desarrollo de la práctica.

Objetivo 1. Comprobar de manera continua el cumplimiento del cronograma general de la obra, mediante la verificación del avance real de las actividades.

Para la comprobación del cronograma general de obra se hizo la verificación del avance real del proyecto frente a lo programado inicialmente. Para ello se analizaron las actividades ejecutadas, los porcentajes de avance y el cumplimiento de las fechas establecidas. Esta información se registro en campo para posteriormente poder compararla con el cronograma base para reconocer retrasos o adelantos que se puedan presentar. Inicialmente la obra con contaba con una programación de obra, por lo que fue necesario realizarla, esto con la ayuda del presupuesto general del obra identificando cada una de las actividades, sus tiempos y precedencias.

Distribución de las actividades.

Una vez conocidas las actividades a ejecutar durante la práctica se procede a realizar mesas de trabajo con el personal de la entidad que ejecutara el proyecto, el cual es “Consortio Acueductos Aguazul 2022”, donde se asignaron las actividades a realizar al grupo de trabajo.

Para poder llevar a cabo el control de avance de obra se llevo el registro de bitácora suministrada por parte del consorcio encargado de la ejecución de proyecto, el uso de la bitácora fue importante, ya que permitió el registro ordenado y detallado de las actividades a realizar y su proceso constructivo.

Figura 5.

Formato avance obra.



CONSORCIO ACUEDUCTOS AGUAZUL 2022
NIT No. 901.622.294-6



FORMATO DE AVANCES DE OBRA

Datos generales

Nombre del proyecto:	
Contrato N.º:	
Ubicación de la obra:	
Contratista:	
Interventoría / Supervisor:	
Fecha / Semana:	

1. Descripción de actividades ejecutadas

2. Mano de obra utilizada

Cargo / Oficio	Cantidad de personas	Horas trabajadas	Observaciones

3. Maquinaria y equipos utilizados

Equipo / Maquinaria	Cantidad	Horas de uso	Observaciones

4. Materiales empleados

Material	Unidad de medida	Cantidad utilizada	Observaciones

5. Avance físico de la obra

Actividad programada: _____

Actividad ejecutada: _____

Porcentaje de avance (%): _____ %

Dirección: CRA 18 No 22 – 54 Yopal
Celular: 310 3341269
Correo: ingeniero.diegoarmando@gmail.com

Nota: La imagen muestra el formato utilizado por el consorcio acueductos Aguazul para el seguimiento y control de las actividades diarias.

Para la comprobación de cronograma de actividades primer se elaboró el cronograma base utilizando un diagrama de Gantt donde todas las actividades junto con el control de tiempos y presupuestos de realizo con la ayuda de Excel y el software Monday, en el cual se definieron las actividades, duraciones, dependencias y costos, lo que permitió contar con una herramienta inicial

de referencia. Posteriormente, se llevó a cabo la recolección de información semanal en campo mediante formatos de seguimiento, donde se registraron los avances físicos, la mano de obra empleada, los equipos y materiales utilizados.

Con esta información se procedió a realizar la comparación entre lo programado y lo ejecutado, determinando los porcentajes de avance de cada actividad y detectando las desviaciones presentadas en tiempo. Este análisis permitió identificar retrasos menores en algunas actividades no críticas, los cuales no afectaron el cumplimiento de la ruta crítica establecida.

Fase 2. Seguimiento a presupuesto y cálculo de cantidades de obra.

En esta fase se elaboró el presupuesto general de obra de acuerdo con un estudio de mercado y ha tablas de precios proporcionadas por la gobernación de Casanare, las cuales permitieron generar un presupuesto a detalle y cantidades de obra. Se hace la comparación del uso del presupuesto calculado de acuerdo con el estudio de mercado y se hizo la comparación con el presupuesto utilizado para la ejecución de cada actividad.

El seguimiento al presupuesto implicó la verificación continua del uso de los recursos financieros durante la ejecución del proyecto, comparando los costos reales con los costos programados. Este seguimiento permitió identificar desviaciones, controlar el gasto, tomar decisiones correctivas oportunas y garantizar que el proyecto se ejecute dentro del presupuesto aprobado.

Elaboración presupuesto general.

Para la elaboración de presupuesto general de obra primero se hizo verificación de todas las actividades que se van a desarrollar en el proyecto con el fin de poder elaborar los APU'S de cada una de ellas y junto con su unidad y cantidad de medida poder determinar el valor de cada

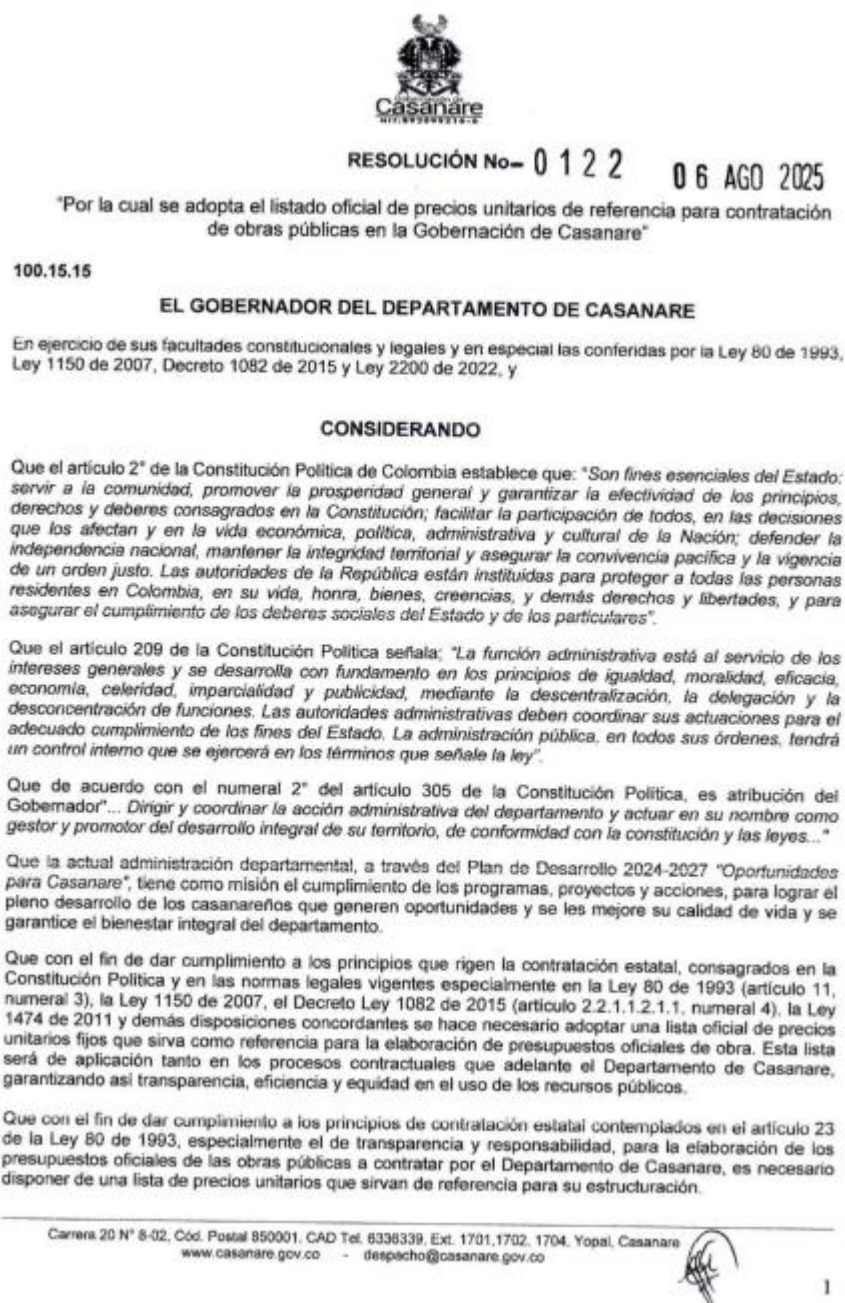
actividad. En el presupuesto se hace la descripción de 5 ítems principales, los cuales son Actividades preliminares, optimización pozo profundo, actividades tanque de almacenamiento, actividades para PTAP y actividades eléctricas.

Para la elaboración del presupuesto se hizo primero el análisis de un estudio de mercado, donde se realizan cotizaciones para poder determinar cual es la más beneficiosa en términos de costos y calidad, también se utilizó la base de análisis de precios de la gobernación de Casanare “Lista oficial de precios unitarios de referencia para contratación de obras públicas en la gobernación de Casanare”.

Tiene como propósito establecer valores oficiales de referencia para los diferentes insumos, actividades y recursos utilizados en obras públicas. Este documento unifica los costos de materiales, mano de obra y equipos, permitiendo que todas las entidades del departamento cuenten con una base común y actualizada para la elaboración de presupuestos y estudios previos. De esta manera, la resolución asegura que los proyectos se formulen con precios realistas y técnicamente justificados.

En conjunto, esta clase de resolución permite estandarizar criterios económicos y técnicos en el departamento, fortaleciendo la planeación, el control y la supervisión de las obras de infraestructura. Su aplicación garantiza mayor coherencia entre los diferentes proyectos públicos y contribuye al uso eficiente y transparente de los recursos destinados a la inversión en infraestructura.

Figura 6.



Nota: Resolución de lista APU gobernación de Casanare para la elaboración proyectos.

En la imagen 6, se puede observar la resolución por la cual se da el listado oficial de los precios unitarios, la cual constituye la base fundamental para determinar los precios unitarios de

los proyectos de obra pública que se radiquen en el banco de proyectos de la gobernación de Casanare.

Seguimiento presupuesto.

Para el presupuesto total después de tomar los análisis de precios unitarios de cada actividad y multiplicarlo por su unidad y cantidad de medida se tiene un valor total para el proyecto de \$ 341.861.444 incluyendo AIU.

Fase 3. Especificaciones técnicas de los materiales.

Se realizó la elaboración de documentos de especificaciones técnicas los cuales establecen de manera detallada las características, requisitos de calidad, propiedades físicas, químicas, mecánicas y condiciones de aceptación de los materiales que se utilizaron en el mantenimiento y adecuación del sistema de acueducto. El documento de especificaciones técnicas permitió hacer una revisión de los materiales y las actividades ejecutadas de acuerdo con la norma técnica colombiana, lo cual permite que los materiales utilizados tengan una vida útil de acuerdo con los estándares de calidad nacional.

Elaboración documentos técnicos.

Se hizo la elaboración de las especificaciones técnicas para los materiales y las actividades a realizar de acuerdo con la norma. Estas especificaciones técnicas buscan que cada actividad cumpla con los requisitos técnicos de los materiales, equipos, procedimientos y actividades durante la ejecución de la obra.

En las presentes especificaciones técnicas se da mayor énfasis en la definición de las características y calidad de obra terminada que en la descripción de los procedimientos necesarios para obtener tales resultados.

Para las especificaciones técnicas de los materiales se exige al contratista conseguir oportunamente todos los materiales requeridos para la construcción, y a mantener en forma permanente una cantidad suficiente que garantice el avance normal de los trabajos para evitar la escasez de materiales o de cualquier otro elemento necesario en la ejecución, los cuales deberán ser de primera calidad. Se podrá rechazar los materiales o elementos utilizados que no resulten conformes a lo establecido en las normas. El material rechazado se retirará del lugar reemplazándolo con material aprobado, y la ejecución de la obra defectuosa se corregirá satisfactoriamente sin que haya lugar a pago extra a favor del Contratista.

Fase 4. Seguimiento norma de seguridad y salud en el trabajo.

Se realizó el seguimiento de Seguridad y Salud en el Trabajo mediante visitas periódicas a la obra para verificar el cumplimiento de los lineamientos establecidos en el plan de SST, controlando el uso adecuado de los elementos de protección personal, la correcta señalización de las áreas de trabajo, la implementación de medidas preventivas frente a riesgos identificados y la realización de charlas de seguridad, dejando registro de cada actividad y aplicando acciones correctivas cuando fue necesario para garantizar condiciones seguras para todo el personal.

Normas de referencia de seguridad y salud en el trabajo aplicadas al proyecto.

- **Ley 1562 de 2012:** Modifica el Sistema de Riesgos Laborales y refuerza la obligatoriedad de implementar la Seguridad y Salud en el Trabajo en todas las actividades.
- **Decreto 1072 de 2015:** (Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo)

Compila la normatividad en materia laboral, incluyendo el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

- **Resolución 0312 de 2019:** Define los estándares mínimos del SG-SST que deben cumplir los empleadores y contratistas según el tamaño y nivel de riesgo de la empresa.
- **NTC 4114 (ICONTEC, 2009):** Señalización de seguridad y salud en el trabajo (colores y señales de advertencia, obligación y prohibición en obra).

Sistema seguridad en el trabajo.

Para el seguimiento y control del sistema de seguridad en el trabajo se llevo a cabo el uso de formatos de control y matriz de riesgo para identificar para implementar medidas de prevención y control frente algún peligro/riesgo.

Los principales objetivos para la implementación del sistema de seguridad en el trabajo son:

Prevención de riesgos laborales: identificar, evaluar y controlar los peligros presentes en el entorno de trabajo.

Cumplimiento normativo: asegurar que la empresa cumpla con la legislación vigente en materia de seguridad y salud.

Promoción de la salud: fomentar hábitos saludables, capacitaciones y cultura de autocuidado.

Reducción de accidentes y enfermedades: implementar medidas técnicas, administrativas y de protección personal.

Mejora continua: evaluar y actualizar los programas de seguridad y salud para garantizar su efectividad.

Matriz identificación riesgos.

El uso de la matriz de riesgo tiene como objetivo identificar y evaluar los peligros presentes en cada actividad, con el fin de establecer controles preventivos y correctivos. Esto permite priorizar los riesgos según su probabilidad e impacto, reduciendo la posibilidad de accidentes y enfermedades laborales. Además, orientó la implementación de medidas de seguridad como equipos de protección personal, señalización y capacitaciones. Su aplicación garantiza la protección de los trabajadores y el cumplimiento de la normatividad en Seguridad y Salud en el Trabajo. En consecuencia, contribuye a la continuidad y eficiencia del proyecto constructivo.

Alcance del proyecto y actividades que lo componen.

El proyecto comprende una duración en ejecución de tres (3) meses. Además, se consideran actividades de mantenimiento y adecuación del sistema de acueducto la vereda Monterralo, con el propósito de mejorar la continuidad y calidad en la prestación del servicio de agua potable a la comunidad. Las labores incluyen la limpieza y desinfección de pozos profundos, reparación y reposición de tramos de tubería en PVC, impermeabilización y mantenimiento de tanques de almacenamiento, instalación de válvulas y accesorios hidráulicos, así como la construcción y adecuación de una torre de aireación. De igual forma, se contempla la aplicación de normas técnicas y de seguridad en el trabajo, garantizando la protección de los trabajadores y el cumplimiento de la normatividad ambiental. El proyecto no abarca ampliaciones de red a nuevas zonas ni la construcción de nuevas fuentes de captación, limitándose a la intervención del sistema existente en la vereda.

Resultados.

Para poder llevar acabo los objetivos plantados en el proyecto “Mantenimiento y adecuación de sistema de acueducto de Monterralo y Flor Amarillo” se describe a continuación.

El acueducto de Monterralo beneficia directamente a un estimado de 450 habitantes, su tanque de almacenamiento tiene 84,6 m². Los procesos que normalmente se llevan a cabo son básicos pero fundamentales para garantizar agua apta para consumo humano, siguiendo lineamientos del RAS 2000 y normas del Ministerio de Vivienda. Los procesos del sistema de acueducto de Monterralo son la captación del agua, conducción, tratamiento básico, almacenamiento, distribución, operación y mantenimiento.

El proceso de seguimiento de la obra se desarrolló desde su fase inicial, es decir, el control y supervisión comenzaron desde cero, abarcando todas las etapas de ejecución. No obstante, durante el desarrollo del proyecto se presentaron situaciones que afectaron el normal avance, entre ellas el hurto de material y el retraso en el desembolso del segundo anticipo. Estas circunstancias generaron una disminución en el rendimiento programado, evidenciándose un desfase del 8,34% respecto al cronograma previsto.

Objetivo 1. Comprobar de manera continua el cumplimiento del cronograma general de la obra, mediante la verificación del avance real de las actividades y su comparación con los plazos establecidos en su planificación inicial.

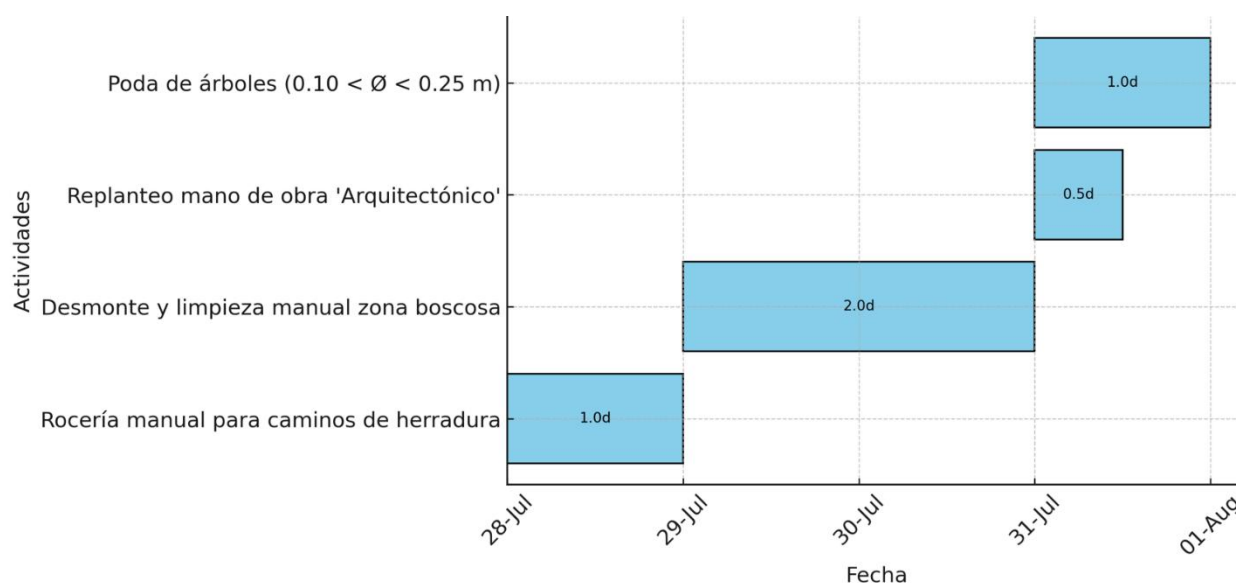
A continuación, se presenta el cronograma general del proyecto de “Mantenimiento y adecuación de sistema de acueducto de Monterralo y Flor Amarillo” del municipio de Aguazul-Casanare.

Cronograma general del proyecto: Para la elaboración del cronograma general de la obra se utilizó el software de gestión de proyectos “Monday” y Excel, con el fin de poder organizar todas las actividades y poder manejar tiempos y presupuesto de manera que se lleve un control al momento de la ejecución de las actividades, para ello se dividieron las actividades en 5 ítems principales: Actividades preliminares, optimización pozo profundo, actividades tanque almacenamiento, actividades PTAP y actividades eléctricas PTAP.

A continuación, se muestran los capítulos junto con sus actividades y la duración de cada una de las 5 actividades.

Figura 8.

Duración actividades preliminares.

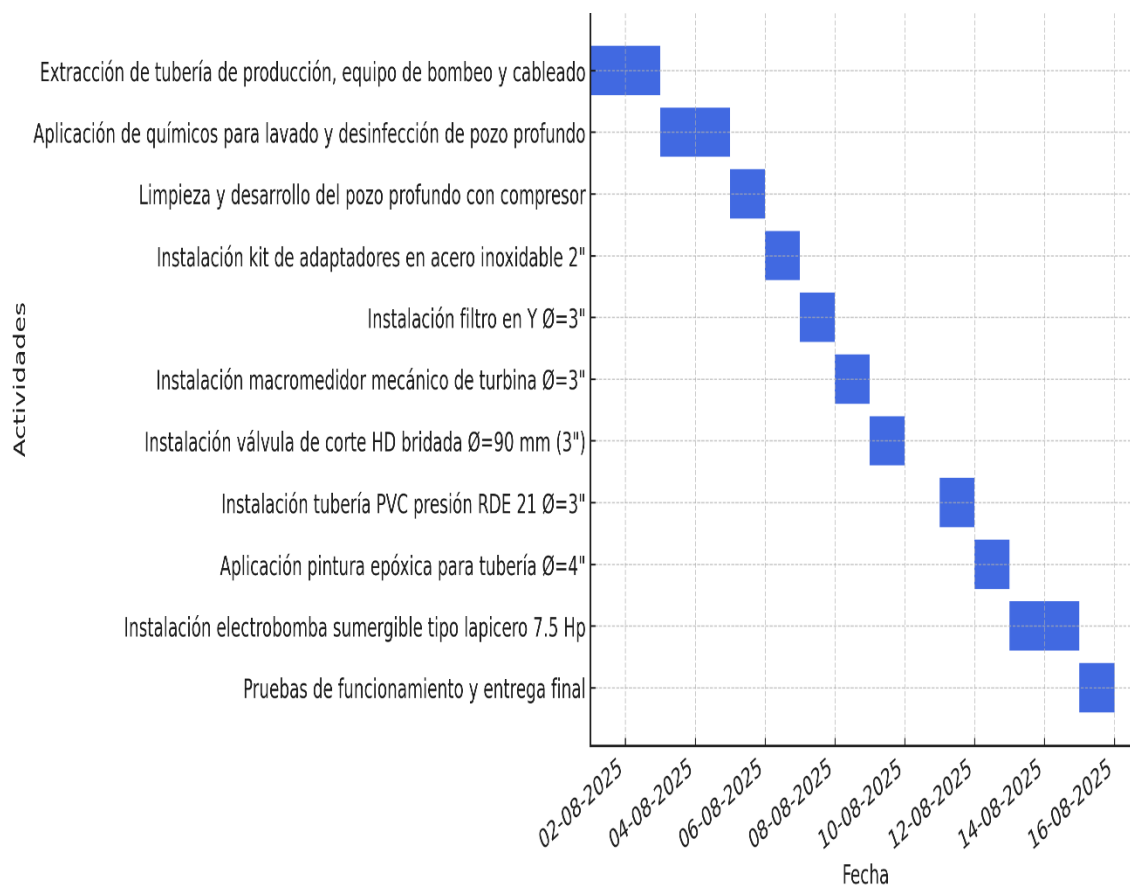


Nota: En la imagen 8, se muestra tiempo de duración del capítulo actividades preliminares con sus respectivas actividades.

El primer capítulo del cronograma de actividades consiste en preliminares, el cual tiene una fecha de inicio el día 28/07/2025 con la actividad rocería manual para caminos de herradura y finaliza el 01/08/2025 con la poda de árboles.

Figura 9.

Duración actividades pozo profundo.

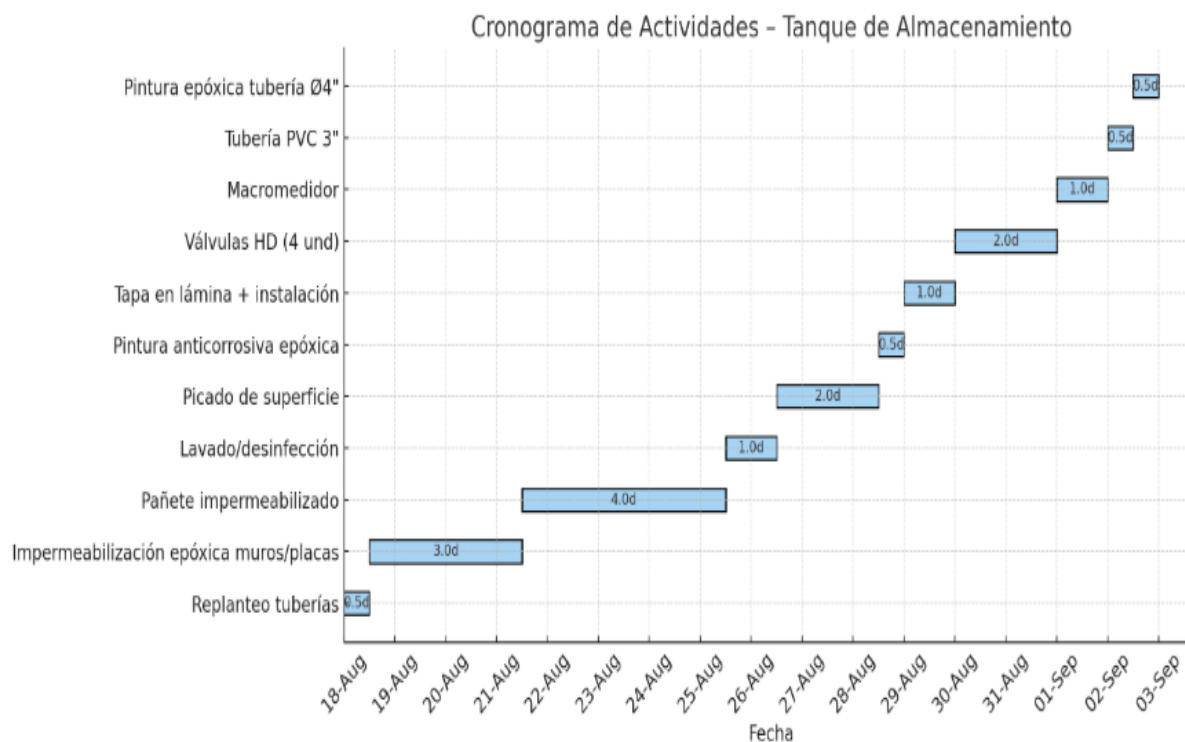


Nota: En la figura 9. muestra los tiempos de duración del capítulo optimización pozo profundo, junto con sus actividades.

Para el capítulo de optimización pozo profundo se tiene una duración estimada de 15 días con fecha de inicio 02 de agosto y fecha de fin 16 de agosto, teniendo en cuenta que se cuente con el suministro de equipos y materiales para el desarrollo de las actividades correspondientes a este capítulo este es el tiempo estimado.

Figura 10.

Duración actividades para mantenimiento del tanque de almacenamiento.

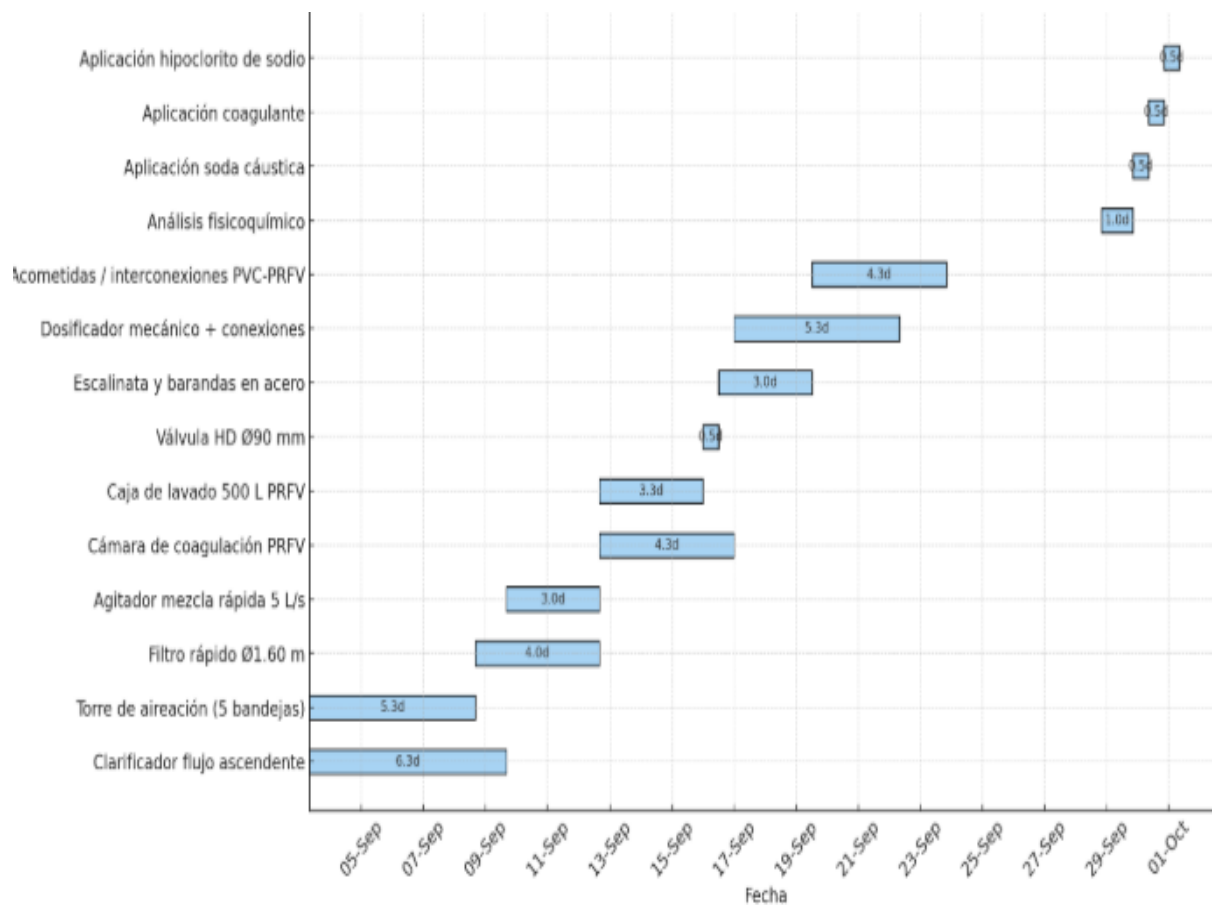


Nota: En la figura 10 se puede observar cada una de las actividades del capítulo mantenimiento tanque de almacenamiento, con sus respectivas duraciones.

Para el capítulo de mantenimiento tanque de almacenamiento se tiene una duración de 17 días con fecha de inicio del 18 de agosto y terminación el 03 de septiembre. Del capítulo se ejecutan 11 actividades, pintura epoxica tubería, instalación tubería PVC 3'', micromedidor, válvula Hd, instalación tapa en lámina aplicación pintura anticorrosiva epoxica, picado de superficie, lavado/desinfección replanteo y localización de tuberías, pañete impermeabilizado e impermeabilización epoxica de muros y placas.

Figura 11.

Duración actividades del capítulo actividades PTAP.

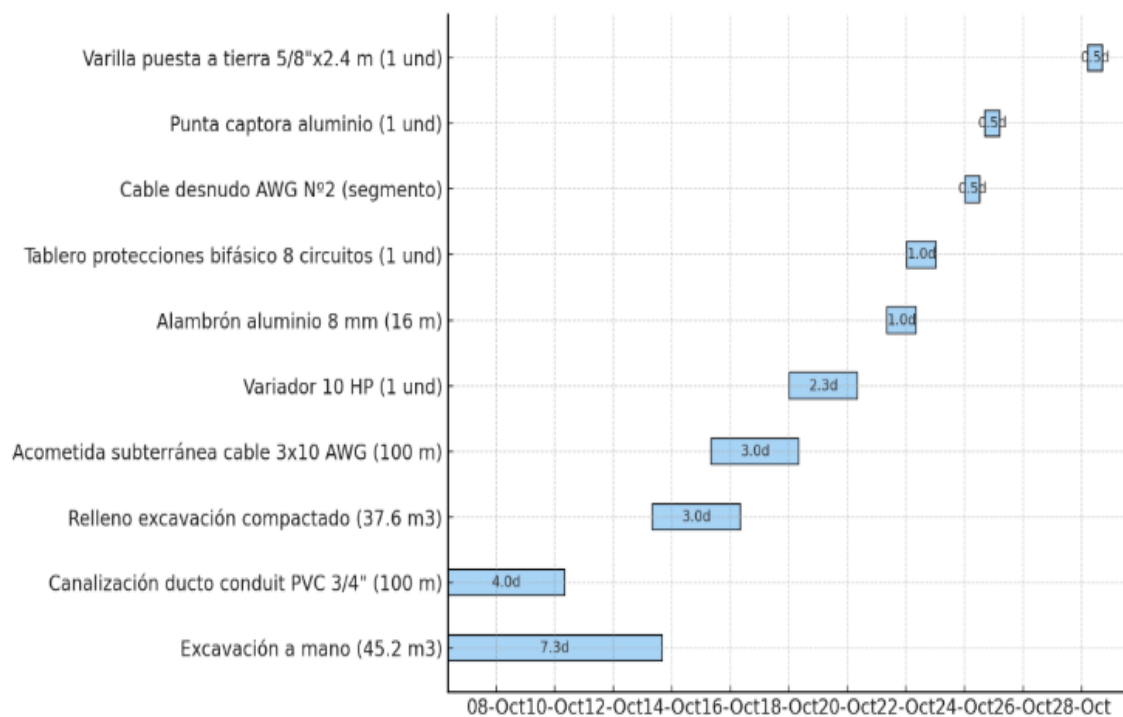


Nota: En la figura 11 se observa la duración de todas las actividades que comprenden el capítulo mantenimiento PTAP.

El capítulo denominado actividades de la construcción de la planta de tratamiento de agua potable, con una duración de 26 días.

Figura 12.

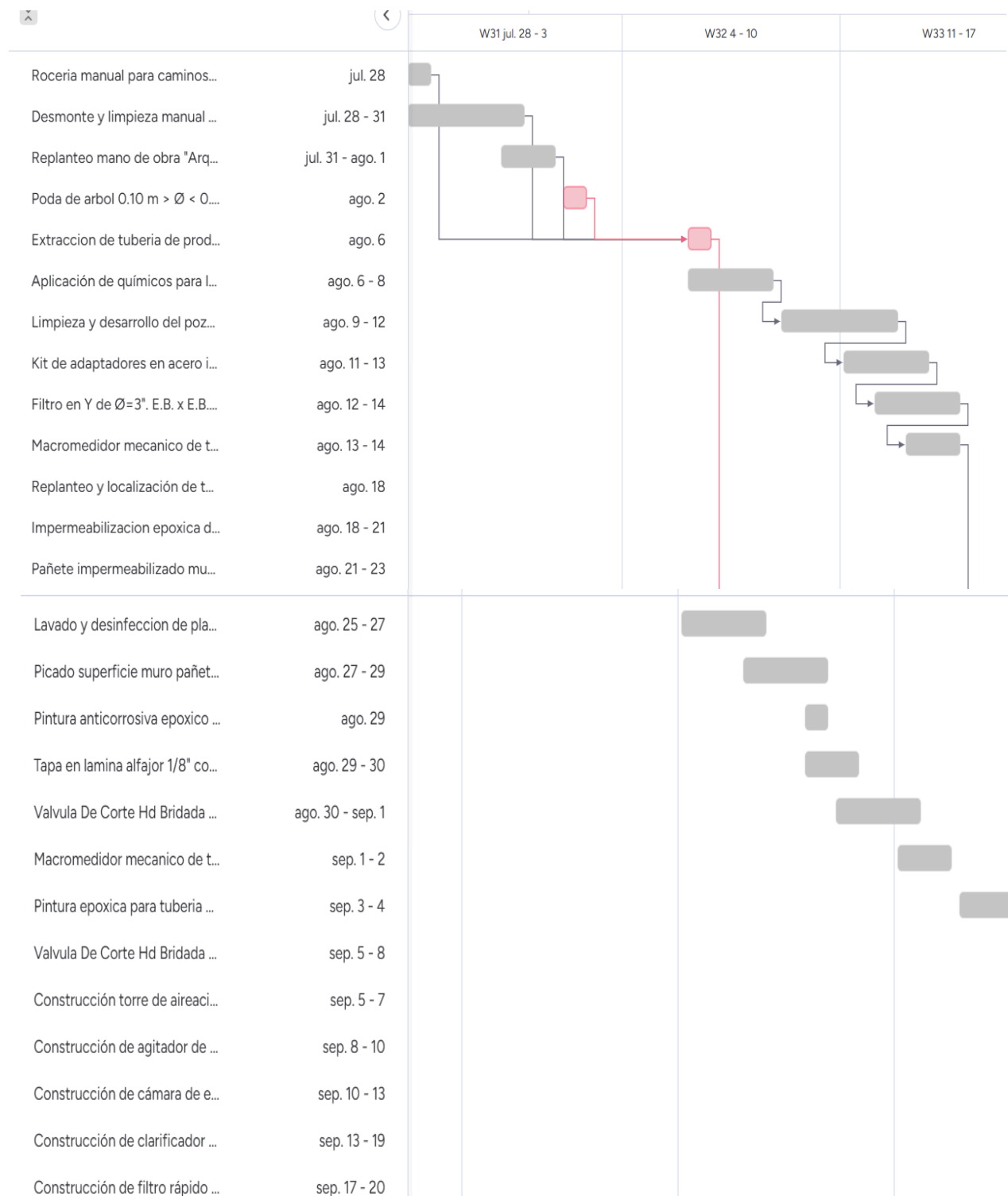
Duración capítulo Actividades eléctricas PTAP.

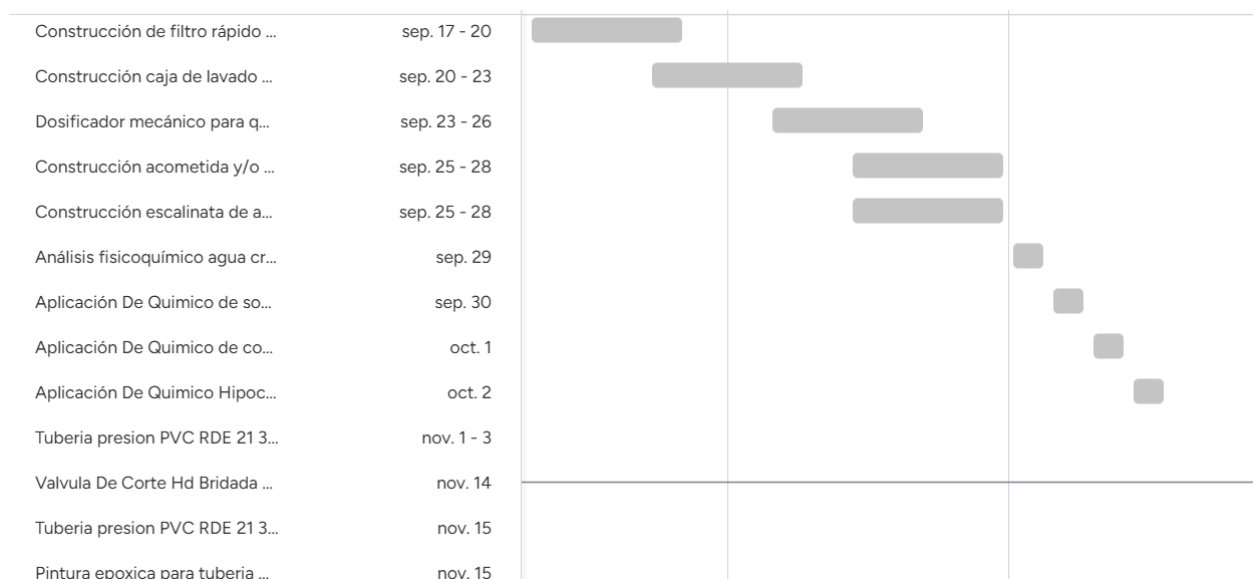


Nota: En la figura 12 se muestra la duración del capítulo 5, del cronograma de actividades denominado actividades eléctricas PTAP.

Figura 13.

Cronograma de obra.





Nota: En la figura 13, se muestra el cronograma general de obra.

La obra tiene un periodo de ejecución de tres meses, con fecha de inicio del 28 de julio del año 2025 y culmina el 28 de octubre del año 2025. El periodo de culminación en programación estimada en oficina fue de tres meses, pero por condiciones climáticas y por motivos de presupuesto esta se prolongo 15 días más es decir que la obra culmino el 10 de noviembre del 2025. El valor total de la obra incluyendo AIU es de \$341.861.444.

Para poder llevar un mejor control de las actividades y tareas se utilizó el software de gestión de trabajo Monday, el cual permite planificar, organizar, y hacer seguimiento de proyectos. Esta aplicación permite dividir las actividades y programar las fechas para la realización de las actividades, y también permite detectar cuando alguna actividad presenta algún retraso.

Figura 14.

✓ Actividades preliminares

☐	Tarea		Estado ⓘ	Vencimiento ⓘ	Cronograma	Valor
☐	Roceria manual para caminos ...	✦ ⊕	Listo		jul. 28	\$30.051
☐	Desmante y limpieza manual z...	✦ ⊕	Listo		jul. 28 - 31	\$72.576
☐	Replanteo mano de obra "Arq...	✦ ⊕	Listo		jul. 31 - ago. 1	\$147.595
☐	Poda de arbol 0.10 m > Ø < 0....	✦ ⊕	Listo		ago. 2	\$479.144
☐	+ Agregar tarea					
						\$729.366 Total

✓ Optimización pozo profundo

☐	Tarea		Estado ⓘ	Vencimiento ⓘ	Cronograma	Valor	Dependencia ⓘ
☐	> Extraccion de tubería de prod...	✦ ⊕	Listo		ago. 6	\$9.725.328	Roceria manua... +3
☐	Aplicación de químicos para la...	✦ ⊕	Listo		ago. 6 - 8	\$4.272.660	
☐	Limpieza y desarrollo del pozo...	✦ ⊕	Listo		ago. 9 - 12	\$817.384	Aplicación de químic...
☐	Kit de adaptadores en acero i...	✦ ⊕	Listo		ago. 11 - 13	\$1.953.854	Limpieza y desarrollo ...
☐	Filtro en Y de Ø=3". E.B. x E.B. ...	✦ ⊕	Listo		ago. 12 - 14	\$1.071.663	Kit de adaptadores e...
☐	Macromedidor mecanico de t...	✦ ⊕	Listo		ago. 13 - 14	\$3.831.465	Filtro en Y de Ø=3". E...
☐	Valvula De Corte Hd Bridada ...	✦ ⊕	Listo		nov. 14	\$962.477	Macromedidor meca...
☐	Tubería presión PVC RDE 21 3"...	✦ ⊕	Listo		nov. 15	\$524.214	Valvula De Corte Hd ...
☐	Pintura epoxica para tubería Ø...	✦ ⊕	Listo		nov. 15	\$111.840	Tubería presión PVC ...
☐	Electrobomba Sumergible Tip...	✦ ⊕	Listo		nov. 17	\$9.964.893	Extracción de tubería ...
						\$33.235.778 Total	

✓ Actividades tanque de almacenamiento

☐	Tarea		Estado ⓘ	Vencimiento ⓘ	Cronograma	Valor
☐	Replanteo y localización de tu...	✦ ⊕	Listo		ago. 18	\$89.124
☐	Impermeabilización epoxica d...	✦ ⊕	Listo		ago. 18 - 21	\$4.783.284
☐	Pañete impermeabilizado mur...	✦ ⊕	Listo		ago. 21 - 23	\$5.212.291
☐	Lavado y desinfección de plac...	✦ ⊕	Listo		ago. 25 - 27	\$1.135.840
☐	Picado superficie muro pañet...	✦ ⊕	Listo		ago. 27 - 29	\$1.145.315
☐	Pintura anticorrosiva epoxico ...	✦ ⊕	Listo		ago. 29	\$63.540
☐	Tapa en lámina alfajor 1/8" con...	✦ ⊕	Listo		ago. 29 - 30	\$2.444.994
☐	Valvula De Corte Hd Bridada ...	✦ ⊕	Listo		ago. 30 - sep...	\$3.849.908
☐	Macromedidor mecanico de t...	✦ ⊕	Listo		sep. 1 - 2	\$3.831.465
☐	Tubería presión PVC RDE 21 3"...	✦ ⊕	Listo		nov. 1 - 3	\$1.048.428
☐	Pintura epoxica para tubería Ø...	✦ ⊕	Listo		sep. 3 - 4	\$223.680

☐	Tapa en lamina alfajor 1/8" con...	✦ +	Listo		ago. 29 - 30	\$2.444.994
☐	Valvula De Corte Hd Bridada ...	✦ +	Listo		ago. 30 - sep...	\$3.849.908
☐	Macromedidor mecanico de t...	✦ +	Listo		sep. 1 - 2	\$3.831.465
☐	Tuberia presion PVC RDE 21 3"...	✦ +	Listo		nov. 1 - 3	\$1.048.428
☐	Pintura epoxica para tuberia Ø...	✦ +	Listo		sep. 3 - 4	\$223.680
☐	+ Agregar tarea					
				-		\$23.827.869
✓ Actividades PTAP						
☐	Tarea		Estado ⓘ	Vencimiento ⓘ	Cronograma	Valor
☐	Valvula De Corte Hd Bridada ...	✦ +	Listo		sep. 5 - 8	\$962.477
☐	Construcción torre de aireaci...	✦ +	Listo		sep. 5 - 7	\$23.733.140
☐	Construcción de agitador de ...	✦ +	Listo		sep. 8 - 10	\$5.544.965
☐	Construcción de cámara de e...	✦ +	Listo		sep. 10 - 13	\$5.547.508
☐	Construcción de clarificador c...	✦ +	Listo		sep. 13 - 19	\$74.899.356
☐	Construcción de filtro rápido ...	✦ +	Listo		sep. 17 - 20	\$59.225.762
☐	Construcción caja de lavado c...	✦ +	Listo		sep. 20 - 23	\$4.888.922
☐	Dosificador mecánico para quí...	✦ +	Listo		sep. 23 - 26	\$49.110.083
☐	Construcción acometida y/o ...	✦ +	Listo		sep. 25 - 28	\$15.899.997
☐	Construcción escalinata de ac...	✦ +	Listo		sep. 25 - 28	\$12.816.847
☐	Análisis fisicoquímico agua cr...	✦ +	Listo		sep. 29	\$2.405.041
☐	Aplicación De Químico de sod...	✦ +	Listo		sep. 30	\$4.815.000
☐	Aplicación De Químico de coa...	✦ +	Listo		oct. 1	\$1.997.600
☐	Aplicación De Químico Hipocl...	✦ +	Listo		oct. 2	\$670.780
☐	+ Agregar tarea					
				-		\$262.517.478

Nota: En la figura 14 se muestra la descripción de cada capítulo con su valor y sus actividades.

De la figura 14 se observan 4 capítulos los cuales son actividades PTAP, actividades tanque almacenamiento, optimización pozo profundo y actividades preliminares.

Figura 15.

▼ Actividades eléctricas PTAP

☐	Tarea		Estado ⓘ	Vencimiento ⓘ	Cronograma	Valor
☐	Excavacion A Mano En Materi...	✦ ⊕	Listo		oct. 3 - 9	\$3.269.406
☐	Canalizacion Ducto Conduit P...	✦ ⊕	Listo		oct. 4 - 8	\$2.867.900
☐	Relleno De Excavacion Con M...	✦ ⊕	Listo		oct. 8 - 10	\$1.595.857
☐	Acometida Subterranea En Ca...	✦ ⊕	En curso		oct. 11 - 14	\$2.938.200
☐	Variador De Ca De Propósito ...	✦ ⊕	Detenido		nov. 14 - 19	\$8.610.644
☐	Tablero De Protecciones Bifási...	✦ ⊕	Detenido		oct. 17 - 22	\$457.898
☐	Punta Captora En Aluminio 5/...	✦ ⊕	No iniciado		oct. 22 - 24	\$223.477
☐	Varilla De Puesta A Tierra Cop...	✦ ⊕	No iniciado		-	\$1.009.571
☐	Alambron En Aluminio De 8 M...	✦ ⊕	No iniciado		-	\$578.000
☐	+ Agregar tarea					
						\$21.550.953 Total

Nota: Cronograma y estado de las actividades del capítulo actividades eléctricas PTAP.

Para la figura 15 se suministra información del capítulo actividades eléctricas PTAP el cual comprende 9 tareas, se puede observar que hasta la actividad de relleno de excavación manual se tiene en espacio verde, lo cual quiere decir que ya está ejecutado, se evidencia actividades en rojo detenidas lo cual indica un retraso de acuerdo al cronograma de obra inicial. Este retraso se dio por condiciones climáticas y por el suministro de materiales eléctricos debido a que no se contaba con el presupuesto para la compra de estos materiales.

Para el proyecto se separó los ítems por 5 capítulos y de estos se desprenden las actividades, esto para tener la facilidad de poder verificar fecha de inicio y de fin de cada actividad junto con el presupuesto total de cada actividad.

Descripción de actividades.

Actividades preliminares, como limpieza y replanteo. Se realizó retiro y limpieza de capa vegetal que facilitará el acceso al lugar de trabajo, se hace el retiro del material vegetal con guadaña.

Incluyen el replanteo topográfico, limpieza y desbroce del terreno, instalación de cerramientos y señalización de seguridad, adecuación de accesos, campamentos y bodegas, así como la gestión de servicios provisionales y la revisión de los diseños y especificaciones técnicas.

Figura 16.

Ubicación y limpieza.

Localización y replanteo área de trabajo.



Nota: Desmote y limpieza de la zona de acceso al área de trabajo.

Se realizó limpieza de la zona de acceso con guadaña se procedió a realizar la ubicación y replanteo para dividir las actividades.

Figura 17.

Pañete impermeabilizante.

Aplicación pañete impermeabilizante.



Nota: Impermeabilización muros tanque de almacenamiento.

Esta impermeabilización se realiza para garantizar la estanqueidad de la estructura y evitar filtraciones que puedan generar pérdidas de agua o debilitamiento en los muros y placas. Un tanque con fisuras o porosidades no solo afecta la eficiencia del sistema, sino que también incrementa los costos de operación y mantenimiento.

Figura 18.

Armado e instalación válvula compuerta.



Nota. La figura muestra el armado e instalación de válvula de compuerta.

Para el armado e instalación de la válvula primero se realizó limpieza del área, se hizo la revisión de la válvula y sus componentes para que estuvieran en buen estado antes de su instalación de acuerdo a las especificaciones técnicas, también se revisó la correcta alineación de la tubería para evitar que algún tipo de esfuerzos que pueda ocasionar fisuras. . Su función principal es permitir el control total del flujo dentro de una tubería, es decir, abrir o cerrar completamente el paso del agua sin regular caudales intermedios. Su propósito es aislar sectores del sistema, facilitando reparaciones, mantenimientos o maniobras de operación sin interrumpir toda la red

Figura 19.

Lavado y desinfección tanque almacenamiento.



Nota: Se realizó lavado y desinfección de las paredes del tanque de almacenamiento.

El lavado del tanque de almacenamiento consistió en un procedimiento de limpieza profunda orientado a garantizar la calidad del agua distribuida a la comunidad. Inicialmente, se realizó el vaciado total del reservorio, seguido de la remoción manual y mecánica de sedimentos, incrustaciones y material particulado adherido a las paredes y piso del tanque. Posteriormente, se efectuó el lavado con agua a presión para desprender residuos persistentes y se aplicó una solución desinfectante con el fin de eliminar posibles agentes microbiológicos. Finalmente, el tanque fue enjuagado y sometido a una inspección visual para verificar la ausencia de impurezas antes de ser puesto nuevamente en operación.

Figura 20.

Extracción tubería de producción.



La actividad de extracción de la tubería de producción del pozo profundo consistió en el desmontaje y retiro controlado de la línea instalada dentro de la perforación, con el fin de evaluar su estado operativo y proceder posteriormente a su reemplazo o mantenimiento. Para ello, se inició con la suspensión temporal del sistema y el aseguramiento del área de trabajo, seguido del montaje del equipo de izaje para garantizar una maniobra segura. A medida que la tubería fue liberada, se retiraron los tramos de forma secuencial, realizando limpieza, inspección visual y registro de desgaste, corrosión o incrustaciones internas. Durante el proceso se controló la verticalidad y la integridad estructural de los componentes para evitar daños en el pozo. Una vez completada la extracción, la columna quedó disponible para trabajos de rehabilitación, instalación de nueva tubería o reacondicionamiento del sistema, asegurando una mejor eficiencia hidráulica y operativa en el acueducto.

Figura 21.



Nota: Revisión a construcción planta de tratamiento.

Para la construcción de la planta de tratamiento se inicio con las labores con las labores de excavación, nivelación y preparación del terreno para garantizar una base estable. Posteriormente se realizó la instalación de las estructuras en PRFV, incluyendo el sistema de aireación, los tanques de mezcla rápida, floculación, sedimentación y filtración, los cuales fueron ensamblados y fijados sobre la plataforma en concreto.

Objetivo 2. Calcular la cantidad de material necesaria para poder llevar a cabo las actividades que se ejecuten durante la práctica, según el presupuesto, para reducir desperdicio de materiales.

La elaboración del presupuesto general de obra consistió en la identificación y valoración de todos los recursos necesarios para la ejecución del proyecto, incluyendo materiales, mano de obra, equipos y actividades auxiliares. Este proceso permitió definir de manera precisa los costos asociados a cada partida, garantizando una proyección económica realista. Asimismo, se verificaron cantidades y especificaciones técnicas para asegurar coherencia con el diseño y el alcance del proyecto.

Figura 22. Presupuesto general.

COD. INTERNO	ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	V/UNITARIO	V/TOTAL
	1.00	Actividades Preliminares			SUBTOTAL	\$ 729.366,00
3131	1,01	Roceria manual para caminos de Herradura	m2	40,50	\$ 742,00	\$ 30.051,00
3132	1,02	Desmonte y limpieza manual zona boscosa	m2	40,50	\$ 1.792,00	\$ 72.576,00
4204	1,03	Replanteo mano de obra "Arquitectonico"	m2	14,67	\$ 10.061,00	\$ 147.595,00
NEW 4317	1,04	Poda de arbol 0.10 m > Ø < 0.25 m; incluye apeo, desramado, apilado y disposición final 2 km	und	4,00	\$ 119.786,00	\$ 479.144,00
	2.00	Optimizacion pozo profundo			SUBTOTAL	\$ 33.235.778,00
NEW 4335	2,01	Extraccion de tubería de produccion, incluye el equipo de bombeo y cableado (Incluye reinstalación)	m	144,00	\$ 67.537,00	\$ 9.725.328,00
NEW 4328	2,02	Aplicación de químicos para lavado y desinfección de pozos profundos	m	180,00	\$ 23.737,00	\$ 4.272.660,00
NEW 4327	2,03	Limpieza y desarrollo del pozo profundo con compresor	H	8,00	\$ 102.173,00	\$ 817.384,00
NEW 4336	2,04	Kit de adaptadores en acero inoxidable de 2". Suministro e instal	und	1,00	\$ 1.953.854,00	\$ 1.953.854,00
NEW 4329	2,05	Filtro en Y de Ø=3". E.B. x E.B. Suministro e instal	und	1,00	\$ 1.071.663,00	\$ 1.071.663,00
3657	2,06	Macromedidor mecanico de turbina ø = 3" suministro e instal	und	1,00	\$ 3.831.465,00	\$ 3.831.465,00
3656	2,07	Valvula De Corte Hd Bridada Ø = 90 Mm = 3" Suministro E Instalacion	und	1,00	\$ 962.477,00	\$ 962.477,00
4301	2,08	Tubería presion PVC RDE 21 3". Suministro e instal.	m	6,00	\$ 87.369,00	\$ 524.214,00
4315	2,09	Pintura epoxica para tubería Ø=4" .	m	6,00	\$ 18.640,00	\$ 111.840,00
4287	2,10	Electrobomba Sumergible Tipo Lapicero 7.5 Hp. 220 V. 60 Hz. 2" De Salida, Bomba Acero Inoxidable. Suministro E Instal.	und	1,00	\$ 9.964.893,00	\$ 9.964.893,00
	3.00	Actividades tanque de almacenamiento			SUBTOTAL	\$ 23.827.869,00
3628	3,01	Replanteo y localizacion de tuberías de acueducto	m	12,00	\$ 7.427,00	\$ 89.124,00
3394	3,02	Impermeabilizacion epoxica de muros y placas	m2	84,60	\$ 56.540,00	\$ 4.783.284,00
3398	3,03	Pañete impermeabilizado muros 1:3 espesor de 2cm	m2	84,60	\$ 61.611,00	\$ 5.212.291,00
4298	3,04	Lavado y desinfeccion de placa - muros para tanque elevado	m2	84,60	\$ 13.426,00	\$ 1.135.840,00
3264	3,05	Picado superficie muro pañetado	m2	84,60	\$ 13.538,00	\$ 1.145.315,00
4316	3,06	Pintura anticorrosiva epoxico y esmalte epoxico 3 mills (puentes)	m	1,00	\$ 63.540,00	\$ 63.540,00
4309	3,07	Tapa en lamina alfajor 1/8" con contramarco en angulo de 1 1/2"x3/16" con agarradera, anticorrosivo y pintura e instalada.	m2	2,00	\$ 1.222.497,00	\$ 2.444.994,00
3656	3,08	Valvula De Corte Hd Bridada Ø = 90 Mm = 3" Suministro E Instalacion	und	4,00	\$ 962.477,00	\$ 3.849.908,00
3657	3,09	Macromedidor mecanico de turbina ø = 3" suministro e instal	und	1,00	\$ 3.831.465,00	\$ 3.831.465,00
4301	3,10	Tubería presion PVC RDE 21 3". Suministro e instal	m	12,00	\$ 87.369,00	\$ 1.048.428,00
4315	3,11	Pintura epoxica para tubería Ø=4" .	m	12,00	\$ 18.640,00	\$ 223.680,00
	4.00	Actividades PTAP			SUBTOTAL	\$ 262.517.478,00
3656	4,01	Valvula De Corte Hd Bridada Ø = 90 Mm = 3" Suministro E Instalacion	und	1,00	\$ 962.477,00	\$ 962.477,00
NEW 4318	4,02	Construcción torre de aireación de 5 bandejas para una capacidad de 5l/s, en plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), filtros pallring, pintura externa.	und	1,00	\$ 23.733.140,00	\$ 23.733.140,00
NEW 4320	4,03	Construcción de agitador de mezcla rápida en forma de cubo rectangular para una capacidad de 5l/s. en plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con vertedero para aforo de caudal y aplicación de químicos. Pintura externa	und	1,00	\$ 5.544.965,00	\$ 5.544.965,00
NEW 4319	4,04	Construcción de cámara de entrada o coagulación en PRFV para mezcla química de capacidad máxima de mezcla 5 l/s. pintura externa	und	1,00	\$ 5.547.508,00	\$ 5.547.508,00
NEW 4321	4,05	Construcción de clarificador cilíndrico de flujo ascendente, con capacidad para 5 l/s en PRFV, incluye accesorios de control y zona de sedimentación acelerada con modulo hexagonal tipo colmena. pintura externa	und	1,00	\$ 74.899.356,00	\$ 74.899.356,00
NEW 4322	4,06	Construcción de filtro rápido en material pétreo con lecho mixto, diámetro 1,60 m, de forma cilíndrica de flujo descendente, en plástico reforzado con PRFV, incluye sistema de retro lavado, accesorios y pintura externa	und	1,00	\$ 59.225.762,00	\$ 59.225.762,00
NEW 4323	4,07	Construcción de filtro rápido en material pétreo con lecho mixto, diámetro 1,60 m, de forma cilíndrica de flujo descendente, en plástico reforzado con PRFV, incluye sistema de retro	und	1,00	\$ 4.888.922,00	\$ 4.888.922,00
NEW 4324	4,08	Dosificador mecánico para químicos (alcalinizante, coagulante y desinfectante), 1 agitador mecánico con tablero y conexiones (Inyección de aire para la agitación), 3 bombas dosificadoras peristáltica o por ciclos, 3 tanques de capacidad de 250 litros y conexiones hidráulicas y eléctricas.	und	1,00	\$ 49.110.083,00	\$ 49.110.083,00
NEW 4325	4,09	Construcción acometida y/o múltiple de interconexión, incluye tornillos, Empaques, Válvulas, Tubería y accesorios fabricados en PVC y/o PRFV (Plástico Reforzado con Fibra de Vidrio), de diferentes diámetros y longitud.	und	1,00	\$ 15.899.997,00	\$ 15.899.997,00
NEW 4326	4,10	Construcción escalinata de acceso y barandas en acero y piso pasarela en acero recubierto con anticorrosivo.	und	1,00	\$ 12.816.847,00	\$ 12.816.847,00
NEW 4313	4,11	Análisis fisicoquímico agua cruda y tratada	und	1,00	\$ 2.405.041,00	\$ 2.405.041,00
NEW 4311	4,13	Aplicación De Químico de soda caustica al 50%	kg	100,00	\$ 48.150,00	\$ 4.815.000,00
NEW 4312	4,14	Aplicación De Químico de coagulante	kg	100,00	\$ 19.976,00	\$ 1.997.600,00
NEW 4310	4,15	Aplicación De Químico Hipoclorito De Sodio	und	22,00	\$ 30.490,00	\$ 670.780,00
	5.00	Actividades Electricas PTAP			SUBTOTAL	\$ 21.550.953,00
3199	5,01	Excavacion A Mano En Material Comun	m³	45,20	\$ 72.332,00	\$ 3.269.406,00
4056	5,02	Canalización Ducto Conduit Pvc 3/4", Zona Blanda. Incluye Cinta De Prevención Y Arena Lavada De Río.	m	100,00	\$ 28.679,00	\$ 2.867.900,00
3291	5,03	Relleno De Excavacion Con Material Local Compactado	m³	37,60	\$ 42.443,00	\$ 1.595.857,00
4074	5,04	Acometida Subterranea En Cable De Cobre Aislado 3x10 Awg Thhn/Thwn-2 600 V 90°C Suministro E Instalacion	m	100,00	\$ 29.382,00	\$ 2.938.200,00
4288	5,05	Variador De Ca De Propósito General De 10 Hp, 30 A, 200-240 V, Entrada/Salida Trifásica, Filtro Emc, Transistor De Freno Interno, Ip20. Suministro E Instalación.	und	1,00	\$ 8.610.644,00	\$ 8.610.644,00
4289	5,06	Tablero De Protecciones Bifásico De 8 Circuitos Con Puerta. Suministro E Instalacion	und	1,00	\$ 457.898,00	\$ 457.898,00
4062	5,07	Punta Captora En Aluminio 5/8" X 0.6 M Con Base. Suministro E Instalacion	und	1,00	\$ 223.477,00	\$ 223.477,00
4064	5,08	Varilla De Puesta A Tierra Copperweld 5/8"X2.4 M Para Bajantes Del Sistema De Apantallamiento. Incluye: Suelo Artificial, Soldadura Exotérmica, Cable De Cobre Desnudo Awg Nº 2. Suministro E Instalacion	und	1,00	\$ 1.009.571,00	\$ 1.009.571,00
4049	5,09	Alambren En Aluminio De 8 Mm Para Apantallamiento. Incluye: Aislador De Soporte Y Sujeción A Muro/Techo Tipo Dehnsnap O Similar. Suministro Y Tendida	m	16,00	\$ 36.125,00	\$ 578.000,00
Valor en letras: TRESCIENTOS CUARENTA Y UN MILLONES OCHOCIENTOS SESENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CUATRO PESOS MTCE			1. TOTAL COSTO DIRECTO INCLUYE AIU (34.5%)		\$ 341.861.444,00	
			2. AJUSTE AL PESO			
			3. VALOR TOTAL		\$ 341.861.444,00	

Nota: Presupuesto general de obra, con unitarios y unidad de medida.

En la figura 22, se presenta el presupuesto general de la obra donde de acuerdo a cada actividad se puede observar el material o equipos que se va a utilizar con su respectiva unidad de medida y costo

De acuerdo al presupuesto general se tiene el valor unitario de cada actividad con sus materiales y de allí se calcula la cantidad de material necesaria para poder calcular la cantidad exacta a usar.

Calculo de cantidad de material para la actividad Pañete impermeabilizado muros 1:3 espesor de 2cm.

Datos tomados	Actividad: Pañete imperm. 1:3, espesor 2 cm
	Área: 84,6 m ²
	Espesor: 0,02m
	Volumen pañete: $84,5 \times 0,02 = 1,692 \text{ m}^3$

Porcentajes de desperdicio tomados en obra.

- Cemento: +5%
- Arena: +5%
- Agua 5%

Cemento con 5%

- Masa = $609 \times 1,05 = \approx 640 \text{ kg} \rightarrow \text{bolsas} = 640/50 = 12,8 \rightarrow 13 \text{ bolsas}$
- **Arena con 5%**
- Volumen = $1,269 \times 1,05 = \approx 1,332 \text{ m}^3 \rightarrow \text{masa} \approx 1,332 \times 1600 = \approx 2.131 \text{ kg} (\approx 2,13 \text{ t})$

Agua con 5%

- Volumen = $305 \times 1,05 = \approx 320 \text{ L}$

Tabla 1. Cálculo cantidad de mortero para pañete impermeabilizado.

Material	Cantidad calculada	Con desperdicio (+5%)
Cemento	609 kg (12,2 bolsas)	≈ 640 kg → 13 bolsas de 50 kg
Arena	1,269 m ³	≈ 1,332 m ³ (≈ 2,13 t)
Agua	305 L	≈ 320 L
Volumen de pañete	1,692 m ³	—

El cálculo de materiales para la actividad de pañete impermeabilizado en muros con relación 1:3 y espesor de 2 cm permitió determinar de manera precisa las cantidades necesarias de mortero y agua, considerando además un porcentaje de desperdicio del 5%. Este cálculo contribuye a una mejor planificación de la obra, optimiza la compra de materiales y mejora el control presupuestal, asegurando un uso eficiente de los recursos y una ejecución más ordenada del mantenimiento de los muros.

Calculo cantidad de material y desperdicio para la actividad Tubería presión PVC RDE 21 3". Suministro e instalación.

Tabla 2. Calculo cantidad de tubería incluyendo desperdicio.

Cálculo de cantidades de material y desperdicio – Tubería PVC Presión RDE 21 de 3" (12 m)		
Concepto	Valor	Unidad
Long. neta requerida	12	m
Desperdicio	5%	%
Longitud con desperdicio	12,6	m
Long estanda tubería	6	m
Número longitudes a comprar	(3 tramos x 6 metros)=18	und
Metros totales a comprar	18	m

El análisis de cantidades para la instalación de tubería PVC presión RDE 21 de 3" permitió determinar que, aunque la obra requiere 12 metros de tubería, al incluir un 5 % de desperdicio, la longitud total necesaria asciende a 12,6 metros. Dado que la tubería se comercializa en tramos estándar de 6 metros, se requieren 3 longitudes para garantizar la disponibilidad de material suficiente durante la instalación. Este ajuste asegura la continuidad del trabajo, evita retrasos por falta de material y minimiza riesgos de pérdidas por cortes, empalmes y maniobras durante la obra.

Calculo de las cantidades de material a usar en obra incluyendo desperdicio de la actividad alambrón en aluminio de 8 mm para apantallamiento. incluye: aislador de soporte y sujeción a muro/techo tipo dehnsnap o similar.

Tabla 3. Calculo cantidad de alambrón.

Cálculo de cantidades de material y desperdicio - Alambrón En Aluminio De 8 Mm Para Apantallamiento.		
Concepto	Valor	Unidad
Alambrón aluminio D/8 mm	16	m
Desperdicio	5	%
Longitud con desperdicio	16,8	m
Masa estimada (sin desperdicio)	2,17	kg
Masa estimada (con desperdicio)	2,28 aprox 2,3	kg
Abrazaderas/anclajes	9	und
Terminales extremos	2	und

El cálculo de cantidades para el alambión de aluminio de 8 mm destinado al apantallamiento permitió establecer que, para cubrir los **16 metros** requeridos en la obra, es necesario considerar un **5 % de desperdicio**, lo que lleva la longitud total a **16,8 m**, recomendándose redondear a **17 m** o adquirir un rollo comercial de 20 m para garantizar continuidad y evitar empalmes innecesarios. Además, se determinó la necesidad de **9 soportes/aisladores**, junto con los accesorios de fijación y terminación correspondientes, asegurando una instalación adecuada y técnicamente estable.

Una de las tareas realizadas en oficina fue el apoyo en la elaboración del análisis de precios unitarios. contribuyendo en la recolección de información referente a materiales, equipos y mano de obra necesaria para cada actividad. Apoyé la estimación de costos, el análisis comparativo de precios, la revisión de cantidades y la actualización de valores conforme a condiciones de mercado.

Figura 23. APU extracción de tubería de producción.



ANALISIS UNITARIOS					Hoja No. 5
CAPITULO 2 Optimizacion pozo profundo		SUBCAPITULO Optimizacion pozo profundo			
Vereda Monterralo.		2.01 Extraccion de tuberia de produccion, incluye el equipo de bombeo y cableado (Incluye reinstalación) UNIDAD m FECHA 14/04/2025			
PROPONENTE					
Materiales					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
				0.00	
Equipos					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
CAMION GRUA HIDRAULICA PARA POSTES	h	0.1100	237,593.00	26,135.00	
HERRAMIENTA MENOR 10% M.O PAm-3	%	0.2963	7,387.00	2,189.00	
				28,324.00	
Mano de Obra					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
CUADRILLA PAm-3 (POZOS PROFUNDOS)	hh	0.2963	73,875.00	21,889.00	
				21,889.00	
Transporte					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
				0.00	
			Total Directos:	50,213.00	
Costos Indirectos					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
.Administracion	%	28.5000	50,213.00	14,311.00	
.Imprevistos	%	1.0000	50,213.00	502.00	
.Utilidad	%	5.0000	50,213.00	2,511.00	
				17,324.00	
Redondeo :				0	
Valor Unitario Total				67,537.00	

Nota: APU para la actividad de extracción de tubería.

Figura 24.



ANALISIS UNITARIOS					Hoja No. 17
CAPITULO 3 Actividades tanque de almacenamiento					SUBCAPITULO Actividades tanque de almacenamiento
Vereda Monterralo.		3.03 Pañete impermeabilizado muros 1:3 espesor de 2cm			
		UNIDAD m2			
		FECHA 14/04/2025			
PROPONENTE					
Materiales					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
MORTERO IMPERMEABILIZADO 1:3 (DESPERDICIO 5%)	m ³	0.0250	1,005,391.00	25,135.00	
				25,135.00	
Equipos					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
ANDAMIO MULTIDIRECCIONAL CERTIFICADO 4M	h	0.2880	7,014.00	2,020.00	
HERRAMIENTA MENOR 10% M.O. AA	%	0.4900	3,461.00	1,696.00	
				3,716.00	
Mano de Obra					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
CUADRILLA AA (ALBAÑILERIA)	hh	0.4900	34,607.00	16,957.00	
				16,957.00	
Transporte					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
				0.00	
Total Directos:				45,808.00	
Costos Indirectos					
Nombre	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Vr.Parcial	
.Administracion	%	28.5000	45,808.00	13,055.00	
.Imprevistos	%	1.0000	45,808.00	458.00	
.Utilidad	%	5.0000	45,808.00	2,290.00	
				15,803.00	
Redondeo :				0	
Valor Unitario Total				61,611.00	

Nota: Apu para pañete impermeabilizante.

Con el calculo del valor del pañete por metro cuadrado nos da la base para iniciar al calcular la cantidad y valor de material y de desperdicio, se procede a multiplicar el valor unitario por la cantidad a pañetar y después se determina cantidad incluyendo desperdicio.

Objetivo 3. Revisar la correcta ejecución de las especificaciones técnicas en obra, así como la calidad de los materiales empleados en la adecuación y mejoramiento del acueducto.

Se realizó las especificaciones técnicas de las actividades que se van a ejecutar en el proyecto y también de los materiales que se usaron, estas especificaciones incluyen de manera detalla características, requisitos, procesos constructivos de acuerdo con la norma, garantizando así que el sistema funcione adecuadamente y cumpla con las normas técnicas vigentes.

Del presupuesto y de la programación se sacaron los procesos constructivos y los materiales a usar para realizar los documentos de las especificaciones técnicas.

Estas directrices aseguran que los trabajos se realicen con calidad, seguridad y conforme a los estándares establecidos en el proyecto. Además, permiten unificar criterios entre todos los participantes, evitando errores, sobrecostos y retrabajos.

Especificaciones actividades pozo profundo.

En Colombia el decreto 1575 de 2007 regula el mantenimiento de pozos profundos para la captación de aguas subterráneas, este decreto establece que los pozos profundos deben lavarse y desinfectarse antes de entrar en funcionamiento. También se tiene para el lavado de pozos profundos en acueductos el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico

(RAS), en la resolución 0330 2017 y sus actualizaciones como la resolución 799 del 2021, que definen los requisitos técnicos para diseño, operación y mantenimiento, incluyendo protocolos de lavado y mantenimiento para remover sedimentos y biopelículas, usando velocidades específicas y asegurando la calidad del agua, buscando la limpieza profunda y la remoción de depósitos con flujo controlado para mantener la calidad del suministro.

Para la desinfección se emplean soluciones de hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio, por ser desinfectantes de alta eficiencia y amplia disponibilidad. La concentración recomendada para la cloración de choque es de 50 ppm de cloro libre, con un tiempo mínimo de contacto de 24 horas, asegurando que el agente químico recorra y actúe sobre toda la columna de agua, tuberías y superficies internas del pozo. En casos donde el cloro residual al finalizar este periodo sea inferior a 0,4 mg/L, se debe repetir el procedimiento con una concentración de 25 ppm adicionales, tal como contempla la normativa sectorial. Antes de aplicar el producto químico, se realiza una limpieza mecánica previa para remover lodos o sedimentos que puedan disminuir la eficacia de la desinfección.

El procedimiento incluye la preparación de la solución clorada en las cantidades calculadas de acuerdo con el volumen de agua contenido en el pozo, para posteriormente introducirla en la estructura y promover su mezcla mediante recirculación o agitación. Una vez aplicado el desinfectante, el pozo se sella y se mantiene en reposo durante el tiempo de contacto establecido. Transcurrido este periodo, se lleva a cabo un lavado mediante bombeo continuo hasta que se elimine el exceso de cloro y se alcance un nivel de cloro residual adecuado para el sistema de distribución. Durante todo el proceso se emplean equipos de protección personal y se implementan medidas de seguridad para el manejo de sustancias químicas, evitando riesgos para el personal y el ambiente.

Figura 25. Limpieza y desarrollo del pozo profundo con compresor.



Nota: La limpieza y desarrollo de pozos profundos con compresor, usando el método de (bombeo con aire comprimido) o soplado.

Instalación electrobomba sumergible tipo lapicero.

La instalación de la electrobomba sumergible tipo lapicero debe realizarse siguiendo criterios que garanticen su funcionamiento continuo y seguro dentro del pozo. Antes del montaje, se verifica que el equipo cumpla con la capacidad hidráulica requerida, incluyendo caudal, presión de operación y potencia eléctrica necesaria, de acuerdo con las condiciones específicas del sistema de captación. También se revisa el estado físico de la bomba, protecciones eléctricas y accesorios de sujeción para asegurar que se encuentre en óptimas condiciones antes de descenderla al pozo.

Durante el proceso de instalación, se emplean tuberías y cables certificados para operación sumergida, garantizando resistencia mecánica y compatibilidad eléctrica con el equipo. El cableado debe sujetarse adecuadamente a la línea de descarga mediante abrazaderas espaciadas regularmente para evitar daños por fricción o esfuerzos durante el descenso. Asimismo, se asegura que las

uniones de la tubería de impulsión se encuentren firmes y herméticas para evitar pérdidas o vibraciones que puedan afectar el rendimiento del sistema.

Finalmente, se ejecutan pruebas de funcionamiento para comprobar que el equipo opere dentro de los parámetros de diseño. Se evalúa presión, caudal, consumo eléctrico y comportamiento general de la bomba, confirmando que no existan fugas, ruidos anormales o fluctuaciones en el suministro. Tras superar las verificaciones, el sistema queda habilitado para su operación regular.

Como resultado de la instalación de la electrobomba sumergible, se espera que el sistema de captación funcione de manera estable y continua, garantizando un suministro de agua acorde con los caudales y presiones establecidos en el diseño hidráulico. La bomba debe operar sin fluctuaciones eléctricas, vibraciones inusuales o ruidos que indiquen fallas mecánicas, confirmando que la instalación se ejecutó con los criterios técnicos adecuados. En primer lugar, es fundamental verificar la compatibilidad entre el diámetro del pozo y las dimensiones de la bomba, comprobando que exista un espacio libre suficiente para su descenso y operación sin fricciones. Asimismo, debe definirse la profundidad de instalación con base en el nivel estático y dinámico del agua, evitando ubicar el equipo demasiado cerca del fondo para impedir la aspiración de sedimentos. Otro criterio esencial es el manejo adecuado de la bomba durante su instalación. El equipo debe bajarse de manera controlada mediante sistemas de izaje que garanticen una manipulación segura y estable. Se debe supervisar que la bomba mantenga una alineación correcta durante el descenso y que quede fijada adecuadamente en el cabezal del pozo para evitar vibraciones, movimientos no deseados o daños en la infraestructura.

Figura 26. Instalación electrobomba sumergible tipo lapicero



Nota: en la Figura se observa la instalación bomba sumergible para al pozo profundo.

Especificaciones técnicas instalación 23 metros tubería PVC 3”.

Material y calidad: Especificaciones dentro del RAS (0330 del 2017 y resolución 799 del 2021) y la NTC 1500, que se alinean con normas internacionales (ISO, ASTM) para PVC, enfocándose en resistencia química y mecánica.

La tubería de PVC presión RDE 21 de 3 pulgadas deberá cumplir con las normas técnicas nacionales e internacionales establecidas para la conducción de agua potable y líneas de impulsión. El material debe ser fabricado en policloruro de vinilo rígido (PVC) de alta resistencia, libre de impurezas, defectos superficiales y deformaciones que afecten su desempeño estructural. El proveedor deberá garantizar que el producto cumpla con las normas NTC 382 y ASTM D2241, asegurando que la relación entre el espesor de pared y el diámetro exterior corresponda a la clasificación RDE 21, apta para operar bajo presiones de trabajo cercanas a los 100 psi.

Cada tubería deberá presentar un diámetro nominal de 3”, con espesor uniforme y superficie interna lisa que facilite el flujo hidráulico y minimice pérdidas por fricción. La tubería debe ser

resistente a la corrosión, a la acción química del agua y al desgaste ocasionado por el uso continuo. Deberá ser apta para instalaciones enterradas, soportando cargas del terreno y variaciones moderadas de temperatura sin comprometer su integridad estructural. El fabricante deberá entregar fichas técnicas actualizadas donde se especifiquen dimensiones, tolerancias, presión nominal y características de desempeño del producto.

Las uniones entre tramos deberán realizarse mediante campana con junta elástica certificada o mediante extremos lisos para cementación, según lo requiera el diseño del proyecto. Los empaques o adhesivos deberán ser productos aprobados para uso en sistemas hidráulicos de agua potable. Todas las conexiones deben garantizar hermeticidad total y resistencia mecánica suficiente para evitar fugas, desprendimientos o fallas durante la operación. Es responsabilidad del proveedor asegurar la compatibilidad entre tubería, accesorios y sistemas de unión.

La tubería deberá suministrarse en tramos rectos, correctamente rotulados con información del fabricante, lote, norma aplicable, diámetro y presión de trabajo. Los productos deberán entregarse en óptimas condiciones, sin exposición prolongada al sol que pueda deteriorar el material, libres de grietas, golpes o deformaciones. Así mismo, el transporte y almacenamiento deberán garantizar la estabilidad física de los tramos y evitar daños antes de la instalación.

Figura 27.





Nota: En la imagen se observa la verificación e instalación de la tubería de 3"

Figura 28.



Nota: Retiro tubería PVC 3" que no cumple con la norma y con los criterios de especificaciones técnicas.

Especificaciones construcción placa de fondo o base de concreto impermeabilizado.

Para el cumplimiento de esta especificación el contratista debió realizar la construcción de la placa de fondo del tanque de almacenamiento del sistema de acueducto de Monterralo, realizando primero la medición previa del área que se va a intervenir, con la especificación del sector de la memorias de cálculo.

El procedimiento debe ejecutarse con las normas de seguridad aplicables, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas.

El supervisor y/o interventor comprobará estas ubicaciones y podrá supeditar el progreso de los trabajos a los resultados de estas comprobaciones, lo cual, en ningún caso, librará al contratista de su total responsabilidad, ni en cuanto a la correcta configuración de las obras, ni en relación con el cumplimiento de los plazos parciales. El contratista, en todos los casos, debe efectuar la actividad con la mayor exactitud, empleando para esto el personal idóneo en materia y equipos necesarios.

Para evaluar la trabajabilidad del concreto diseñado a 3000 psi (210 kg/cm²) se realizó la prueba de asentamiento mediante el método del Cono de Abrams. La toma de muestra se efectuó directamente después del mezclado, llenando el molde en tres capas compactadas con 25 golpes uniformes cada una. Posteriormente, el cono fue retirado de manera vertical y continua, midiendo la diferencia en altura entre el molde y la parte superior del concreto fresco. El resultado obtenido fue un asentamiento de 75 mm, valor que se considera óptimo dentro del rango recomendado (50–100 mm) para concretos estructurales con aplicación mediante vibrado. La mezcla presentó cohesión adecuada, sin evidencia de segregación ni sangrado superficial, lo que indica que la relación agua/cemento y la granulometría de los agregados fueron apropiadas para alcanzar la resistencia especificada. Con este resultado se espera que el concreto mantenga su desempeño mecánico y logre la resistencia aproximada de 3000 psi a 28 días bajo un correcto proceso de curado.

Figura 29.

Nota: Realización prueba asentamiento por el método del cono de Abrams.

Revisión especificaciones técnicas en obra.

Revisión de las especificaciones técnicas en obra para verificar que cada actividad ejecutada, los materiales utilizados y los procedimientos aplicados cumplan con los requisitos establecidos en los documentos técnicos del proyecto, garantizando que la construcción se realice conforme a los estándares de calidad, seguridad y normatividad vigente, y asegurando así la correcta funcionalidad y durabilidad de la infraestructura.

Se hizo la verificación de los procesos constructivos y de los materiales de acuerdo a la norma para cada actividad, esto es muy importante para poder garantizar que el proyecto tendrá un tiempo de duración adecuado sin que se presenten futuras fallas por algún mal procedimiento o defecto de algún material.

Figura 30.

Verificación instalación válvula.



Se realizó la verificación de la instalación de la válvula y la verificación de la tubería de que cumplieran con las especificaciones técnicas y que estuviera en funcionamiento. También se hizo la verificación y el seguimiento al proceso constructivo de la caja de protección de la válvula, que cumpliera con los parámetros y medidas establecidos.

La instalación de la válvula deberá ejecutarse conforme a las normas técnicas aplicables y a las recomendaciones del fabricante, con el fin de asegurar su funcionamiento óptimo y prolongar su vida útil dentro del sistema hidráulico. Antes del montaje, se debe verificar que el modelo, diámetro nominal, presión de trabajo y material de la válvula correspondan a los requerimientos del diseño y sean compatibles con la línea donde será incorporada.

Figura 31.

Torre aireación.



Se realizó seguimiento de la construcción de la torre de aireación para que cumpliera con las especificaciones técnicas establecidas.

La estructura principal es de plástico reforzado con fibra de vidrio de alta resistencia, la torre de aireación consiste en 5 bandejas. Está conformada por una estructura en plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con varias bandejas rellenas de material plástico tipo pall ring que favorecen el contacto aire-agua. Su construcción incluye cimentación en concreto, conexiones hidráulicas en PVC de presión y recubrimiento protector contra la intemperie. Además, cuenta con vertedero de aforo para control de caudal, escalera de acceso y elementos de seguridad para mantenimiento.

Objetivo 4. Seguimiento de la seguridad y salud en el trabajo.

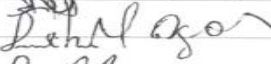
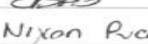
Para este objetivo se hizo el seguimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo, esto a través de la implementación del uso de los elementos de protección personal y de la señalización de las áreas de trabajo y sus alrededores.

Se realizó el seguimiento con formatos de control de acuerdo con las actividades que se estuvieran ejecutando.

Planilla evidencias control elementos seguridad y salud en el trabajo.

Figura 32.

PROYECTO: MANTENIMIENTO Y ADECUACIÓN DEL E SISTEMA DE ACUEDUCT DE MONTEPALLO

NOMBRE	CEDULA	FIRMA
Dustit cefrial	52345516	Dustit
Solimar Garcia	116862457	
Dayan Ramirez	96195649	
Fabio Leon	13268655	Fabio Leon
Irni Saul Molina	15792079	Javier Urstel
Javier Uriel Garcia	1115191119	Javier Garcia
Aniley M. Est. Lozada	90191300	
America Blanco Navero	1116782505	
Patricia Honquera Davila	1174570063	
Nixon Puerta	11.161774261	Nixon Puerta
Alejandro Moaiguirra	11.19310380	Alexander
Cielo Otos	1120860002	Alexander
Luz Catalina Ones O.	1116801020	

Email gose@gobierno.aguazul-casanare.gov.co

Nota: Planilla de asistencia a charla de elementos protección personal.

Figura 33.



Nota: Charla importancia elementos protección personal y Pausa activa.

Durante la ejecución de las labores en campo se desarrollaron espacios de capacitación destinados a resaltar la importancia del uso permanente y adecuado de los elementos de protección personal. En estas charlas se explicó el propósito de cada equipo de seguridad, detallando cómo su correcta utilización contribuye a minimizar riesgos y a mantener condiciones seguras en el entorno de trabajo. También se recordó al personal que la protección individual es un compromiso continuo y parte esencial de las buenas prácticas en obra.

De manera complementaria, se realizaban pausas activas orientadas a promover el bienestar y la salud física de los trabajadores. Esta actividad incluyó una serie de ejercicios suaves de estiramiento y movilidad articular, diseñados para disminuir la tensión muscular, mejorar la postura y prevenir molestias asociadas a esfuerzos repetitivos. Las pausas activas permitieron que el equipo retomara sus actividades con una mayor sensación de descanso.

Tanto las charlas sobre elementos de protección personal como la pausa activa formaron parte de las acciones implementadas para fortalecer la cultura de autocuidado dentro del proyecto.

Estas actividades contribuyen a crear un ambiente laboral más seguro, saludable y productivo, alineado con las recomendaciones de seguridad industrial y salud en el trabajo exigidas para este tipo de proyectos.

Figura 34.

Botiquín en el área de trabajo.



La presencia de un botiquín en una obra es fundamental para atender de manera inmediata cualquier incidente menor que pueda presentarse durante la jornada laboral. Contar con los elementos básicos de primeros auxilios permite actuar rápidamente ante cortaduras, golpes, torceduras o malestares, reduciendo el riesgo de que una situación sencilla evolucione a una complicación mayor. Su disponibilidad asegura una respuesta oportuna mientras se coordina la atención médica especializada, cuando esta sea necesaria.

Además, el botiquín representa una medida preventiva esencial dentro del sistema de seguridad y salud en el trabajo, ya que promueve una cultura de autocuidado y preparación ante

emergencias. Mantenerlo equipado, visible y accesible contribuye a que los trabajadores se sientan respaldados y protegidos, mejorando el ambiente laboral y fortaleciendo los protocolos de seguridad establecidos en la obra. Su correcta gestión refleja el compromiso del proyecto con la protección y el bienestar del personal.

Matriz de riesgo.

Peligro identificado	Probabilidad	Consecuencia	Nivel de Riesgo	Color de Riesgo	Controles aplicados
Ingreso a espacio confinado	Media	Alta	Alto	 Rojo	Permiso de trabajo, ventilación, medición de gases, asistencia externa
Caída al interior o al borde del tanque	Media	Media	Medio – Alto	 Naranja	Línea de vida, arnés, barandas temporales
Contacto con residuos o lodos contaminantes	Media	Media	Medio	 Amarillo	Guantes, botas, overol impermeable, lavado posterior
Exposición a vapores o falta de oxígeno	Baja	Alta	Alto	 Rojo	Ventilación forzada, monitoreo atmosférico continuo
Deslizamientos por piso húmedo	Alta	Baja	Medio	 Amarillo	Demarcación, limpieza constante, calzado antideslizante
Golpes o lesiones por herramientas	Baja	Media	Bajo	 Verde	Manipulación adecuada, supervisión y orden en área de trabajo

En la matriz de riesgos, los colores cumplen la función de identificar de manera visual el nivel de peligrosidad asociado a cada actividad evaluada dentro del proceso. El color rojo representa un riesgo alto o crítico que exige intervención inmediata, seguido del naranja que corresponde a un nivel medio-alto donde se requieren controles constantes. El amarillo indica riesgo moderado que debe mantenerse bajo vigilancia preventiva, mientras que el color verde

refleja un riesgo bajo y aceptable bajo condiciones operativas normales. Esta clasificación facilita la toma de decisiones oportunas y el establecimiento de medidas de seguridad adecuadas para prevenir incidentes laborales.

El objetivo de la realización de la matriz de riesgo es determinar el nivel de riesgo para establecer medidas preventivas que reduzcan incidentes durante el desarrollo de las actividades. Mediante esta clasificación, es posible priorizar los riesgos con mayor impacto y definir controles adecuados. Mediante esta clasificación, es posible priorizar los riesgos con mayor impacto y definir controles adecuados. Los resultados obtenidos en la matriz de riesgo aplicada al lavado del tanque de almacenamiento permitieron identificar los peligros más relevantes asociados a la actividad, destacándose el trabajo en espacios confinados, la posible exposición a residuos contaminantes y el riesgo de caídas por superficies húmedas. Al evaluar la probabilidad y la severidad de cada evento, se determinó que algunos riesgos se clasificaron como moderados a altos, por lo que requerían la implementación de controles directos como ventilación adecuada, uso obligatorio de EPP y supervisión continua. En general, el análisis permitió priorizar acciones preventivas, reduciendo la posibilidad de accidentes y garantizando un desarrollo más seguro de la labor. Como resultado, las medidas adoptadas contribuyeron al control eficiente de los riesgos y al cumplimiento de los protocolos de seguridad establecidos.

El análisis muestra que los riesgos más críticos se asocian al trabajo en espacio confinado y a la posible acumulación de gases, ambos clasificados como alto riesgo, lo que exigió controles estrictos y supervisión permanente. En términos generales, la implementación de medidas preventivas redujo la probabilidad de incidentes, permitiendo desarrollar la actividad con condiciones seguras y controladas.

Conclusiones.

Del total de trabajadores evaluados en el proyecto, se identificó que aproximadamente el 70 % no utilizaba de forma adecuada los elementos de protección personal, mientras que solo un 30 % cumplía con las medidas establecidas. Esto generó un nivel de riesgo intermedio, ya que el porcentaje de incumplimiento aumentaba la probabilidad de incidentes, aunque sin llegar a representar un peligro alto. Estos resultados demuestran la necesidad de fortalecer los controles y las actividades de sensibilización en seguridad industrial.

Para el cálculo del desperdicio de materiales en el proyecto se aplicó casi de manera general un porcentaje del 5 %, considerado suficiente para prevenir excesos en el consumo y mantener un control adecuado sobre los recursos. Este valor permitió estimar de manera técnica y razonable las posibles pérdidas durante la ejecución, evitando proyectar un desperdicio exagerado que pudiera elevar innecesariamente los costos de la obra.

El desarrollo del proyecto presentó un retraso aproximado de 16 días, equivalente al 9,6 % del tiempo total programado. Este incumplimiento en el cronograma se originó principalmente porque, al tratarse de un contrato de obra pública ejecutado mediante dos desembolsos, el segundo giro presentó demoras que afectaron la continuidad de las actividades. Adicionalmente, la pérdida de una herramienta y algunos equipos generó días adicionales de inactividad, contribuyendo al retraso acumulado en la ejecución de la obra.

Recomendaciones.

Generar la sana convivencia y la buena comunicación entre el personal que labora en el proyecto, ya sea que la mano de obra sea calificada o no, esto con el fin de que al momento de desarrollar las actividades las especificaciones del proyecto sean las indicadas de acuerdo con los planos y estudios previos.

La utilización de especificaciones técnicas en una obra es fundamental porque permite establecer criterios claros y precisos para la ejecución de cada actividad, asegurando que los materiales, procesos y resultados cumplan con los estándares de calidad, seguridad y normatividad aplicables. Su correcta aplicación facilita el control y seguimiento de la obra, reduce errores, retrabajos y costos adicionales, y garantiza que la infraestructura construida sea funcional, segura y duradera, cumpliendo con los objetivos del proyecto y las expectativas del cliente o entidad contratante.

Es importante tener el área de trabajo aseada, ya que eso permite una buena imagen de todo proyecto, por eso es de vital importancia al finalizar cada actividad o al terminar la jornada diaria jornadas de aseo que garanticen un espacio limpio y sano.

Bibliografía.

- Almela JA (1962) Descripción de la octava maravilla del mundo que es la Excelente y Santa Casa de San Lorenzo, El Real, Monasterio. En: De Andrés G (ed) Documentos para la historia del Monasterio de San Lorenzo El Real de El Escorial, vol 6. Imprenta Saez, Madrid
- Ángel, R. F. M. (2024). *Adecuación del plan de mantenimiento de las redes acueducto y alcantarillado, para el municipio de Apia, Risaralda*. Repositorio de la Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/cf925e47a68a-41a5-a8fe-aeb849545833/full>
- Araujo, P. y FRAQUELLI G. (2011). "Costs and structure of technology in the Italian water industry", *Empírica*
- Banco Mundial. (2019). *Infraestructura para el Desarrollo: Impacto Económico y Social de la Construcción de Obras Públicas*
- Bolaños Portilla, Isabel Cristina, and Inés Restrepo-Tarquino. *Adaptación a la variabilidad climática como estrategia para la regulación de los servicios hidrológicos en microcuencas abastecedoras de acueductos rurales*. Universidad del Valle, 2022. *Digitalia*
- BOSCH FUENTES, P.; RECIO VILLA, I. A. Calibración y simulación del sistema fuente para abasto de agua del acueducto El Gato. **Ingeniería Hidráulica y Ambiental**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 101–115, 2014.
- BOSCH FUENTES, Patricia y RECIO VILLA, Iosvany Alberto. Calibración y simulación del sistema fuente para abasto de agua del acueducto El Gato. *Cámara de Comercio de Casanare*. (2021). *Presentación aportes PDM Aguazul*.

EcuRed. (s. f.). *Aguazul (Colombia)*.

Geodatos. (s. f.). *Aguazul, Casanare - Colombia*.

International Organization for Standardization. (2015). ISO 9001:2015 Quality management systems – Requirements

LDANA, M. J.; LÓPEZ, F. S. Water Distribution System of Bogotá City and Its Surrounding Area, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá – EAB E.S.P. **Procedia Engineering**, [s. l.], v. 186, p. 643–653, 2017. DOI 10.1016/j.proeng.2017.03.281.

Disponível em:

López Cualla, R.. *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2003. *Digitalia*

M. Jiménez Aldana, Acueducto de Bogotá, La Sectorización Hidráulica como estrategia de control de pérdidas en sistemas de acueducto (2002)

Magaly Amoros Nuñez Padilla, Yoany Sánchez cruz. *Gestión de acueducto y alcantarillado mediante sistemas de información geográfica*. Dic 2012

MEDINA , Miguel Eduardo y PEREZ MONTILLA, María Alejandra. Demanda de agua urbana: acueducto Metropolitano de Mérida. Algunas reflexiones sobre el valor de la demanda. *Ing. hidrául. Ambient*

MEDINA PADILLA, M. E.; PÉREZ MONTILLA, M. A. Demanda de agua urbana: acueducto Metropolitano de Mérida. Algunas reflexiones sobre el valor de la demanda. **Ingeniería Hidráulica y Ambiental**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 92–103, 2022.

Disponível em:

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2021). *Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2020*

Organización Mundial de la Salud. (2004). Directrices para la calidad del agua potable (Volumen 1)

Organización Panamericana de la Salud. (2008). Guía para la supervisión técnica de proyectos de agua potable

Sears, G. A., Sears, S. K., & Clough, R. H. (2018). *Construction Project Management: A Practical Guide to Field Construction Management*. John Wiley & Sons.

Tchikine A (2020) Tecnología de grandeza: acueductos de la época moderna temprana en Portugal. En: Rodrigues AD, Marín CT (eds.) La historia de la gestión del agua en la Península Ibérica entre los siglos XVI y XIX. Birkhauser, Basilea, pp. 139-158

Anexos.



Pamplona, 21 de septiembre de 2025

Señores
COMITÉ DE TRABAJO DE GRADO
Programa de Ingeniería Civil
Facultad de Ingenierías y Arquitectura
Universidad de Pamplona

Referencia: **TRABAJO DE GRADO**

Asunto: **ENTREGA DE INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO**

Cordial saludo

Con la presente, me permito avalar la entrega del informe final de trabajo de grado titulado **“PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE EN LA ADECUACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTOS DE LOS CENTROS POBADOS DE (MONTERRALO Y FLOR AMARILLO) DEL MUNICIPIO DE AGUAZUL-CASANARE”**, el cual fue desarrollado por el estudiante **VICTOR JULIAN MARTINEZ AREVÁLO** identificado con código 1116551736, bajo la dirección de la docente Doralba Carrillo Bayona.

Por lo tanto, se deja a consideración del Comité y de los jurados para su revisión. Se queda atento a las observaciones que se estimen convenientes.

Cordialmente:

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'D. Bayona'.

Ing. Doralba Carrillo Bayona
Directora

Apéndices



SECRETARIA DE INFRAESTRUCTURA
ANEXO – ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARTICULAR		
1. GENERALIDADES		
CAPITULO 300. Actividades en red de aducción		
ÍTEM.	Concreto 3000 Psi 210 Kg/cm ² (Básico, 5% desperdicio)	UND
310		m3
2. DESCRIPCIÓN		
Comprende las actividades necesarias para la construcción de Las zapatas de cimentación en concreto de las torres de apoyo nuevas en tubería estructural de 4" que se ubican sobre la red de aducción para brindarle soporte a la tubería de polietileno, de conformidad con los lugares y áreas señaladas en el proyecto. Elementos clave de la actividad: Evaluación Inicial: Antes de iniciar la actividad, se realiza una evaluación de las superficies indicadas en las memorias de cálculo del ítem para corroborar sus medidas. Esta evaluación inicial ayuda a planificar la actividad de manera adecuada. La actividad es un proceso esencial para garantizar que la ejecución de este ítem se realice de manera ordenada y segura, cumpliendo con los estándares de calidad.		
3. PROCESO DE EJECUCIÓN		
El contratista debe realizar la construcción de Las zapatas de cimentación en concreto de las torres de apoyo nuevas en tubería estructural de 4" que se ubican sobre la red de aducción para brindarle soporte a la tubería de polietileno del sistema de acueducto del centro poblado de Monterralo, realizando primero la medición previa del área que se va a intervenir, con respecto a la especificación del sector en las memorias de cálculo. El procedimiento debe ejecutarse con las normas de seguridad aplicables, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas. El supervisor y/o interventor comprobará estas ubicaciones y podrá supeditar el progreso de los trabajos a los resultados de estas comprobaciones, lo cual, en ningún caso, librerá al contratista de su total responsabilidad, ni en cuanto a la correcta configuración de las obras, ni en relación con el cumplimiento de los plazos parciales. El contratista, en todos los casos, debe efectuar la actividad con la mayor exactitud, empleando para esto el personal idóneo en materia y equipos necesarios.		
4. ENSAYOS A REALIZAR		
Los que se estipulen según la normatividad para comprobar la resistencia de los concretos.		
5. MATERIALES		
Agua para obra Arena lavada de río Cemento gris Triturado de 1/2" - 3/4"		
6.EQUIPOS		
Mezcladora de 9 ft Herramienta menor		
7. DESPERDICIO Y MANO DE OBRA.		





ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARTICULAR		
1. GENERALIDADES		
CAPITULO 400. Actividades en desarenador		
ÍTEM.	Impermeabilización con mortero acrílico reforzado con fibras para tanques y piscinas e= 2. mm	UND
402		m2
2. DESCRIPCIÓN		
Comprende las actividades necesarias para realizar la Impermeabilización con mortero acrílico de todas las paredes y la placa de fondo del desarenador, de conformidad con los lugares y áreas señaladas en el proyecto. Elementos clave de la actividad: Evaluación Inicial: Antes de iniciar la actividad, se realiza una evaluación de las superficies indicadas en las memorias de cálculo del ítem para corroborar sus medidas. Esta evaluación inicial ayuda a planificar la actividad de manera adecuada. La actividad es un proceso esencial para garantizar que la ejecución de este ítem se realice de manera ordenada y segura, cumpliendo con los estándares de calidad.		
3. PROCESO DE EJECUCIÓN		
El contratista debe realizar la Impermeabilización con mortero acrílico de todas las paredes y la placa de fondo del desarenador del sistema de acueducto del centro poblado de Monterralo, realizando primero la medición previa del área que se va a intervenir, con respecto a la especificación del sector en las memorias de cálculo. El procedimiento debe ejecutarse con las normas de seguridad aplicables, tomando las precauciones necesarias para evitar accidentes de los trabajadores o terceras personas. El supervisor y/o interventor comprobará estas ubicaciones y podrá supeditar el progreso de los trabajos a los resultados de estas comprobaciones, lo cual, en ningún caso, librará al contratista de su total responsabilidad, ni en cuanto a la correcta configuración de las obras, ni en relación con el cumplimiento de los plazos parciales. El contratista, en todos los casos, debe efectuar la actividad con la mayor exactitud, empleando para esto el personal idóneo en materia y equipos necesarios.		
4. ENSAYOS A REALIZAR		
No aplica		
5. MATERIALES		
Agua para obra Sikalastic-1 K		
6.EQUIPOS		
Herramienta menor		
7. DESPERDICIO Y MANO DE OBRA.		
DESPERDICIO	MANO DE OBRA	
No aplica	Cuadrilla BB	
8.TRANSPORTE		