

Práctica Empresarial Como Auxiliar De Ingeniería En La Empresa INSERTECO
INGENIERIA SAS Ubicada En El Municipio de Paz de Ariporo, Departamento de
Casanare.



autor

Juan Sebastián Rodríguez León

Director

Diego Iván Sánchez Tapiero

Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL Y QUIMICA

PROGRAMA INGENIERIA CIVIL

PAMPLONA, Junio/ 2025

Práctica Empresarial Como Auxiliar De Ingeniería En La Empresa INSERTECO
INGENIERIA SAS Ubicada En El Municipio de Paz de Ariporo, Departamento de
Casanare.



autor

Juan Sebastián Rodríguez León

Director

Diego Iván Sánchez Tapiero

Ingeniero Civil, Magíster en Ingeniería Ambiental

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL Y QUIMICA

PROGRAMA INGENIERIA CIVIL

PAMPLONA, Junio/ 2025

Dedicatoria

A Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza para nunca rendirme ante las dificultades.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi mayor fuente de inspiración. Gracias por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi familia, por estar siempre presente con palabras de aliento y por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mi pareja, por su amor, paciencia y comprensión. Gracias por estar a mi lado en cada etapa de este camino, por compartir mis alegrías y desafíos, y por ser mi mayor inspiración. Tu apoyo ha sido mi fuerza para superar los obstáculos y alcanzar este importante objetivo.

A mis docentes y compañeros, quienes con sus conocimientos, experiencias y amistad hicieron parte fundamental de este proceso.

Y a mí mismo, por la dedicación, el sacrificio y la constancia que me trajeron hasta aquí.

Agradecimientos

*A la **Universidad de Pamplona**, por brindarme la oportunidad de formar parte de su comunidad académica y por ofrecerme una educación de calidad que me ha permitido crecer tanto en lo profesional como en lo personal. Gracias a cada uno de los docentes y al personal administrativo que han sido parte fundamental en mi desarrollo académico.*

*A la empresa **INSERTECO SAS**, por permitirme realizar mis prácticas y por la invaluable experiencia que me brindaron durante mi tiempo con ellos. Gracias por su confianza y por enseñarme el verdadero significado del trabajo en equipo y la excelencia en la ejecución de proyectos.*

*Al Ingeniero **Diego Iván Sánchez Tapiero**, por su guía, conocimientos y paciencia. Gracias por compartir su experiencia y por su disposición en orientarme en cada paso de este proceso. Su apoyo ha sido clave para el desarrollo de este trabajo de grado.*

*Al Ingeniero **Bradixon Calixto Gaitan**, por su dedicación y su constante disposición para enseñarme y apoyarme en todo. Su profesionalismo y sabiduría me han servido de gran ayuda durante este proceso.*

A todos ustedes, muchas gracias por su invaluable apoyo y por ser parte fundamental de mi crecimiento profesional. Sin su ayuda, este logro no habría sido posible.

Tabla de Contenido

Resumen	12
Abstrac.....	13
Introducción.....	14
Objetivos.....	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos.....	16
Marco referencial.....	17
Marco de antecedentes o estado del arte	17
Antecedentes Internacionales	17
Antecedentes nacionales.....	18
Antecedentes regionales	19
Modelo hidrogeológico en época de sequía en Hato Corozal	19
Niveles piezométricos en Yopal	20
Marco teórico.....	20
Marco conceptual	26
Sistemas Diferenciales de Abastecimiento de Agua Potable	26
Residente de obra.....	26
Sistemas de Saneamiento Básico.....	26
Bombeo Sumergible	27
Modelado en 3D con Revit.....	27

Normas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	28
Pruebas de Carga en Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias	28
Pozo séptico.....	28
Marco legal	29
Constitución Política de Colombia (1991)	29
Ley 142 de 1994	29
Ley 99 de 1993	29
Decreto 1076 de 2015.....	29
Resolución 0631 de 2015	29
Decreto 1232 de 2020.....	30
Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000 y RAS 0799 de 2021)	30
Normas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)	30
Normas Técnicas Colombianas (NTC).....	30
Código de Ética Profesional	31
Reglamento estudiantil de la universidad de pamplona	31
Marco contextual	31
Ubicación.....	31
Lugar de desarrollo: Paz de Ariporo, Casanare, Colombia	32
Generalidades.....	33

Extensión y Ubicación.....	33
Límites.....	33
Economía.....	33
Demografía.....	34
Cultura.....	34
Metodología.....	34
Fase 1. Planificación e Información Inicial.....	35
Fase 2. Supervisión y Seguimiento de la Obra.....	36
Fase 3. Control de Calidad en Instalaciones Hidrosanitarias.....	36
Fase 4. Seguridad y Salud en el Trabajo.....	37
Fase 5. Implementación de Modelado 3D con Revit.....	37
Resultados.....	38
Objetivo 1.....	38
Detalle Constructivo del diseño Sanitario.....	39
Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	39
Esquema de Captación y Distribución de Agua con Energía Solar.....	40
Detalle de Perforación del Pozo Profundo.....	41
Objetivo 2.....	49
Replanteo y localización de tuberías de acueducto.....	52
Excavación manual en material común.....	53

Suministro e Instalación de Tubería y Accesorios PEAD	53
Relleno en Arena de Río.....	54
Sistema de Captación Subterránea	55
Sistema de perforación	55
Excavación Manual para Tuberías Sanitarias y Sistema Séptico	56
Unidad Sanitaria	56
Almacenamiento y Transporte de Materiales	57
Objetivo 3	61
Verificación de Sellos en Accesorios de Tubería Hidráulica	65
Verificación de sellos de la tubería sanitaria	66
Objetivo 4	67
Objetivo 5	71
Conclusiones.....	79
Recomendaciones	80
Referencias	81
Anexos	88

Lista de tablas

Tabla 1	43
Tabla 2	49
Tabla 3	60

Lista de figuras

Figura 1.....	32
Figura 2.....	35
Figura 3.....	38
Figura 4.....	39
Figura 5.....	40
Figura 6.....	41
Figura 7.....	42
Figura 8.....	42
Figura 9.....	43
Figura 10.....	52
Figura 11.....	52
Figura 12.....	53
Figura 13.....	53
Figura 14.....	54
Figura 15.....	55
Figura 16.....	56
Figura 17.....	57
Figura 18.....	58
Figura 19.....	59
Figura 20.....	60
Figura 21.....	62
Figura 22.....	63
Figura 23.....	64
Figura 24.....	65
Figura 25.....	66

Figura 26.....	67
Figura 27.....	68
Figura 28.....	68
Figura 29.....	69
Figura 30.....	70
Figura 31.....	71
Figura 32.....	72
Figura 33.....	74
Figura 34.....	75
Figura 35.....	75
Figura 36.....	76
Figura 37.....	77
Figura 38.....	78
Figura 39.....	88
Figura 40.....	89
Figura 41.....	89
Figura 42.....	95

Lista de Apéndices

Apéndice 1 Ensayo de resistencia a la compresión.....	88
Apéndice 2 Resultados Fisicoquímico y microbiológico del agua	89

Glosario

Ingeniero Auxiliar Residente: Profesional en ingeniería civil que apoya al ingeniero residente en la supervisión y ejecución de proyectos de construcción, asegurando el cumplimiento de los planes y normativas establecidas.

Control de Calidad: Conjunto de actividades y procedimientos utilizados para garantizar que los materiales, equipos y procesos de construcción cumplen con las especificaciones técnicas y los estándares de calidad definidos en el proyecto.

Construcción Residencial: Actividad relacionada con el desarrollo de edificaciones destinadas a la vivienda, que involucra procesos de diseño, planificación, ejecución y supervisión de obras.

Normativa Colombiana: Conjunto de leyes, regulaciones y estándares técnicos establecidos por el gobierno y entidades competentes en Colombia para regular los procesos de construcción y asegurar la calidad y seguridad en las obras.

Seguridad en Obra: Conjunto de medidas y procedimientos destinados a proteger la salud y la integridad física de los trabajadores y las personas involucradas en un proyecto de construcción, mediante la identificación, evaluación y control de riesgos laborales.

Equipo de Protección Personal (EPP): Conjunto de dispositivos y vestimenta utilizados por los trabajadores en obra para prevenir accidentes y riesgos laborales. Incluye cascos, guantes, botas, arnés, entre otros.

Resumen

Este proyecto de grado se fundamentó en la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INSERTECO INGENIERÍA S.A.S., en el marco del proyecto “Construcción de sistemas diferenciales de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare”. La práctica ofreció una experiencia significativa al permitir la participación directa en un proyecto de infraestructura social que buscó mejorar las condiciones de vida de comunidades vulnerables mediante el acceso a servicios básicos.

Las actividades desarrolladas durante la práctica incluyeron el seguimiento constante de los procesos constructivos, la verificación del uso adecuado de los elementos de protección personal (EPP) por parte del personal en obra, la supervisión de la instalación y el funcionamiento correcto de los sellos hidrosanitarios, así como la recolección y el análisis de información técnica. Asimismo, se implementaron modelos tridimensionales mediante el uso del software Revit, lo que permitió aumentar la eficiencia en los flujos de trabajo, facilitar la coordinación técnica y mejorar la planificación general del proyecto.

Entre los principales resultados alcanzados se encontraron la mejora en el control y seguimiento de obra, el fortalecimiento de los protocolos de seguridad laboral y la verificación del cumplimiento de especificaciones técnicas en las instalaciones sanitarias, también se contribuyó con un modelado en 3d de un proyecto a la empresa para optimizar procesos. Estos logros contribuyeron al avance ordenado de la obra y a una mayor eficiencia en la gestión del proyecto.

Palabras clave: Saneamiento básico, Supervisión técnica, Gestión de EPP, Modelado en Revit, Ingeniería civil.

Abstrac

This thesis was based on my experience as a civil engineering assistant at INSERTECO INGENIERÍA S.A.S., as part of the project "Construction of differential drinking water supply and basic sanitation systems in the municipality of Paz de Ariporo, Casanare department." The internship provided a significant experience by allowing direct participation in a social infrastructure project that sought to improve the living conditions of vulnerable communities through access to basic services.

The activities developed during the internship included constant monitoring of construction processes, verification of the proper use of personal protective equipment (PPE) by on-site personnel, supervision of the installation and proper functioning of hydrosanitary seals, and the collection and analysis of technical information. Three-dimensional models were also implemented using Revit software, which increased workflow efficiency, facilitated technical coordination, and improved overall project planning.

Among the main results achieved were improved project control and monitoring, the strengthening of workplace safety protocols, and verification of compliance with technical specifications for sanitary facilities. The company also provided a 3D model of a project to optimize processes. These achievements contributed to the orderly progress of the project and greater efficiency in project management.

Key words: Basic sanitation, Technical supervision, PPE management, Revit modeling, Civil engineering.

Introducción

El desarrollo de infraestructura básica en zonas rurales de Colombia continúa siendo un reto para los gobiernos locales y las empresas constructoras, especialmente cuando se trata de garantizar el acceso a agua potable y saneamiento en comunidades vulnerables. En muchos de estos proyectos, se presentan deficiencias en la supervisión de obra, el cumplimiento de normas técnicas y de seguridad, así como en la implementación de tecnologías que optimicen los procesos constructivos. Estas dificultades pueden afectar tanto la calidad del proyecto como la eficiencia en su ejecución.

En este contexto, la empresa INSERTECO INGENIERÍA S.A.S. ejecutó el proyecto “Construcción de sistemas diferenciales de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare”, cuyo propósito fue mejorar las condiciones de vida de las comunidades mediante el acceso a servicios públicos esenciales. La participación en este proyecto, a través de una práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil, permitió realizar un acompañamiento técnico en la ejecución de obra, fortaleciendo el control en campo y contribuyendo al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Durante la práctica se llevaron a cabo actividades clave como el seguimiento permanente de los procesos constructivos para evitar retrasos y errores, la verificación del uso correcto de los elementos de protección personal (EPP), la supervisión de la correcta instalación de sellos hidrosanitarios y la elaboración de modelos tridimensionales en Revit para mejorar la planificación, coordinación y eficiencia del proyecto. Estas acciones permitieron mejorar la gestión de la obra, optimizar recursos, y garantizar la calidad de las instalaciones sanitarias.

Este trabajo se justifica no solo por su aporte en la formación profesional del estudiante, sino también por los resultados obtenidos en el proyecto. Se logró fortalecer la supervisión técnica, reducir fallas en procesos constructivos y aplicar herramientas tecnológicas para la planificación, lo cual tuvo un impacto directo en el avance ordenado de la obra y en el cumplimiento de estándares técnicos y de seguridad. La práctica empresarial contribuyó significativamente a la mejora del proyecto ejecutado y al bienestar de la comunidad beneficiada.

Objetivos

Objetivo general

Realizar la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería civil en la empresa INSERTECO INGENIERÍA SAS con la finalidad de supervisar la ejecución de las actividades relacionadas con la construcción de sistemas diferenciales de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico, en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare.

Objetivos específicos

- Recopilar la información general y del proyecto, con el fin de conocer los diferentes procesos constructivos a ejecutar durante las labores.
- Hacer seguimiento general de la obra con el fin de verificar el cumplimiento de los tiempos de las actividades y compararlos con los establecidos en el cronograma inicial.
- Verificar los resultados de los ensayos de prueba de carga realizadas a las instalaciones hidráulicas y sanitarias con la finalidad de detectar si se presentan anomalías en la ejecución del proyecto.
- Brindar apoyo en el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo y el uso de los EPP, aplicando los formatos establecidos por el ministerio de trabajo.
- Implementar el uso de la herramienta computacional Revit para la construcción de modelos en 3D de los diferentes proyectos de la empresa con la finalidad de mejorar los flujos de trabajo.

Marco referencial

Marco de antecedentes o estado del arte

Antecedentes Internacionales

Paani Project – Pakistán (2021)

El Paani Project implementó pozos profundos rotacionales junto a paneles solares en comunidades rurales del norte de Pakistán. Logró beneficiar a 7 551 núcleos familiares al garantizar agua potable sostenible. Según Haider y Khan (2021), el enfoque técnico incluyó perforación rotatoria hasta 150 m de profundidad, monitoreo de niveles de agua subterránea y sistemas solares para bombeo continuo, demostrando la efectividad de combinar energías renovables con tecnología de aguas subterráneas.

Mwingi Water Project – Kenia (2008)

Este proyecto en el distrito de Mwingi combinó la perforación de 30 pozos rotacionales, almacenamiento y distribución comunitaria para más de 56 000 personas. Omondi et al. (2008) destacan la participación activa de la comunidad en la ejecución y el mantenimiento, lo que mejoró la sostenibilidad a largo plazo y redujo tiempos de fallo en un 65 %.

Masaka–Mbarara WSSP – Uganda (2023)

El proyecto de Abastecimiento y Saneamiento en zonas periurbanas cubrió 1 055 000 habitantes mediante construcción de planta, 62 km de redes y lagunas facultativas. La European Investment Bank describió esta intervención como un caso exitoso de integración de agua potable y saneamiento, con inclusión de pozos profundos y sistemas rotacionales que aseguraron un caudal sostenible de 2.8 L/s por pozo.

Agua del Pueblo – Guatemala (1972–Actualidad)

Esta ONG ha implementado más de 500 proyectos rurales de agua y saneamiento, utilizando pozos profundos rotacionales equipados con bombas manuales y solares. Según Méndez & López (2020), sus modelos modulares permitieron suministrar agua potable sostenible y reducir enfermedades gastrointestinales por medio de tecnología simple y replicable.

Antecedentes nacionales

Zamudio Rodríguez (2016) concluyó que la implementación de la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) en Colombia ha sido parcial y enfrenta desafíos en coordinación interinstitucional y participación comunitaria, evaluando estudios de caso y análisis de políticas públicas. (Zamudio Rodríguez, 2012)

Pérez y Vargas (2015) determinaron que la modernización del sistema de acueducto en Bogotá mejoró significativamente la eficiencia operativa y la calidad del servicio, aunque persisten desafíos en términos de sostenibilidad y equidad, basándose en el análisis de indicadores de eficiencia y calidad del servicio antes y después de la modernización. (M. L. Pérez & Vargas, 2015).

Castaño Herzig & Ramírez Vargas (2008), realizaron una evaluación económica y ambiental de sistemas combinados de tratamiento de aguas residuales en Pereira. Estudiaron cuatro variantes —todos con tanque séptico— y concluyeron que la incorporación de filtros anaeróbicos y humedales subsuperficiales puede resultar hasta 40 % más económica y con una reducción de DQO superior al 75 % en comparación con sistemas convencionales, demostrando la viabilidad de soluciones descentralizadas en zonas rurales (Castaño Herzig & Ramírez Vargas, 2008).

Madera, Silva & Peña (2005), Evaluaron la eficiencia de sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en tanque séptico, filtro anaeróbico y humedal subsuperficial en dos localidades del Valle del Cauca. Reportaron que el sistema combinado eliminó hasta el 85 % de la carga contaminante (DQO) y el 90 % de sólidos suspendidos, concluyendo que esta solución es técnica y ambientalmente apropiada para pequeñas poblaciones rurales en Colombia (Madera, Silva, & Peña, 2005).

Antecedentes regionales

Prensa Libre Casanare (2016), Reportó que, tras la instalación de pozos profundos y una planta portátil de tratamiento, la comunidad indígena de Caño Mochuelo redujo en un 60 % las enfermedades gastrointestinales. El artículo destacó también la importancia de capacitar a operadores y usar tecnologías adaptadas al contexto local para mantener la calidad del agua (Prensa Libre Casanare, 2016).

En el marco de la formulación del Plan de Desarrollo Departamental 2020–2023, las trece comunidades del resguardo indígena Caño Mochuelo participaron activamente, priorizando el acceso al agua potable como necesidad vital. Durante la construcción participativa del plan, se incluyeron propuestas específicas de mejora de sistemas de acueducto y saneamiento, lo que consolidó un enfoque intercultural y territorialmente pertinente en la planificación pública (Gobernación de Casanare, 2020).

Modelo hidrogeológico en época de sequía en Hato Corozal

Rodríguez Pérez y Suárez Torres (2021) elaboraron un modelo hidrogeológico numérico básico para la finca El Paradero, Hato Corozal (Casanare), con el propósito de evaluar el potencial de agua subterránea durante épocas de sequía. Utilizaron mapas geológicos, geomorfológicos, hidrológicos y datos meteorológicos, junto con el software Visual Modflow. El modelo reveló que los depósitos aluviales cuaternarios presentan

características óptimas para acuíferos libres altamente productivos y líneas de flujo internas concentradas que garantizan abastecimiento sostenible, incluso en períodos sin lluvia.

Niveles piezométricos en Yopal

Gómez-Niño (2020) analizó los niveles piezométricos y patrones de captación en el acuífero cuaternario del área urbana de Yopal. Con base en datos de 1 225 puntos de captación, construyó cartografía de isopiezas e influjos hídricos, concluyendo que los depósitos aluviales del piedemonte llanero son altamente aptos para almacenamiento y conexión hidráulica con ríos Charte y Cravo Sur. El flujo predominante (NW-SE) guía la ubicación efectiva de pozos profundos.

Marco teórico

El acceso a agua potable y saneamiento básico es un derecho fundamental reconocido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), considerado esencial para garantizar la salud pública, el desarrollo social y la sostenibilidad ambiental (ONU, 2010). Sin embargo, en muchas regiones rurales y comunidades vulnerables, como las del municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare, persisten desafíos significativos para la implementación de sistemas eficientes de abastecimiento y saneamiento. Estas carencias no solo afectan la calidad de vida de los habitantes, sino que también perpetúan desigualdades sociales y riesgos de salud, (AESGPRI, 2023).

Las aguas subterráneas constituyen una fuente crítica de suministro en zonas rurales y emergentes, representando aproximadamente el 50 % del agua potable a nivel mundial y el único recurso hídrico para unos 2 500 millones de personas (Carrard et al., 2019; Grönwall & Danert, 2020). Su acceso tiende a ser más estable y menos vulnerable a sequías o contaminaciones superficiales, lo que las convierte en una estrategia sostenible para asegurar

el abastecimiento, especialmente en comunidades rurales con pozo profundo (Siebert et al., 2010)

Desarrollo sostenible y gestión del agua subterránea

El desarrollo de aguas subterráneas para suministro comunitario requiere una planificación técnica rigurosa, que incluye exploración de acuíferos, evaluación de rendimientos y monitoreo constante de niveles y calidad del agua (Davies, MacDonald, Calow & Chilton, 2005). Además, se debe considerar la sobreexplotación y las amenazas por contaminantes geogénicos o antropogénicos, lo que exige sistemas de tratamiento adaptados, como los modelos hidrogeológicos integrados en herramientas BIM para mejorar el diseño y gestión de redes hidráulicas (Grönwall & Danert, 2020; Aquifers and Groundwater..., 2023)

Importancia de ingeniero auxiliar residente, en el ámbito de la construcción de estos espacios, el ingeniero auxiliar de residente es una pieza clave, actuando como el nexo entre la visión del proyecto y su materialización. Este profesional asegura que cada fase de la obra se ejecute con precisión, respetando los plazos y presupuestos establecidos, mientras mantiene la calidad y seguridad en cada paso. La coordinación efectiva de los equipos de trabajo y la gestión de recursos son habilidades esenciales para el éxito en esta posición. (Certicalia, 2022)

Pruebas físico-químicas y microbiológicas en agua potable

Las pruebas de calidad del agua combinan análisis de parámetros físico-químicos (como pH, conductividad, turbidez y sólidos disueltos totales - TDS) con la detección de microorganismos indicadores (coliformes totales y *E. coli*), permitiendo evaluar su idoneidad para consumo humano (APHA et al., 2017). En zonas rurales de Colombia, estas pruebas han evidenciado frecuentemente la presencia de coliformes en más del 80 % de las muestras, y

niveles de pH y conductividad que superan los límites permisibles establecidos por la normatividad nacional (US EPA; Ministerio de Salud)

Tanques sépticos en sistemas descentralizados de saneamiento

El diseño de tanques sépticos exige tener en cuenta parámetros claves como el tiempo de retención hidráulica y la proporción de volumen para lodos y aguas claras. Según Nnaji y Agunwamba (2012), un tanque séptico eficaz debe diseñarse con un tiempo mínimo de retención de 24 h para asegurar una sedimentación adecuada de sólidos. Además, la relación largo-ancho recomendada es entre 2:1 y 4:1, garantizando un espacio eficiente para la separación lisa del lodo y permitiendo un correcto deslague periódico (Nnaji & Agunwamba, 2012). Este enfoque asegura que los tanques sépticos operen con eficiencia y durabilidad en condiciones reales de campo.

Seguimiento del Cronograma de Obra El seguimiento continuo del cronograma de obra es crucial para asegurar que las tareas se ejecuten según lo planificado y evitar desviaciones en los plazos establecidos. Según Kerzner (2013), un cronograma de proyecto efectivo debe ser dinámico, permitiendo ajustes en tiempo real. Las herramientas de software como Microsoft Project o Primavera P6 son esenciales para este propósito, permitiendo la actualización y seguimiento continuo de las actividades programadas.

El seguimiento y control de obra es fundamental para garantizar el cumplimiento de los cronogramas y la calidad en la ejecución de proyectos de construcción. Según PMI (2017), un adecuado control del proyecto permite identificar desviaciones a tiempo, aplicar acciones correctivas y optimizar el uso de recursos, reduciendo así retrasos y sobrecostos en la obra. La supervisión constante facilita la coordinación entre equipos y asegura la ejecución conforme a los planos y especificaciones técnicas.

Seguridad en la Obra Garantizar la seguridad en la obra es una prioridad para cualquier proyecto de construcción. Según la Occupational Safety and Health Administration (OSHA, n.d.), un entorno de trabajo seguro y saludable se logra a través de la implementación de medidas preventivas, la capacitación continua del personal y la promoción de una cultura de seguridad. Las inspecciones regulares, la identificación de riesgos y la colaboración efectiva con el equipo de trabajo son prácticas esenciales para mantener un entorno de trabajo seguro y eficiente.

Los ensayos de prueba de carga son procedimientos utilizados para verificar el comportamiento estructural o hidráulico de un sistema bajo condiciones de trabajo simuladas. En el caso de redes sanitarias o acueductos, estas pruebas permiten comprobar la resistencia, la estanqueidad y el correcto funcionamiento de las tuberías o estructuras antes de su puesta en operación. De acuerdo con González Cuevas (2017), estos ensayos aseguran que los componentes instalados cumplan con los requisitos técnicos y normativos, evitando fallos durante la operación del sistema.

El acceso al agua potable en comunidades rurales es una prioridad para mejorar la calidad de vida y mitigar riesgos sanitarios. Jothivel et al. (2023) destacan que “la falta de agua potable afecta la salud pública y limita el desarrollo socioeconómico en regiones donde las actividades productivas dependen del acceso a este recurso”. En este contexto, los sistemas de abastecimiento, como los pozos profundos, desempeñan un papel crucial. Los pozos profundos deben ser objeto de estudios hidrogeológicos detallados y perforaciones adecuadas, además de la correcta instalación de bombas sumergibles para garantizar un suministro de agua constante y seguro. La supervisión técnica es crucial para asegurar que estos sistemas cumplan con los estándares de calidad, previniendo problemas como la contaminación de los acuíferos o el colapso del pozo. (Keshtgar et al., 2019)

Perforación rotatoria para captación de aguas subterráneas

La perforación rotatoria **es** uno de los métodos más utilizados en la construcción de pozos profundos, especialmente en estratos consolidados y no consolidados. Consiste en oradar mediante una broca giratoria que corta el material, utilizando fluidos de perforación (como lodos bentoníticos o agua) que facilitan la remoción de detritus, enfrían la broca y estabilizan las paredes del pozo (Norma Técnica, s. f.; Scribd, 2023)

Por otro lado, los sistemas de saneamiento básico son igualmente relevantes. El proceso constructivo de los pozos sépticos incluye la excavación y preparación del terreno, construcción del tanque séptico con materiales como concreto o ladrillo, instalación de tuberías de entrada y salida, sistema de ventilación y cubierta para evitar filtraciones, siendo fundamental para el tratamiento primario de aguas residuales en zonas rurales, ya que separa sólidos y líquidos mediante sedimentación y degradación anaerobia, reduciendo contaminantes y mejorando la salud pública y ambiental al prevenir la contaminación de fuentes de agua, la implementación de pozos sépticos bien planificados contribuye significativamente a la sostenibilidad de las comunidades rurales, (Campo, 2022).

La supervisión técnica de estos proyectos implica la realización de pruebas como ensayos de presión en sistemas hidráulicos. pueden tener un impacto significativo en el deterioro de las tuberías. Sin embargo, estos efectos a corto y largo plazo no han sido suficientemente estudiados. Es crucial considerar estos factores al realizar ensayos de prueba de carga para detectar posibles anomalías en la ejecución de proyectos hidráulicos y sanitarios, asegurando así la integridad y durabilidad de las instalaciones, (Rezaei et al., 2015).

Importancia del uso de elementos de protección personal (EPP), el uso adecuado de los elementos de protección personal es un pilar fundamental para la seguridad laboral en la

construcción, ya que reduce riesgos y protege a los trabajadores de posibles accidentes y enfermedades ocupacionales. Según Fernández-Muñiz et al. (2012), la implementación y control riguroso del uso de EPP mejora significativamente la cultura de seguridad en obra y disminuye la tasa de incidentes laborales.

El uso de herramientas de modelado tridimensional como Revit ha transformado la planificación y ejecución de proyectos en ingeniería civil, al permitir una visualización precisa de las estructuras y una mejor coordinación entre disciplinas. Según Eastman et al. (2011), la implementación de modelos BIM (Building Information Modeling) mejora significativamente los flujos de trabajo al reducir errores en obra, facilitar la detección de interferencias y optimizar la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto.

En términos de seguridad laboral, el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) juega un papel fundamental. Según el Ministerio de Ambiente (2022), este sistema “consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua, lo cual incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora”. El Decreto 1072 de 2015 establece que este sistema debe seguir el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), asegurando un enfoque integral para la prevención de riesgos laborales.

En proyectos de construcción como los realizados por INSERTECO INGENIERÍA S.A.S., la implementación del SG-SST es vital para prevenir accidentes y garantizar un ambiente laboral seguro. Esto incluye actividades como la capacitación en el uso de Elementos de Protección Personal (EPP) y la identificación de riesgos en los lugares de trabajo. Según el Ministerio de Ambiente (2022), “el objetivo principal del SG-SST es mejorar las condiciones laborales y promover el bienestar físico, mental y social de los empleados”.

Marco conceptual

Sistemas Diferenciales de Abastecimiento de Agua Potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable se refiere al conjunto de infraestructuras y procesos diseñados para garantizar el suministro continuo y adecuado de agua potable a una población. Estos sistemas incluyen procesos de captación, almacenamiento, tratamiento, distribución y mantenimiento. En zonas rurales, los pozos profundos son una fuente común de extracción de agua subterránea, especialmente cuando las fuentes superficiales son limitadas o de mala calidad. Los pozos profundos, combinados con tecnologías como las bombas sumergibles y los tanques elevados, aseguran que el agua llegue de manera eficiente y segura a las viviendas, (Todo Ingenierías, 2023).

Residente de obra

Los residentes de obra son profesionales de la ingeniería civil que supervisan el proceso de construcción y gestionan el personal de varios tipos de proyectos, como pueden ser edificios, caminos y puentes, o aeropuertos, entre otras edificaciones. Por lo general, estos profesionales responden ante el ingeniero de proyectos; sin embargo, suele ser el ingeniero residente quien está en contacto directo con el contratista, asegurándose de que el proyecto avance conforme a lo que estipula el contrato y apegándose a las legislaciones y los estándares de calidad necesarios para el tipo de construcción. Otro de los aspectos bajo su supervisión es que el proyecto avance en tiempo y forma, y que se mantenga dentro del presupuesto establecido. Sus labores suelen ser variadas y, por lo tanto, se les puede encontrar tanto en la oficina como en el sitio de la construcción, (Quintana, G. 2024).

Sistemas de Saneamiento Básico

El saneamiento básico involucra el conjunto de actividades y sistemas destinados a garantizar la higiene y la salud pública a través de la disposición y tratamiento de las aguas

residuales, así como la correcta gestión de los residuos sólidos. Se destacan que un componente esencial de los sistemas de saneamiento es la instalación de unidades sanitarias individuales, que incluyen inodoros, duchas y lavamanos, diseñadas para minimizar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. En zonas sin acceso a sistemas de alcantarillado, los pozos sépticos son esenciales para el tratamiento de aguas residuales, realizando procesos de sedimentación y descomposición anaeróbica de los desechos. (Organización Panamericana de la Salud, 2017).

Bombeo Sumergible

La bomba sumergible es un dispositivo clave en los sistemas de abastecimiento de agua, utilizado para extraer el agua de los pozos profundos y transportarla hasta los puntos de distribución. las bombas sumergibles destacan por su eficiencia energética y capacidad para operar a grandes profundidades, asegurando el suministro de agua incluso bajo alta demanda, lo que las convierte en componentes cruciales para la fiabilidad y eficiencia de los sistemas de agua potable en áreas rurales, (García, M, et al. 2018).

Modelado en 3D con Revit

El modelado en tres dimensiones (3D) es fundamental en la planificación y construcción de infraestructuras, especialmente en ingeniería civil, donde el software Revit se emplea para crear modelos detallados de edificios y otras estructuras, permitiendo la visualización y simulación de proyectos antes de su ejecución. Estas herramientas son esenciales para mejorar la eficiencia y precisión en la ejecución de proyectos que requieren un alto nivel de detalle y coordinación técnica, destacando que el uso de Revit facilita la detección temprana de posibles errores en el diseño y la coordinación entre diferentes disciplinas de ingeniería, (Rojas, A., & Hernández, F. 2020).

Normas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) es un conjunto de políticas y procedimientos destinados a garantizar la seguridad de los trabajadores en el sitio de obra. Este sistema debe seguir el ciclo de mejora continua PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), asegurando que se identifiquen, evalúen y gestionen los riesgos laborales en cada fase del proyecto. La correcta implementación de este sistema es fundamental para prevenir accidentes y promover el bienestar físico y mental de los empleados, especialmente en entornos de trabajo como la construcción, que presentan riesgos inherentes debido a la naturaleza de las actividades, (Ministerio de Ambiente, 2022).

Pruebas de Carga en Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

Las pruebas de carga son una parte esencial de la supervisión en proyectos de construcción de sistemas hidráulicos y sanitarios. Estas pruebas se realizan para verificar que las instalaciones soporten las presiones de funcionamiento sin fallos ni fugas. La Cruz, et al. (2020) mencionan que las pruebas de carga hidráulica ayudan a identificar posibles fallas estructurales antes de la puesta en marcha de un sistema, lo que permite garantizar su funcionamiento seguro y eficiente. Además, las pruebas aseguran que el sistema cumple con las normativas de calidad y seguridad requeridas para su funcionamiento a largo plazo.

Pozo séptico

Un pozo séptico es un sistema subterráneo utilizado para el tratamiento de aguas residuales, especialmente en áreas rurales o lugares sin acceso a alcantarillado público. Consiste en un tanque que recoge y trata las aguas residuales de una propiedad, separando los sólidos de los líquidos. Los sólidos se asientan en el fondo del tanque y son descompuestos por bacterias anaerobias, mientras que los líquidos tratados se filtran en el suelo a través de un sistema de drenaje. Este proceso ayuda a prevenir la contaminación de

fuentes de agua y mejora la salud pública y ambiental al gestionar de manera segura y eficiente los desechos líquidos y sólidos, (Campo, 2022).

Marco legal

Constitución Política de Colombia (1991)

Establece el derecho fundamental al acceso a servicios públicos esenciales, incluyendo el agua potable y el saneamiento básico, como parte del derecho a un ambiente sano (Artículos 79 y 365) (Constitución Política de Colombia, 1991).

Ley 142 de 1994

Regula los servicios públicos domiciliarios, incluyendo el suministro de agua potable y el saneamiento básico, estableciendo las responsabilidades de los prestadores de servicios y los derechos de los usuarios (Congreso de la República, 1994).

Ley 99 de 1993

Crea el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y establece las bases para la gestión ambiental en Colombia, incluyendo la regulación de vertimientos y la protección de recursos hídricos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 1993).

Decreto 1076 de 2015

Compila y actualiza las normas ambientales en Colombia, incluyendo disposiciones sobre la gestión del agua y el saneamiento básico (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Resolución 0631 de 2015

Establece los parámetros y valores máximos permisibles para los vertimientos de aguas residuales a cuerpos de agua superficiales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015).

Decreto 1232 de 2020

Define las características de las viviendas rurales dispersas y establece lineamientos para la implementación de sistemas de saneamiento básico en estas áreas (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2020).

Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000 y RAS 0799 de 2021)

Proporciona los criterios técnicos y normativos para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico. La Resolución 0799 de 2021 actualiza y modifica la Resolución 0330 de 2017, incorporando nuevos lineamientos y requisitos técnicos (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2021).

Normas de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST)

Regulan la implementación de sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo, siguiendo el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) para identificar, evaluar y gestionar los riesgos laborales en proyectos de construcción.

Normas Técnicas Colombianas (NTC)

Las Normas Técnicas Colombianas (NTC) son documentos desarrollados por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Estas normas establecen directrices, especificaciones y procedimientos técnicos diseñados para garantizar la calidad, seguridad y eficiencia en productos, servicios y procesos en diversas áreas. En el ámbito de infraestructura, como el agua potable y el saneamiento básico, estas normas aseguran que las construcciones cumplan con estándares técnicos adecuados para proteger la salud pública y el medio ambiente. (ICONTEC, 2023)

Código de Ética Profesional

Regula las prácticas empresariales y profesionales de los ingenieros civiles en Colombia, asegurando que se sigan principios éticos y profesionales en todas las actividades.

Reglamento estudiantil de la universidad de pamplona

Capítulo 6, artículo 35 define el trabajo de grado como un requisito académico obligatorio para la obtención del título de pregrado; y en su artículo 36 literal D define las Práctica Empresarial: comprende el ejercicio de una labor profesional del estudiante en una empresa, durante un período de tiempo. Cuando el estudiante seleccione esta modalidad, deberá presentar al director de Departamento el anteproyecto, que debe contener: nombre de la empresa, descripción de las características de la empresa, objetivos de la práctica, tipo de práctica a desarrollar, tutor responsable de la práctica en la empresa, cronograma de la práctica, presupuesto (si lo hubiere) y copia del convenio interinstitucional Universidad Empresa o carta de aceptación de la empresa.

(Nota: Tomado del Reglamento Académico Estudiantil de Pregrado. Universidad de Pamplona)

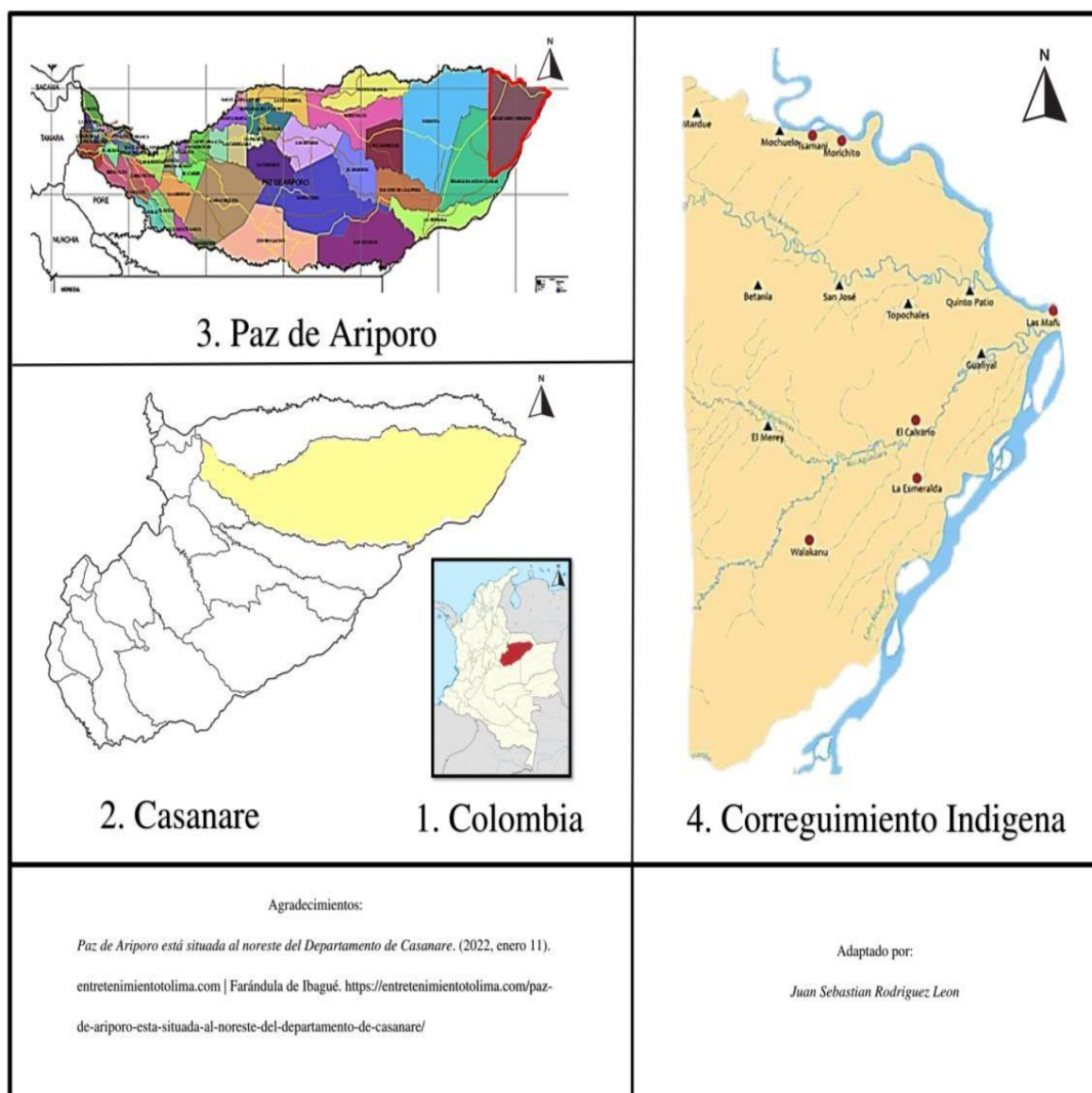
Marco contextual

Ubicación

El resguardo indígena se encuentra ubicado al oriente del municipio de Paz de Ariporo, en las coordenadas, Latitud 6.0432309° Longitud -69.9633174° se encuentra ubicada entre las comunidades de San José del Ariporo y Quinto Patio. Los límites del resguardo incluyen al norte y este las zonas rurales del municipio de Paz de Ariporo, al sur la región selvática que conecta con el departamento del Vichada, y al oeste colinda con áreas protegidas de bosque natural dentro del mismo departamento de Casanare. Además, el resguardo está cercano a la frontera con el departamento de Arauca, lo que delimita su influencia territorial.

Figura 1

Ubicación Geográfica del Corregimiento Indígena en Paz de Ariporo, Casanare.



Nota. La figura muestra Paz de Ariporo se encuentra al noreste del departamento de Casanare, Colombia, y alberga comunidades indígenas en el corregimiento de Caño Mochuelo. Adaptado: Entretenimiento Tolima (2022).

Lugar de desarrollo: Paz de Ariporo, Casanare, Colombia

Paz de Ariporo es un municipio ubicado en el departamento de Casanare, en la

región de la Orinoquía colombiana. Es conocido por su diversidad cultural, con una significativa población indígena, y por su amplia extensión territorial que abarca tanto sabanas como zonas inundables (Paz de Ariporo - Casanare, s.f.).

Generalidades

Extensión y Ubicación

Paz de Ariporo se encuentra a una altitud aproximada de 340 metros sobre el nivel del mar y tiene una extensión de alrededor de 13,800 kilómetros cuadrados, lo que lo convierte en uno de los municipios más grandes del país (Plan de Ordenamiento Territorial de Paz de Ariporo, 2020). Está situado en la región de la Orinoquía, caracterizada por extensas llanuras y ecosistemas de sabanas. Su clima es cálido, con temperaturas promedio que oscilan entre los 25°C y 30°C (Paz de Ariporo - Casanare, s.f.).

Límites.

- **Norte:** Departamento de Arauca.
- **Sur:** Municipios de Hato Corozal y Trinidad.
- **Este:** Municipios de Tame y Arauquita (Arauca).
- **Oeste:** Río Meta y municipio de Nunchía (Plan de Ordenamiento Territorial de Paz de Ariporo, 2020).

Economía

La economía de Paz de Ariporo se basa principalmente en la ganadería extensiva, que ocupa la mayor parte de su territorio productivo. También se destacan actividades como la agricultura a pequeña escala, el comercio y, en menor medida, el turismo ecológico (Paz de Ariporo - Casanare. (s.f.). La región cuenta con importantes recursos hídricos, lo que representa un potencial significativo para el desarrollo de sistemas de

abastecimiento de agua potable y saneamiento (Plan de Ordenamiento Territorial de Paz de Ariporo, 2020).

Demografía

Con una población aproximada de 40.000 habitantes, Paz de Ariporo es un municipio con una estructura demográfica mayormente rural (Paz de Ariporo - Casanare. (s.f.). Dentro de esta población, se encuentra una representación significativa de comunidades indígenas que habitan el resguardo Caño Mochuelo, compuesta por 14 comunidades de diferentes etnias, como los Sikuni, Piapoco y Wamona (Defensoría del Pueblo, 2021).

Cultura

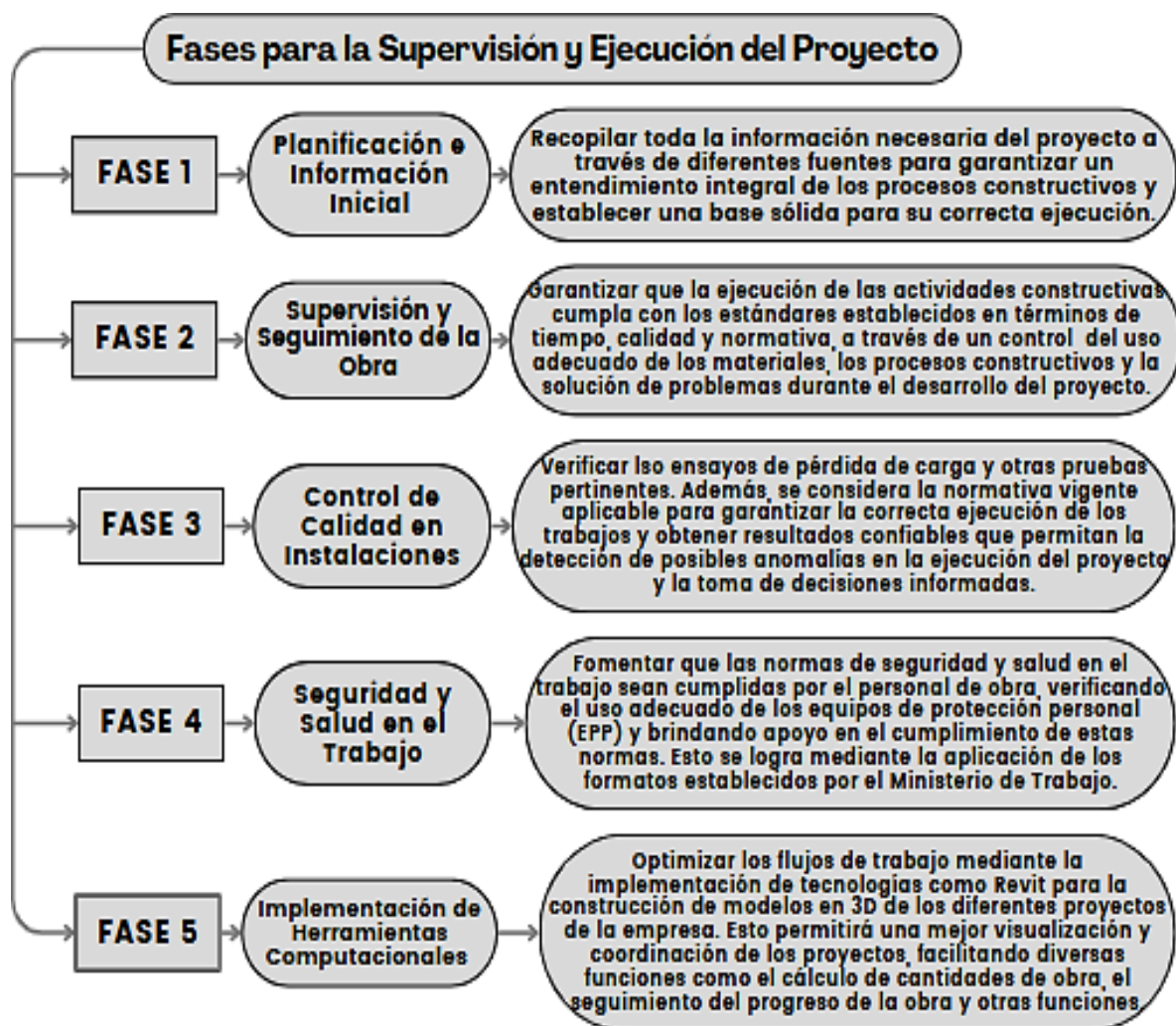
La riqueza cultural de Paz de Ariporo está influenciada por las tradiciones indígenas y llaneras. Las comunidades indígenas conservan sus lenguas, costumbres y prácticas tradicionales, mientras que la cultura llanera aporta elementos como la música, la danza y la gastronomía típica. El municipio celebra eventos como el Festival del Hato y el Llano, que destacan su identidad regional (Plan de Ordenamiento Territorial de Paz de Ariporo, 2020).

Metodología

La metodología aplicada en cinco fases clave para la ejecución del proyecto, desde la planificación inicial hasta la implementación de herramientas tecnológicas. Cada etapa integra actividades como supervisión técnica, control de calidad, seguridad laboral y uso de software 3D (Revit), permitiendo una gestión más eficiente y precisa en el desarrollo de obras de infraestructura básica.

Figura 2

Fases Clave para la Supervisión y Ejecución del Proyecto.



Fase 1. Planificación e Información Inicial

Durante esta etapa, la empresa INSERTECO INGENIERÍA S.A.S. proporcionó planos técnicos del proyecto en formato AutoCAD, los cuales sirvieron como base para entender la distribución y diseño de las instalaciones proyectadas. Asimismo, se entregaron documentos técnicos de referencia, descripciones generales del alcance del proyecto, y un cronograma detallado en formato Excel, que permitió identificar las fechas críticas de cada

actividad. Esta información fue fundamental para interpretar adecuadamente los procesos constructivos, prever posibles inconvenientes en obra y establecer criterios técnicos para la supervisión y control, garantizando así una preparación adecuada antes del inicio de las actividades en campo.

Fase 2. Supervisión y Seguimiento de la Obra

En esta fase se llevó a cabo el seguimiento sistemático de los procesos constructivos conforme al cronograma y a los lineamientos técnicos establecidos en el proyecto. Se inició con las actividades preliminares, seguidas de las perforaciones y excavaciones destinadas a la instalación de las redes de tuberías. Posteriormente, se supervisaron las instalaciones hidráulicas, asegurando el cumplimiento de las especificaciones técnicas y normas vigentes. Finalmente, se realizó el acompañamiento durante la construcción de las unidades sanitarias, verificando en cada etapa el uso adecuado de materiales, el rendimiento de la mano de obra y el avance físico de las actividades.

Fase 3. Control de Calidad en Instalaciones Hidrosanitarias

Durante la ejecución de las instalaciones hidrosanitarias, se implementó un control detallado de calidad mediante la verificación paso a paso del proceso de instalación de tuberías y accesorios. Se inspeccionó la limpieza interna de las tuberías antes de su ensamble, la aplicación adecuada del adhesivo (pegamento) especializado, así como el marcado previo de la profundidad de inserción para garantizar uniones seguras, asegurando que cada tubo fuera introducido hasta el límite establecido. Posteriormente, se realizó la verificación de sellos mediante una prueba hidráulica: se procedió al llenado completo del sistema de tuberías con agua, sellando todas las salidas para identificar posibles fugas. Este procedimiento permitió confirmar la estanqueidad del sistema y garantizar el cumplimiento de los estándares de instalación técnica.

Fase 4. Seguridad y Salud en el Trabajo

Esta fase consistió en el seguimiento constante del uso adecuado de los Elementos de Protección Personal (EPP) por parte del personal en obra, mediante inspecciones directas y observación continua en campo. Como parte de las medidas preventivas, se realizaron charlas de inducción y sensibilización dirigidas a los trabajadores, en las que se explicó la correcta utilización de cada EPP y la importancia de su uso constante para preservar la integridad física y la salud ocupacional. Además, se llevaron a cabo intervenciones educativas dirigidas a los miembros de la comunidad del resguardo indígena, con el fin de concientizarlos sobre los riesgos de transitar por las zonas de trabajo y evitar accidentes por imprudencias durante el desarrollo de las actividades constructivas. Estas acciones reforzaron la cultura de prevención y seguridad tanto en el equipo de trabajo como en la población beneficiaria del proyecto.

Fase 5. Implementación de Modelado 3D con Revit

En esta última fase, la empresa INSERTECO INGENIERÍA S.A.S. proporcionó planos arquitectónicos y técnicos de uno de sus proyectos, con el objetivo de contribuir a la optimización de sus procesos internos. A partir de esta información, se desarrolló un modelo tridimensional utilizando el software Autodesk Revit. Esta herramienta permitió representar de manera precisa los elementos constructivos del proyecto, facilitando la visualización integral, la detección temprana de interferencias y la mejora en la coordinación técnica entre especialidades. La elaboración del modelo 3D contribuyó directamente a la eficiencia de los flujos de trabajo, ofreciendo a la empresa una herramienta de apoyo para la planificación, supervisión y ejecución de sus proyectos con mayor precisión y control.

Resultados

Objetivo 1

“Recopilar la información general y del proyecto, con el fin de conocer los diferentes procesos constructivos a ejecutar durante las labores.”

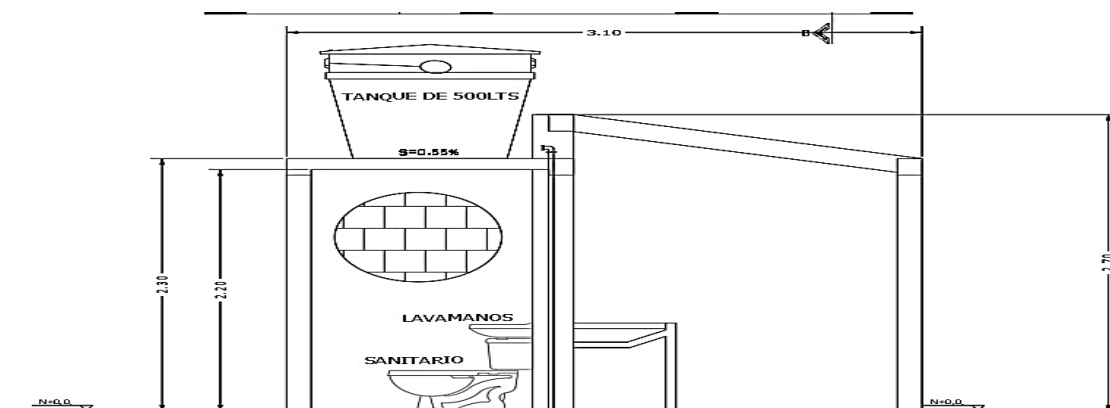
La recopilación de la información general del proyecto es fundamental, ya que permite comprender en gran medida el propósito del mismo y sus especificaciones técnicas. Esta etapa facilita el análisis y entendimiento de las actividades que se están ejecutando, así como la identificación oportuna de posibles soluciones ante eventualidades que puedan surgir.

En este caso, la empresa Inserteco S.A.S. ya contaba con los planos de la obra y la definición clara de lo que se iba a ejecutar. El objetivo del proyecto es el saneamiento básico y el abastecimiento de agua potable para comunidades indígenas del municipio de Paz de Ariporo, mediante la perforación de pozos profundos por medio de perforación de sistema de rotación y el agua potable almacenado en un tanque elevado.

Para el componente de saneamiento, se realizaron tanques septicos y se ejecutó el proceso de instalación de tuberías sanitarias e hidráulicas, incluyendo también la instalación de los aparatos sanitarios correspondientes.

Figura 3

Plano de perfil de la distribución del sanitario y el tanque elevado



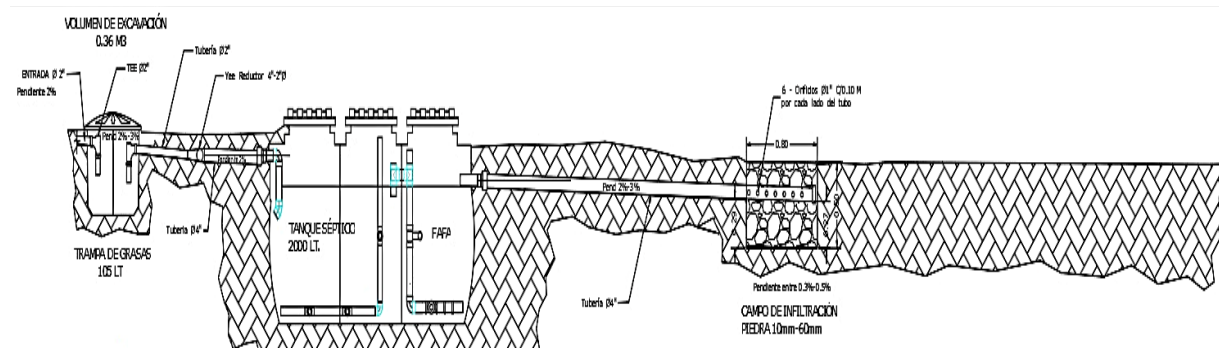
Nota. Representación de unidades sanitarias con especificaciones técnicas. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

Detalle Constructivo del diseño Sanitario

Se presenta un corte lateral del módulo sanitario propuesto, el cual incluye los elementos básicos como lavamanos, sanitario y un tanque de almacenamiento de agua de 500 litros ubicado en la parte superior de la estructura. Esta representación gráfica fue fundamental para entender cómo se distribuyen los espacios y cómo se conectan los distintos componentes del sistema. Además, se puede observar la pendiente del techo, así como las alturas de cada sección, lo que permitió tener una mejor idea del volumen de construcción y los detalles que se deben tener en cuenta durante la ejecución.

Figura 4

Plano de perfil de los tanques sépticos y trampa de grasas.



Nota. Representación de tanques sépticos y método de pretratamiento de aguas residuales con especificaciones técnicas. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

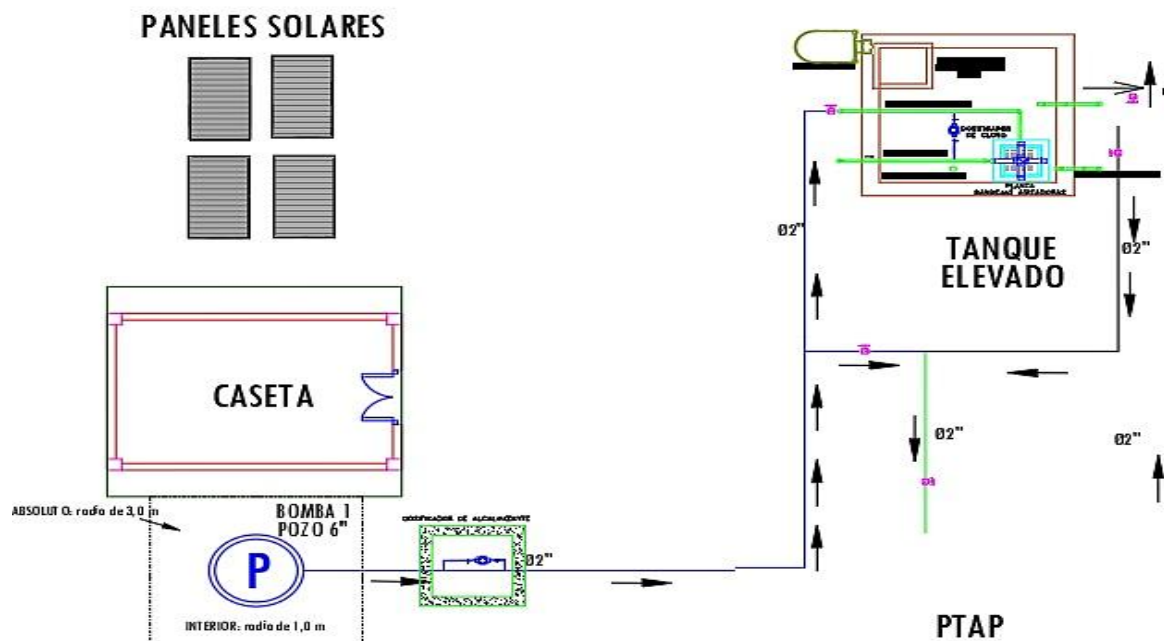
Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales

En el plano presentado se muestra el sistema de tratamiento de aguas residuales diseñado para el proyecto, compuesto por una trampa de grasas con capacidad de 165 litros, un tanque séptico de 2000 litros y un campo de infiltración final. Esta configuración permite

tratar adecuadamente las aguas negras generadas en la vivienda antes de ser descargadas al subsuelo. El esquema detalla las conexiones mediante tubería PVC, el uso de accesorios como tees, codos y reductores, y especifica pendientes controladas entre 2 % y 5 % para garantizar el flujo adecuado. Además, se destaca el volumen de excavación necesario y el uso de piedra de diferentes tamaños en el campo de infiltración, lo cual favorece la absorción y dispersión del agua tratada.

Figura 5

Distribución de la instalación hidráulica



Nota. Representación del proyecto en general con especificaciones técnicas. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

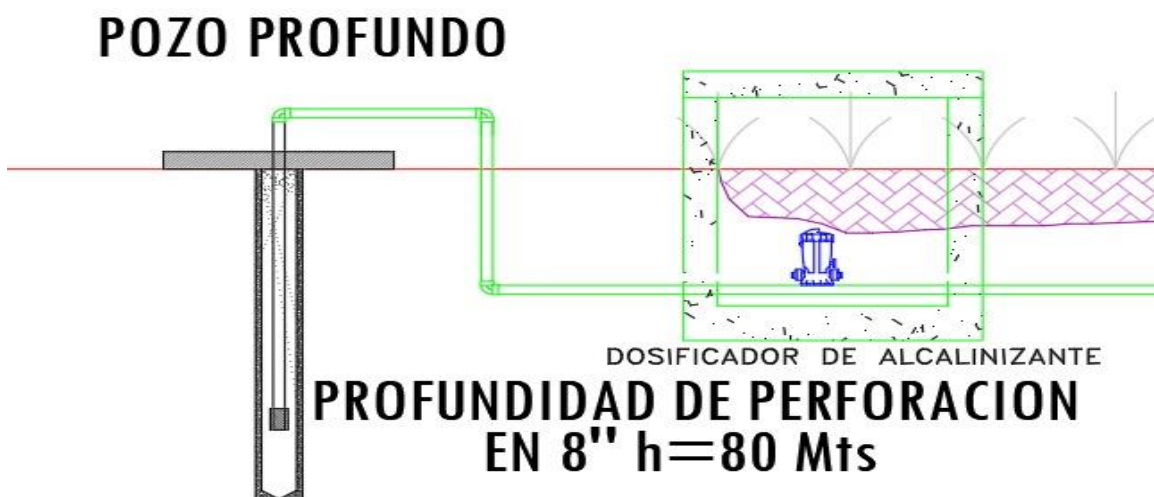
Esquema de Captación y Distribución de Agua con Energía Solar

El sistema de abastecimiento de agua mediante captación desde un pozo profundo, impulsado por una bomba alimentada con energía solar. El agua es conducida a una planta de tratamiento (PTAP) y luego almacenada en un tanque elevado, desde donde se distribuye

por gravedad. Este plano fue útil para entender cómo se integran las energías renovables en el proyecto y cómo se garantiza el suministro continuo en zonas rurales.

Figura 6

Plano de perfil de la profundidad de la perforación



Nota. Representación de perforación de pozo para obtención de aguas subterráneas con especificaciones técnicas. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

Detalle de Perforación del Pozo Profundo

Este esquema muestra la perforación de un pozo profundo de 80 metros de profundidad y 8 pulgadas de diámetro, acompañado de un dosificador de alcalinizante. Esta información técnica fue esencial para entender la fuente principal de captación de agua subterránea del proyecto y la necesidad de acondicionar químicamente el recurso antes de su uso, asegurando así su calidad para el consumo humano.

Figura 7

Ubicación del pozo profundo.

La perforación de los pozos profundo se realizará en el municipio de Paz de Ariporo ubicado al noreste del Departamento de Casanare, con una extensión aproximada de 13.800 km² siendo este uno de los municipios más extensos del país y representa el 27.14% de la superficie Departamental y posee una altura aproximada de 270 m.s.n.m., se encuentra a una distancia de 90 km de Yopal. Limita al norte con el Municipio de Hato Corozal, al este con los Departamentos de Arauca y Vichada, al sur con el Municipio de Trinidad y al oeste con los Municipios de Pore y Támara.

Comunidad	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)
Topochales	6°02'35"	69°57'47"	101.004
Guafiyal	6°0'53"	69°54'18"	93.331
El Merey	5°58'00"	70°04'01"	104.720

Tabla 1. Coordenadas concepto técnico No.500.8.2.24-0213 del 2024
Fuente: Autores, 2025

La perforación del pozo profundo se realizó en la Vereda Caño Mochuelo, comunidad indígena Guafiyal, se ubica en las coordenadas Geográficas con base a WGS84 - Latitud: 6°0'53"- Long:69°54'18" altitud 93.331(msnm) para pozo profundo con permiso de prospección de aguas subterráneas.

Nota. Coordenadas e información donde se va a realizar las perforaciones de los pozos profundos. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

Figura 8

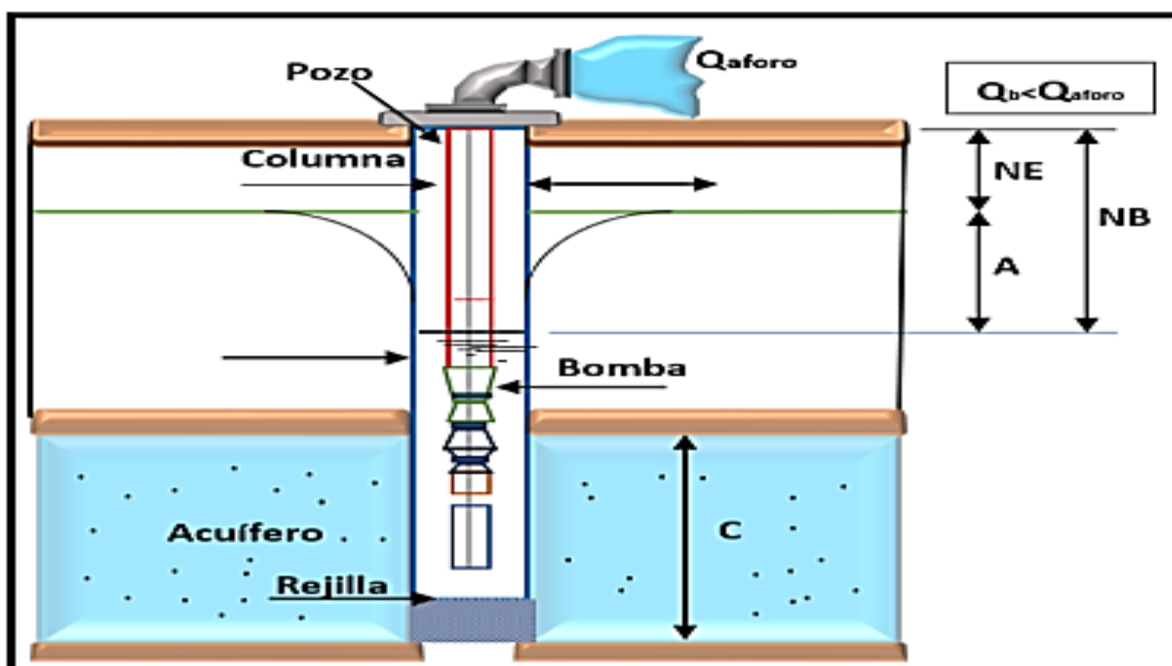
Cantidades de la perforación del pozo profundo

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	Transporte de personal, equipos, adecuación del terreno y elaboración de piscinas para lodos	Global	1.0
2	Perforación en 6"	ML	80.0
3	Re perforación de en 8"	ML	80.0
4	Adecuación de tubería y filtros	ML	12.0
5	Colocación de empaque de grava	Toneladas	3.0
6	Limpieza y desarrollo del pozo	Horas	12.0
7	Prueba de bombeo	Horas	24.0
8	Alimentadores de grava y sello sanitario	Global	1.0
9	Análisis fisicoquímico del agua	Análisis	1.0
SUMINISTRO DE MATERIALES			

Nota. Cantidades de material para la realización de las perforación de los pozos profundos. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

Figura 9

Elementos del sistema de bombeo



Nota. Descripción grafica del sistema de bombeo que se va a utilizar para la obtención del agua subterránea. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

Con base en la información recibida al inicio del proyecto, fue posible realizar un análisis que ayudó a comprender con mayor claridad el alcance de la obra. Esto permitió organizar mejor las actividades y tener una visión más precisa de lo que se va a ejecutar, lo cual resulta clave para poder aportar de manera efectiva en el proceso constructivo, tanto en los aspectos técnicos como en los operativos.

Tabla 1

Cantidades de material del proyecto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNI D	CANT.
INICIO TOPOCHALES			
1	SISTEMA DE ACUEDUCTO TOPOCHALES		
1,1	LOCALIZACIÓN TOPOCHALES		
1.1.1	Replanteo y localización de tuberías de acueducto	m	644,25

1,2	EXCAVACIONES TOPOCHALES		
1.2.1	Excavación manual en material común	m3	353,00
1,3	RELLENOS TOPOCHALES		
1.3.1	Relleno en arena de río	m3	159,00
1.3.2	Relleno en material seleccionado 60% Subbasegranual 40% seleccionado de la Excavación	m3	194,00
1,4	TUBERÍAS TOPOCHALES		
1.4.1	Tubería en polietileno de alta densidad PEAD PE 100 / PN 10 (RDE 26) Ø = 2" (Ø interno 46 mm) ". Suministro e instalación	m	513,66
1.4.2	Codo 90° PE 100 / PN 10 63 mm Ø = 2". Suministro e instalación	0	4,00
1.4.3	Tee PE 100 / PN 10 63 mm Ø = 2". Suministro e instalación	Un	5,00
1.4.4	Tapón PE 100 / PN 10 63 mm Ø = 2". Suministro e instalación	Un	3,00
1.4.5	Suministro e Instalación Válvula elastica con Vastago No ascendente HD Ø=2" Extremo bridada, incluye 2 portabridas, kit de tornillos, y 2 bridas sueltas y empaques.	Un	3,00
1.4.6	Caja de inspeccion 80 x 80 para proteccion de Valvula con tapa valvula	Un	3,00
1,5	DOMICILIARIAS TOPOCHALES		
1.5.1	Acometida domiciliaria acueducto PEAD Ø = 1/2", incluye registros de corte. Suministro e Instalación	Un	13,00
1.5.2	Tubería en polietileno de alta densidad PEAD PE 40 / PN 10 (RDE 7.5) Ø = 1/2" (Ø interno 11.4 mm) . Suministro e instalación	m	124,70
1.5.3	Caja para medidor de agua con tapa	Un	13,00
1,6	POZO PROFUNDO TOPOCHALES		
1.6.1	Movilización y desmovilización de equipo pesado	Km	662,00
1.6.2	Adecuación de terreno y construcción de piscinas para lodos	Un	1,00
1.6.3	Perforación de prueba en Ø 6" (Plano-Sabana)	m	60,00
1.6.4	Ampliación de la perforación de prueba hasta Ø 8" (Sabana)	m	60,00
1.6.5	Registro eléctrico del pozo con sonda SP, Gamma Ray y Resistividad	m	60,00
1.6.6	Tubería presión PVC RDE 21 2". Suministro e instalación	m	50,00
1.6.7	Tubería A.C S/C SCH-40. Ø 6"- para pozo. Suministro e instalación	m	40,00
1.6.8	Filtro en Acero al Carbon Inoxidable SCH-40 Ø 6". Suministro e instalación	m	20,00
1.6.9	Grava lavada y libre de calcáreos para filtros 1/32" - 1". Suministro e instalación	m3	1,88
1.6.10	Sello sanitario placa base en concreto 3000 PSI 1.0 x 1.0 x 0.20 m. Incluye alimentador gravilla Ø 1 ½" y tapón roscado	Un	1,00
1.6.11	Limpieza y desarrollo de pozo profundo con compresor	Hr	12,00
1.6.12	Prueba de Bombeo - Mínimo 24 horas	Un	1,00
1.6.13	Análisis físico - químico y bacteriológico de agua	Un	1,00
1.6.14	Cable encauchetado 3 x 8 AWG. Suministro e instalación	m	70,00
1.6.15	Suministro e instalación Sistema Bomba Solar sumergible 3 H.P tipo lapicero. Diametro de Descarga 2", Caudal maximo 200l/min Altura maxima de elevación 110m	Un	1,00
1.6.16	Suministro e instalación Sistema de energía fotovoltaico de 3840 Watts	Un	1,00
1,7	SISTEMA DE BANDEJAS DE AIREACIÓN Y CLORACION TOPOCHALES		
1.7.1	Replanteo y localización para arquitectura, sobre terreno	m2	14,49
1.7.6	Suministro e instalacion Torre de aireacion con 4 bandejas y cono de recoleccion,	Un	1,00
1.7.11	Suministro e instalación de Pall Rings en Polipropileno	m3	0,06
1.7.13	Dosificador en línea de Cloro 4 libras, Incluye Accesorios	Un	1,00
1.7.13.1	Dosificador en línea de Alcalinizante, Incluye Accesorios, capacidad hasta 80 l/h y presión de 10 bar mínimo	Un	1,00

1.7.13	Caja de inspeccion 80 x 80 para dosificador de alcalinizante	Un	1,00
1.7.17	Suministro e instalación válvula PVC, extremo liso Ø= 2"	Un	3,00
1.7.22	Tuberia presion PVC RDE 21 2". Suministro e instalación	m	77,25
1.7.23	Aplicación pintura para protección de tuberías PVC presión contra rayos U.V.	m	77,25
1.7.26	Suministro e instalación Sistema de energía fotovoltaico de 1920 Watts	Un	1,00
1.7.27	Suministro e instalación de Filtros Individuales de cerámica capacidad 50 l, incluye 1 repuesto de cerámica	Un	13,00
1,8	TANQUE ELEVADO DE ALMACENAMIENTO TOPOCHALES		
1.8.1	Replanteo y localización para arquitectura, sobre terreno	m2	21,16
1.8.2	Descapote a mano	m2	21,25
1.8.3	Excavación manual en material común 0 - 2m	m3	114,06
1.8.4	Relleno en material seleccionado 60% Subbasegranual 40% seleccionado de la Excavación	m3	38,80
18,4,1	Concreto Ciclopeo En Concreto 20.7 Mpa (3000 PSI) RELAC 60C/40R	m3	28,80
1.8.5	Zapata en concreto para cimentación de resistencia 4000 PSI	m3	8,00
1.8.6	Columna en concreto de resistencia 4000 PSI H = 1 - 6 m	m3	4,86
1.8.6.1	Columna en concreto de resistencia 4000 PSI H = 6 - 12 m	m3	4,86
1.8.7.1	Placa Cimentación en concreto de resistencia 4000 PSI	m3	1,22
1.8.7.2	Viga de amarre para cimentación en concreto de 4000 PSI	m3	1,32
1.8.8.1	Viga aérea concreto 4000 PSli (h= 1 - 6 m)	m3	2,59
1.8.8.2	Viga aérea concreto 4000 PSli (h= 6 - 12 m)	m3	2,59
1.8.9	Losa inferior en concreto de 4000 PSI impermeabilizado, para tanque elevado	m3	2,67
1.8.10	Losa superior en concreto de 4000 PSI impermeabilizado, para tanque elevado	m3	1,88
1.8.11	Muro en concreto de 4000 PSI impermeabilizado, para tanque elevado	m3	11,82
1.8.13	Acero de Refuerzo Grado 60	Kg	8027,17
1.8.14	Dilatación en Cinta PVC-022	m	13,35
1.8.15	Tapa en lámina alfajor 1/8" con marco en ángulo de 1 1/2" x 3/16", pintada e instalada	Und	1,00
1.8.16	Escalera gato con guarda protección. Suministro e instalación	m	16,10
1.8.17	Suministro e Instalación Válvula elastica con Vastago No ascendente HD Ø=2" Extremo bridada, incluye 2 portabridas, kit de tornillos, y 2 bridas sueltas y empaques.	Un	3,00
1.8.18	Valvula de Pie granada Ø=3". Suministro e instalación	Un	1,00
1.8.19	Pasamuro en A.C. Ø=3" L=0.50 m E.B. Suministro e Instalación	Un	1,00
1.8.20	Pasamuro en A.C. Ø=2" L=0.50 m E.B. Suministro e Instalación	Un	2,00
1.8.21	Tuberia presión PVC RDE 21 3". Suministro e instalación	m	6,00
1.8.22	Tuberia presión PVC RDE 21 2". Suministro e instalación	m	125,60
1.8.23	Codo presión PVC 90° Ø 3. Suministro e instalación	Un	1,00
1.8.24	Codo presión PVC 90° Ø 2. Suministro e instalación	Un	4,00
1,9	CERRAMIENTO TOPOCHALES		
1.9.1	Replanteo y localización de cerramiento	m	160,00
1.9.2	Excavación manual en material común de 0.50 x 0.40 m	m	156,00
1.9.3	Cerramiento, incluye: Concreto ciclópeo de resistencia 3000 PSI de 0.50 x 0.40 m; Viga de amarre en concreto para cimentación de resistencia 3000 PSI de 0.25 x 0.25 m; Columneta 3000 PSI de 0.20 x 0.20 m; Muro a la vista; Malla eslabonada Calibre 10 de 2"	m	156,00

1.9.4	Portón en dos abras de 4 x 2 m, cada abra de 2 x 2 m, en tubo galvanizado de 2 1/2"; Malla eslabonada Calibre 10 de 2", Marco en ángulo de 1 1/4" x 1/8"; Platina pisa malla de 1 1/4" x 1/4", Columnas de soporte de abras en tubería petrolera Ø 2 3/4"	Un	1,00
1,1	CASETA DE OPERACIÓN TOPOCHALES		
1.10.1	Replanteo y localización para arquitectura, sobre terreno	m2	33,66
1.10.2	Descapote a mano 0-20 CM	m2	33,66
1.10.3	Excavación manual en material común	m3	16,02
1.10.4	Relleno con material Seleccionado de La excavación	m3	1,39
1.10.5	Concreto para solado resistencia 140 Kg/cm2 - 2.000 PSI	m3	0,85
1.10.7	Columna en concreto de resistencia 3000 PSI	m3	0,35
1.10.8	Viga de amarre para cimentación en concreto de 3000 PSI	m3	1,43
1.10.9	Viga aérea en concreto de resistencia 3000 PSI	m3	0,33
1.10.10	Placa o losa en concreto resistencia 3000 PSI	m3	1,75
1.10.11	Teja en fibrocemento No.6. Suministro e Instalación	m2	12,25
1.10.12	Cercha y/o correa metálica tubo rectangular 3" x 1 1/2", calibre 18	m	30,00
1.10.13	Acero de Refuerzo Grado 60	Kg	325,70
1.10.14	Muro en bloque No. 4 de 0.10 m	m2	34,42
1.10.15	Pañete liso (allanado) muros 1:4, incluye filos y dilataciones	m2	68,92
1.10.16	Ventana en lámina cold rolled calibre 18, pintada e instalada, con vidrio incoloro 4 mm, con reja. Suministro e instalación	m2	8,40
1.10.17	Puerta y marco en lámina cold rolled calibre 18, instalados y pintados en esmalte. Suministro e instalación	m2	2,40
1.10.18	Caballote articulado para teja de fibrocemento	m	5,00
1.10.19	Pintura vinilo sobre pañete 2 manos	m2	68,92
1,11	TRANSPORTE TOPOCHALES		
1.11.1	Transporte de materiales por tierra Yopal - Cravo Norte	Kg	64445,97
1.11.2	Transporte de materiales agregados por tierra Paz de Ariporo - Cravo Norte	Kg	25774,947
1.11.3	Transporte de materiales por tierra San José del Ariporo - Topochales	Kg	32219,544
1.11.4	Transporte de materiales por Agua Cravo Norte - San José de Ariporo	Kg	32219,544
1.11.5	Transporte de equipos por tierra desde Yopal a las comunidades	Viaje	3,00
2	UNIDAD SANITARIA (13 SOLUCIONES) TOPOCHALES		
2,1	PRELIMINARES TOPOCHALES		
2.1.1	Localización y replanteo	m2	193,06
2,2	MOVIMIENTO DE TIERRAS TOPOCHALES		
2.2.1	Excavaciones a mano en material común para cimentación	m3	81,00
2.2.2	Excavaciones tubería sanitaria y sistema séptico	m3	94,07
2.2.3	Excavaciones Campo de Infiltración	m3	14,63
2.2.4	Relleno Material seleccionado	m3	56,00
2,3	ESTRUCTURAS TOPOCHALES		
2.3.1	Cimentación TOPOCHALES		
2.3.1.1	Concreto de limpieza f'c 1500 psi e = 0.05 m	m2	161,57

2.3.1. 2	Concreto vigas cimentación f'c 3000 psi	m3	13,77
2.3.1. 3	Concreto losa de cimentación f'c 3000 psi e = 0.13 m	m3	14,85
2.3.1. 4	Concreto columnetas f'c 3000 psi (N 0.0 a 3.35)	m3	4,27
2.3.1. 5	Acero de refuerzo 60.000 psi (4200kg/cm²)	kg	3611,76
2.3.2	Muros - divisiones - Losa Cubierta concreto TOPOCHALES		
2.3.2. 1	Mampostería ladrillo comun	m2	293,90
2.3.2. 2	Concreto losa de cubierta f'c 3000 psi e = 0.10 m	m3	6,28
2.3.2. 3	Acero de refuerzo 60.000 psi (4200kg/cm²)	kg	498,27
2.3.3	Cubierta en Teja N +3,05 TOPOCHALES		
2.3.3. 1	Vigas de cubierta f'c 3000 psi	m3	3,25
2.3.3. 2	Correas en Tubo Rectangular 100x50x2 A-500	ml	179,40
2.3.3. 3	Pernos Anclaje HKB3 1/2 x 5 1/2"	Und	208,00
2.3.3. 4	Tirante varilla 1/2"	ml	23,40
2.3.3. 5	Suministro e instalación de Teja Arquitectonica Cal. 26	m2	67,28
2,4	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS TOPOCHALES		
2.4.1	Instalaciones Sanitarias TOPOCHALES		
2.4.1. 1	Suministro e instalación de combo sanitario económico, incluye inodoro, lavamanos jabonera, toallero, ducha. (Color de Preferencia Según Elección de la comunidad, se propone Azul Claro o Verde).	Und	13,00
2.4.1. 2	Suministro e instalación de Tubería sanitaria de 4"	ml	122,72
2.4.1. 3	Punto sanitario de 4" Sanitario	Und	13,00
2.4.1. 4	Suministro e instalación de Tubería sanitaria de 3"	ml	65,65
2.4.1. 5	Punto sanitario de 3" Lavamanos, Ducha y Lavadero	Und	39,00
2.4.1. 6	Suministro e instalación de Lavadero prefabricado plastico 60x90 TOPOCHALES	Und	13,00
2.4.2	Instalaciones Hidraulicas TOPOCHALES		
2.4.2. 1	Suministro e instalación de Red de suministro PVC 1/2"	m	203,32
2.4.2. 2	Punto hidráulico para agua potable, ducha, lavamanos y lavadero	und	78,00
2.4.2. 3	Tanque PVC o plástico, 500 litros (normalizado) incluye accesorios necesarios para buen funcionamiento, incluye flotador mecanico 1/2 Tanque Econo 100psi	un	13,00
2.4.3	sistema de Recolección de Aguas Lluvias TOPOCHALES		
2.4.3. 1	Suministro e instalación de Canal tipo Amazonas en pvc con accesorios	m	44,85
2.4.3. 2	Suministro e instalación de Bajante aguas lluvias en pvc 3" con accesorios	m	26,00
2.4.3. 3	Suministro e instalación de Unión Canal - Bajante aguas lluvias en pvc 3" con accesorios	und	13,00
2,5	INSTALACIONES ELECTRICAS TOPOCHALES		
2.5.1	Inspección y certificación RETIE para instalación eléctrica	und	13,00
2.5.2	Suministro e instalación de sistema puesta a tierra con 3 varillas de Cooperweld de 2.40 mts x 5/8", incluye cableado	und	13,00
2.5.3	Suministro e instalación de tubería conduit EMT de 1/2"	m	260,00
2.5.4	Suministro e instalación paneles solares de 160wp o similar, incluye cable ensamblado tipo soldador calibre 2.5mm	und	13,00
2.5.5	Suministro e instalación de 1 baterías de gel 2.5ah-12vdc, incluye rack para banco de baterías 1 unidades pintura electrostática	und	13,00

2.5.6	Suministro e instalación inversor híbrido de 0.5 Kva, incluye Minibreaker tipo riel 2x20amp, DPS tipo dc Clase i / ii 1p 20ka y caja de protección ip65 60x60x60	und	13,00
2.5.7	Suministro e instalación de tablero bifásico, 220v de 6 circuitos. Incluye breakers 15a, 20a, 30a y accesorios de fijación para su correcto funcionamiento.	und	13,00
2.5.8	Suministro e instalación acometida eléctrica bifásica para tablero de distribución, 2x no.10 AWG, Cu THHN-fase + 1x no. 10 AWG Cu THHN-tierra.	m	130,00
2.5.9	Suministro e instalación acometida eléctrica bifásica para tablero de distribución, 2x no.12 AWG, Cu THHN-fase-neutro + 1x no. 12 AWG Cu THHN-tierra.	m	390,00
2.5.10	Suministro e instalación de luminaria led tipo panel de sobreponer 8w incluye accesorios y elementos de fijación para su correcto funcionamiento.	und	39,00
2.5.11	Suministro e instalación interruptor sencillo con polo a tierra, monofásico de muro, 15 amp. 120 volt. Incluye accesorios y elementos de fijación para su correcto funcionamiento	und	13,00
2.5.12	Suministro e instalación interruptor doble con polo a tierra, monofásico de muro, 15 amp. 110 volt. Incluye accesorios y elementos de fijación para su correcto funcionamiento.	und	13,00
2,6	ACABADOS TOPOCHALES		
2.6.1	Pañete allanado 1:6 e=0.02m	m2	465,30
2.6.2	Pintura en vinilo para muros (2 manos)	m2	512,53
2.6.3	Enchape cerámica 20x20 tipo piso pared Antideslizante, (Color de Preferencia Según Elección de la comunidad, se propone Azul Claro)	m2	97,11
2,7	CARPINTERIA METALICA TOPOCHALES		
2.7.1	Suministro e Instalación de Puerta Metálica en lamina galvanizada Cold Rolled calibre 22 de 0.8x2.0m. Incluye marco, pintura en aceite, bisagras, pasador.	und	26,00
2,8	CONSTRUCCIÓN DE TANQUE SEPTICO Y SISTEMA DE TRATAMIENTO TOPOCHALES		
2.8.1	Caja de inspección de 0.6 x 0.6 en maposteria	Und	13,00
2.8.2	Relleno Material Sub base Cimentación	m3	9,05
2.8.3	Suministro e instalación trampa de grasas en polietileno 95 lts, de conformidad con planos, cantidades y especificaciones, incliye conexiones	und	13,00
2.8.4	Suminsitro e instalación de pozo séptico prefabricado de 2000 L con unidad FAFA, incluye accesorios y dados de anclaje al terreno en concreto	und	13,00
2.8.5	Lecho Filtrante. Medio Sintético Plástico Filtrante (Rosetón) Polipropileno. Superficie específica >= 100 m2/m3. Liviano peso <=40kg/M3.	und	2600,00
2.8.6	Campo de infiltración, tubería de drenajes PVC 3" Y 2"	und	13,00
2.8.7	Relleno material gravas o piedras limpias, según especificaciones	m3	2,60
2,9	TRANSPORTE TOPOCHALES		
2.9.1	Transporte de materiales por tierra Yopal - Cravo Norte	Kg	3211,30
2.9.2	Transporte de materiales agregados por tierra Paz de Ariporo - Cravo Norte	Kg	12865,30
2.9.3	Transporte de materiales por tierra San José del Ariporo - Topochales	Kg	21640,69
2.9.4	Transporte de materiales por Agua Cravo Norte - San José de Ariporo	Kg	16326,60
3	PUESTA EN MARCHA TOPOCHALES		
3,1	Puesta en Marcha	mes	3,00
3,2	Insumos, herramienta y accesorios	und	1,00
3,3	Maquina de Soldadura por Termofusión para PEAD diametro 63mm -200mm	und	1,00
3,4	Planta electrica de Respaldo 5Kva	und	1,00
NP 4,0	ÍTEM NO PREVISTOS TOPOCHALES		
NP 4,1	Filtro precargado con arena	und	0,00
NP 4,2	Filtro precargado con antracita	und	0,00
NP 4,3	Filtro precargado con zeolita	und	0,00
NP 4,4	Filtro de carbon activado	und	0,00
NP 4,5	Filtro pulidor en poliprepileno	und	0,00

0.		Gb													
1.	Reconocimiento de campo														
0.		Gb													
1.	Inspección de terreno														
0.		Gb													
1.	Bodegaje														
3															
0.		Gb													
1.	Acercamiento con el personal de la comunidad														
4															
0.		Gb													
1.	Búsqueda de mano de obra no calificada														
5															

INICIO TOPOCHALES															
1	SISTEMA DE ACUEDUCTO TOPOCHALES	10,00 %	14,00 %	7,00 %	26,47 %	23,45 %	88,77 %	9,33 %	85,08 %	30,13 %	4,16 %	5,07 %	46,13 %	3,11 %	5,16 %
1,1	LOCALIZACIÓN TOPOCHALES	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %
1.1	Replanteo y localización de tuberías de acueducto	m							0,01 %	0,01 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %	0,00 %	0,01 %
1,2	EXCAVACIONES TOPOCHALES	7,00 %	9,00 %	5,00 %	6,00 %	10,00 %	4,00 %	2,33 %	0,02 %	0,04 %	0,04 %	0,02 %	0,04 %	0,03 %	0,04 %
1.2	Excavación manual en material común	m3	7,00 %	9,00 %	5,00 %	6,00 %	10,00 %	4,00 %	2,33 %	0,02 %	0,04 %	0,02 %	0,04 %	0,03 %	0,04 %
1,3	RELLENOS TOPOCHALES	3,00 %	5,00 %	2,00 %	20,00 %	12,00 %	17,00 %	3,00 %	0,03 %	0,08 %	0,08 %	0,04 %	0,08 %	0,07 %	0,08 %
1.3	Relleno en arena de río	m3	3,00 %	5,00 %	2,00 %	10,00 %	12,00 %	5,00 %	3,00 %	0,01 %	0,04 %	0,02 %	0,04 %	0,03 %	0,04 %
1.3	Relleno en material seleccionado o 60% Subbasegravel 40% seleccionado	m3				10,00 %	12,00 %		0,01 %	0,04 %	0,04 %	0,02 %	0,04 %	0,03 %	0,04 %

o de la Excavación																
1, 4	TUBERÍAS TOPOCHAL ES		0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	0,0 0%	64, 00 %	0,0 0%	85, 00 %	30, 00 %	4,03 %	5,00 %	46,0 0%	3,00 %	5,02 %
1. 4. 1	Tubería en polietileno de alta densidad PEAD PE 100 / PN 10 (RDE 26) Ø = 2" (Ø interno 46 mm) ". Suministro e instalación	m								12, 00 %	30, 00 %	0,03 %	5,00 %	2,00 %	3,00 %	5,00 %
1. 4. 2	Codo 90° PE 100 / PN 10 63 mm Ø = 2". Suministro e instalación	Un					30, 00 %	30, 00 %								
1. 4. 3	Tee PE 100 / PN 10 63 mm Ø = 2". Suministro e instalación	Un										4,00 %		40,0 0%		
1. 4. 4	Tapón PE 100 / PN 10 63 mm Ø = 2". Suministro e instalación	Un					34, 00 %	43, 00 %						4,00 %		

Nota. Cronograma del proyecto Caño Mochuelo. Tomado de INSERTECO SAS, 2025.

Durante el desarrollo de las actividades, se presentaron diversas complicaciones relacionadas con el cronograma de trabajo, ya que no se contaba con una planificación debidamente estructurada desde el inicio del proyecto. La ausencia de un cronograma claro, con semanas y tareas específicamente definidas, generó confusiones en la asignación de responsabilidades, retrasos en la ejecución de actividades y dificultades para hacer seguimiento al avance del proyecto.

Figura 10*Replanteo y localización de tuberías de acueducto**Replanteo y localización de tuberías de acueducto*

Se realizó la localización y el replanteo de la tubería de acueducto en su totalidad, cumpliendo con las especificaciones técnicas establecidas en el proyecto. La cantidad ejecutada corresponde a 644 metros lineales, lo que representa el 100% del total previsto para esta etapa de la obra.

Figura 11*Excavación manual en material común*

Excavación manual en material común

Se realizó la excavación manual para la instalación de las tuberías de acueducto utilizando una cuadrilla 1x2. El volumen total excavado alcanzó los 354 metros cúbicos, representando el 100% del volumen previsto para esta actividad.

Figura 12

Instalación de tubería en polietileno de alta densidad PEAD



Suministro e Instalación de Tubería y Accesorios PEAD

Se ejecutó en su totalidad el suministro e instalación de tubería de polietileno de alta densidad (PEAD) PE 100 / PN 10 (RDE 26) con un diámetro nominal de 2" (diámetro interno de 46 mm), alcanzando una longitud total instalada de 511,8 metros, equivalente al 100% de lo proyectado.

Adicionalmente, se completó la instalación al 100% de los siguientes accesorios del sistema:

- Codo 90° PE 100 / PN 10, 63 mm ($\varnothing = 2''$)
- Tee PE 100 / PN 10, 63 mm ($\varnothing = 2''$)
- Tapón PE 100 / PN 10, 63 mm ($\varnothing = 2''$)

Figura 13

Relleno en arena de rio



Relleno en Arena de Río

Se llevó a cabo el relleno en arena de río como parte del proceso de instalación del sistema de acueducto, cumpliendo con las especificaciones técnicas y normativas del proyecto. La cantidad ejecutada fue de **159 metros cúbicos**, lo que representa el **100%** del volumen previsto para esta actividad.

Figura 14

Perforación de pozo profundo



Sistema de Captación Subterránea

Se ejecutaron al 100% las siguientes actividades:

- **Movilización y desmovilización de equipo pesado:** 662 km.
- **Adecuación de terreno y construcción de piscinas para lodos:** 1 unidad.
- **Perforación de prueba Ø 6" (Sabana):** 60 m.
- **Ampliación a Ø 8":** 60 m.
- **Registro eléctrico del pozo (SP, Gamma Ray, Resistividad):** 60 m.
- **Tubería PVC presión RDE 21 Ø 2":** 50 m.
- **Tubería A.C S/C SCH-40 Ø 6" para pozo:** 40 m.
- **Filtro acero al carbón SCH-40 Ø 6":** 20 m.
- **Grava lavada 1/32" - 1":** 1,88 m³.
- **Sello sanitario en concreto 3000 PSI:** 1 unidad.
- **Limpieza y desarrollo del pozo con compresor:** 12 horas.
- **Prueba de bombeo (mín. 24 h):** 1 unidad.

Sistema de perforación

Se empleó un **sistema de perforación tipo rotacional manual**, alcanzando una profundidad aproximada de **60 metros**, cumpliendo con los requerimientos técnicos del proyecto y garantizando la adecuada ejecución de la captación subterránea.

Figura 15

Excavaciones tubería sanitaria y sistema séptico



Excavación Manual para Tuberías Sanitarias y Sistema Séptico

Se realizó la excavación manual para la instalación de las tuberías sanitarias y el sistema séptico, alcanzando una cantidad ejecutada de 43,41 m³, lo que representa un 46,00% del volumen total previsto para esta actividad.

Figura 16

Unidades sanitarias



Unidad Sanitaria

- Localización y replanteo del proyecto: Ejecutado al 100%.
- Movimiento de tierras – excavaciones manuales para cimentación: Avance del 40%.

Cerramiento

- Replanteo y localización del cerramiento: 160 metros ejecutados, correspondiente al 100%.

Cimentación

- Concreto de limpieza f'c 1500 psi (espesor 0.05 m): 80% ejecutado.
- Concreto para vigas de cimentación: 98.36% ejecutado, con 20 vigas fundidas para las unidades sanitarias.

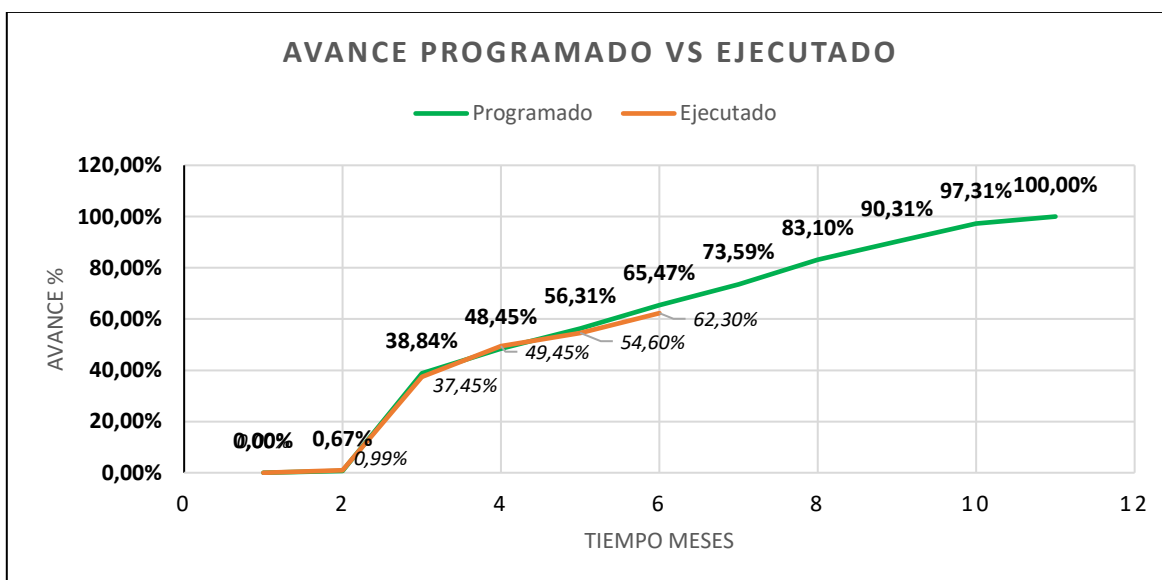
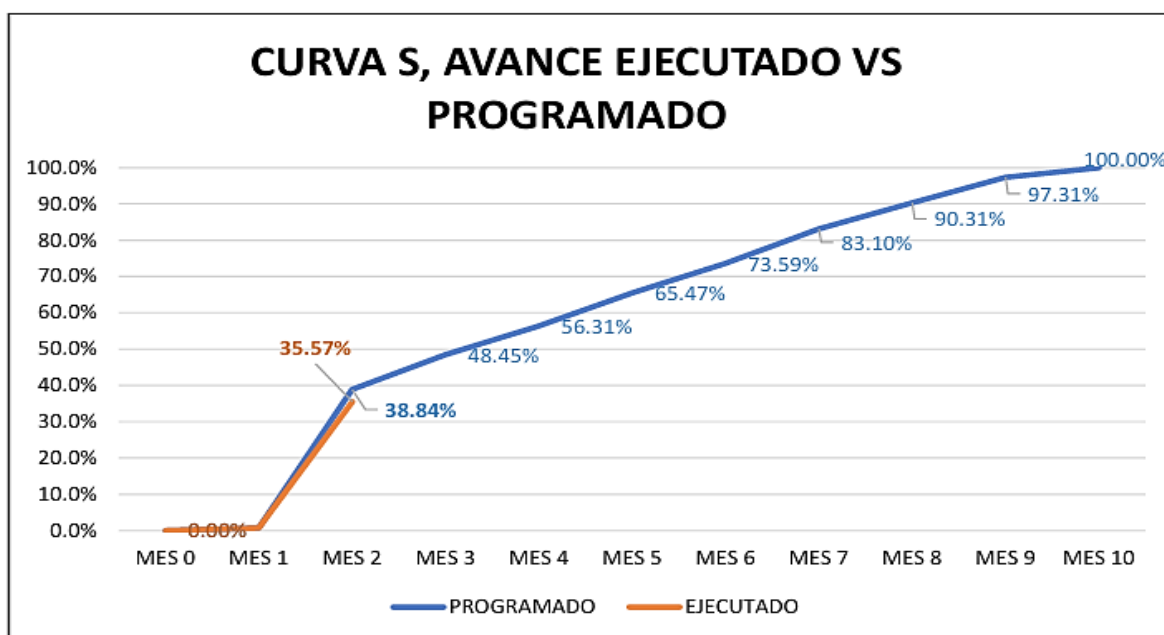
Figura 17

Almacenamiento de materiales y transporte



Almacenamiento y Transporte de Materiales

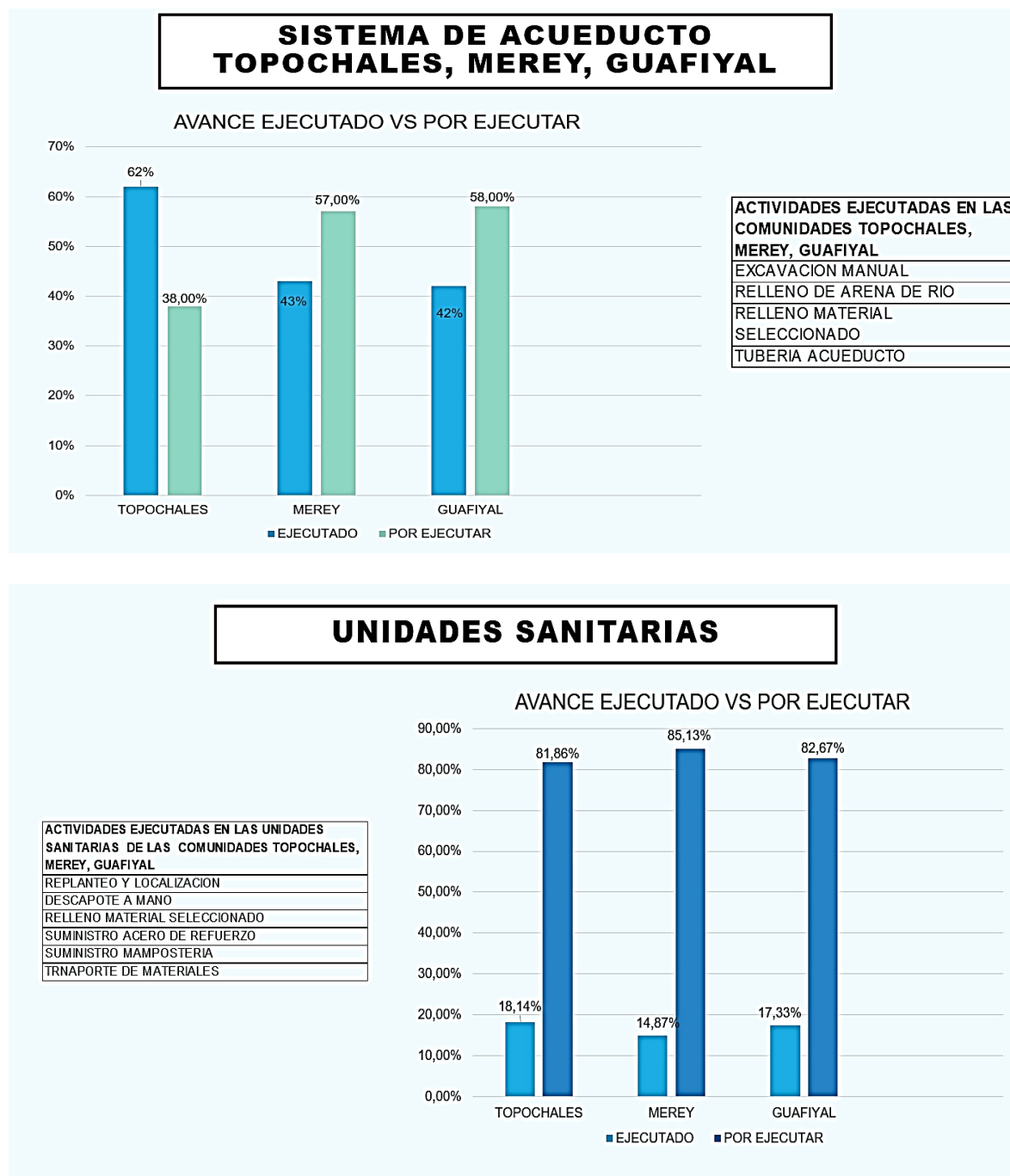
Se realizó de manera adecuada el almacenamiento de los materiales requeridos para el proyecto, garantizando su protección y organización. Sin embargo, el transporte de los mismos ha representado una dificultad, debido a la lejanía del sitio de obra respecto al casco urbano y al mal estado de las vías de acceso, lo cual ha generado retrasos logísticos en algunas entregas.

Figura 18*Avance ejecutado vs programado*

El porcentaje programado para el período que comprende este informe del 3 de marzo al 2 de abril de 2025 fue de 38.17%, es decir, un porcentaje programado acumulado de 38.84%. El porcentaje de avance ejecutado para el período comprendido en este informe es de 35.57% y el porcentaje de avance ejecutado acumulado fue de 36.23%.

Figura 19

Avance de Actividades



Avance de obras en las comunidades de Topochales, Merrey y Guafiyal. En unidades sanitarias, el progreso supera el 80% en las tres localidades, destacando actividades como replanteo, descapote y suministro de materiales. En contraste, el sistema de acueducto

presenta menores avances, con Topochales al 62%, y Merey y Guafiyal por debajo del 45%, reflejando un mayor porcentaje de actividades pendientes como excavación y colocación de tubería.

Tabla 3

Estado del tiempo durante el mes de marzo

CLASE DE	MES: Marzo															
TIEMPO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
Paz de																
Ariporo																
Seco	24	24	24	24	24	23	24	24	24	24	24	24	24	24	17	24
Lluvias	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Moderadas																
Luvias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0
Intensas																
CLASE DE	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	T.
TIEMPO																
Seco	15	21	24	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	723
Lluvias		3														4
Moderadas																
Lluvias	9			1												17
Intensas																

Nota: La tabla Indica el número de horas por día que permanece la clase de tiempo las 24 horas del día.

Figura 20

Bitácoras de Obra

Bitácora de Obra			
Reporte	# 15	Fecha	
Responsable	Jun Sebastian Rodriguez	Firma	Sebastian R.
Foto Avances En la comunidad de Bepchali se continúa con la preparación para el pazo profunda. Se inicia actividades de excavación de tubería sanitaria y sistema séptico. Se inicia actividades (almacenar) en la comunidad del Muro y se comienza para tubería sanitaria. Se realiza movimiento de materiales y esgrigados para la comunidad. En la comunidad del Bepchali se continúa las excavaciones y se llaman con material sustruado en las unidades sanitarias. Personal: Topógrafo, Muestra, Apalata. Equipo: Cemento, cables eléctricos, sople, Pila, Hincapión Muro. Clima: Soleado. Materiales Cantidades Observaciones No se presentan eventos Negativos.			

Bitácora de Obra			
Reporte	# 19	Fecha	
Responsable	Jun Sebastian Rodriguez	Firma	Sebastian R.
Foto Avances Se realiza la actividad de registro eléctrico con sonda. Se inicia con la instalación de tubería para el pazo profunda. Se continúa con la instalación de materiales y esgrigados en las unidades sanitarias. También se continúa con la actividad de localización y replanteo y excavaciones para la tubería sanitaria y sistema séptico. En la comunidad del Muro se continúa con la preparación de prueba de 16" para el pazo profunda. Personal: Contralista, topógrafo, Muestra, Apalata. Equipo de obra: Cemento, sople, H.M. Clima: Pluvinoso seco. Materiales Cantidades Observaciones No se presentaron eventos negativos.			

Bitácora de Obra			
Reporte	# 32	Fecha	
Responsable	Jun Sebastian Rodriguez	Firma	Sebastian R.
Foto Avances Se realizó transporte de materiales para la comunidad de Tapedo. Se realizaron actividades de limpieza de concreto para compactación de viga de las unidades sanitarias. Comenzaron en la villa en concreto y muro de refuerzo. Para la comunidad del Muro se realizó el transporte de materiales. Esta actividad se vio afectada por las lluvias. Se realizaron actividades de replanteo, excavaciones manuales para las unidades sanitarias. Para la comunidad de Bepchali también se realizó el transporte de materiales, Muro, Comenzaron. Personal: Contralista, topógrafo, Muestra, Apalata. Equipo: Cemento, sople, H.M. Clima: lluvioso. Materiales Cantidades Observaciones Unos Actividades fueron Afectadas Parcialmente por las lluvias.			

Bitácora de Obra			
Reporte	# 70	Fecha	
Responsable	Jun Sebastian Rodriguez	Firma	Sebastian R.
Foto Avances Se inició la instalación de tubería para el pazo profunda y tubería de alta densidad de 12" para tubería de alcantarilla en la comunidad de Bepchali. Se realizó replanteo y localización de pozos de operación en la comunidad del Bepchali y desespeje de 20 cm para la celda. Se fundó concreto de limpieza de 1500 PSI y viga de cimentación para unidades sanitarias para la comunidad de Bepchali. Personal de obra: Residente, Apalata, Muestra, Contralista, topógrafo. Equipo de Obra: H.M., Sople, Sople, Muro 220. Clima: Soleado. Materiales Cantidades Observaciones No se presentaron eventos Negativos.			

Objetivo 3

“Verificar los resultados de los ensayos de prueba de carga realizadas a las instalaciones hidráulicas y sanitarias con la finalidad de detectar si se presentan anomalías en la ejecución del proyecto.”

Se realizó la verificación de los resultados obtenidos en los ensayos de prueba de carga correspondientes a las instalaciones hidráulicas y sanitarias del proyecto. Las pruebas se llevaron a cabo conforme a la normativa técnica vigente, garantizando la estanqueidad y el correcto funcionamiento de las redes instaladas.

Los resultados fueron satisfactorios, sin evidencia de fugas, deformaciones o pérdidas de presión, cumpliendo con los parámetros exigidos para la recepción de las instalaciones.

Se realizó la limpieza de las tuberías y la marcación del punto hasta donde debe ser incrustada la tubería dentro del accesorio, con el fin de aplicar adecuadamente el adhesivo y garantizar una unión firme, segura y estanca en el sistema.

Figura 21

Proceso de Unión de Tuberías





Se está colocando el empaque de goma en la conexión entre dos tuberías corrugadas de polietileno. Este empaque es esencial para garantizar la hermeticidad del sistema y evitar filtraciones. Posteriormente, se procede a aplicar el pegamento o lubricante especial en la zona de acople para facilitar la inserción y lograr una fijación firme y duradera

Figura 22

Instalación y Sellado de Empaque en Unión de Tuberías Sanitarias



En esta etapa se procede a llenar completamente la tubería con agua, sellando todas las salidas existentes para realizar la prueba de estanqueidad. Este procedimiento permite verificar la efectividad de los sellos hidráulicos y detectar posibles fugas en las uniones, garantizando que la instalación cumpla con las especificaciones técnicas y normativas antes de su puesta en funcionamiento.

Figura 23

Verificación de sellos de la tubería hidráulica



Verificación de Sellos en Accesorios de Tubería Hidráulica

Se realizó la verificación de los sellos en los accesorios de la tubería hidráulica, cumpliendo con lo establecido en la NTC 1500 y la NSR-10. El procedimiento incluyó la inspección visual de los anillos de goma para asegurar su buen estado, la aplicación de lubricante adecuado para evitar daños durante el ensamblaje, y la correcta inserción de las uniones hasta el encastrado total. Posteriormente, se realizó una prueba de presión hidrostática manteniendo la red cargada con agua a la presión de diseño durante el tiempo reglamentario, sin evidenciar fugas ni pérdidas, garantizando así la hermeticidad del sistema.

Se verifica la estanqueidad de la tubería sanitaria mediante el llenado completo con agua, sellando todas las salidas para observar si existen fugas en las uniones de los accesorios. Además, se controla que el nivel del agua se mantenga estable, lo que garantiza que no haya pérdidas y que los sellos hidráulicos funcionen correctamente según los estándares de calidad establecidos.

Figura 24

Llenado de agua de la tubería.





Figura 25

Verificación de sellos de accesorios



Verificación de sellos de la tubería sanitaria

Se realizó la verificación de los sellos en los accesorios de la tubería sanitaria, conforme a los lineamientos establecidos en la NTC 1500. El proceso incluyó la revisión visual de los empaques de goma para asegurar su integridad, la aplicación de lubricante para facilitar el ensamblaje sin daños, y la unión adecuada de los elementos hasta lograr un acople completo. Finalmente, se efectuó una prueba de carga mediante llenado con agua, observando el comportamiento del sistema durante un periodo determinado, sin presentarse filtraciones ni pérdidas, lo que confirma la correcta instalación y estanqueidad de la red sanitaria.

Objetivo 4

“Brindar apoyo en el cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo y el uso de los EPP, aplicando los formatos establecidos por el ministerio de trabajo.”

El uso adecuado de los equipos de protección personal (EPP) es fundamental para garantizar la seguridad de los trabajadores durante la ejecución de las actividades en obra. Conocer cómo y cuándo utilizar estos equipos permite reducir significativamente los riesgos de sufrir lesiones, protegiendo así la integridad física del trabajador. Además, su correcta implementación contribuye al cumplimiento de las normas de seguridad y salud en el trabajo, promoviendo un entorno laboral más seguro y responsable.

Figura 26

Charlas del buen uso de EPP



Charla de prevención llevada a cabo en el resguardo indígena Caño Mochuelo, dirigida tanto a miembros de la comunidad como a los trabajadores involucrados en la obra. El objetivo principal de esta actividad fue sensibilizar sobre los riesgos asociados a la ejecución del proyecto, promoviendo medidas preventivas para evitar accidentes. A la comunidad se le brindó información sobre las zonas de trabajo restringidas y recomendaciones para evitar exponerse a situaciones peligrosas. Al mismo tiempo, se reforzó con los trabajadores la importancia del uso correcto de los elementos de protección personal (EPP) y el cumplimiento de las normas de seguridad durante sus labores.

Figura 27

Charlas de seguridad y salud en el trabajo



Inducción sobre el uso de los equipos de protección personal (EPP), dirigida a los trabajadores de una obra en el resguardo indígena Caño Mochuelo. Durante esta actividad, se brindan recomendaciones y lineamientos sobre la importancia del uso correcto de elementos como el casco, las botas de seguridad y demás implementos necesarios para prevenir accidentes.

Figura 28

Reunión con el personal para énfasis en la seguridad



Se brindaron recomendaciones a los trabajadores sobre la importancia de utilizar de manera correcta y constante los elementos de protección personal (EPP) durante la ejecución de las actividades, con el propósito de prevenir accidentes, minimizar riesgos y garantizar su seguridad en el entorno laboral.

Figura 29

Elementos del botiquín de la obra



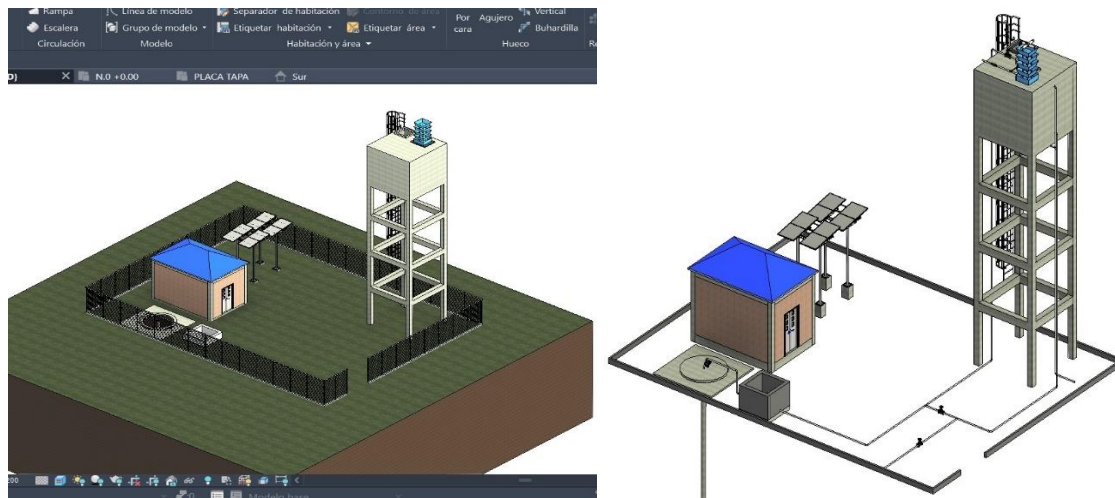
Objetivo 5

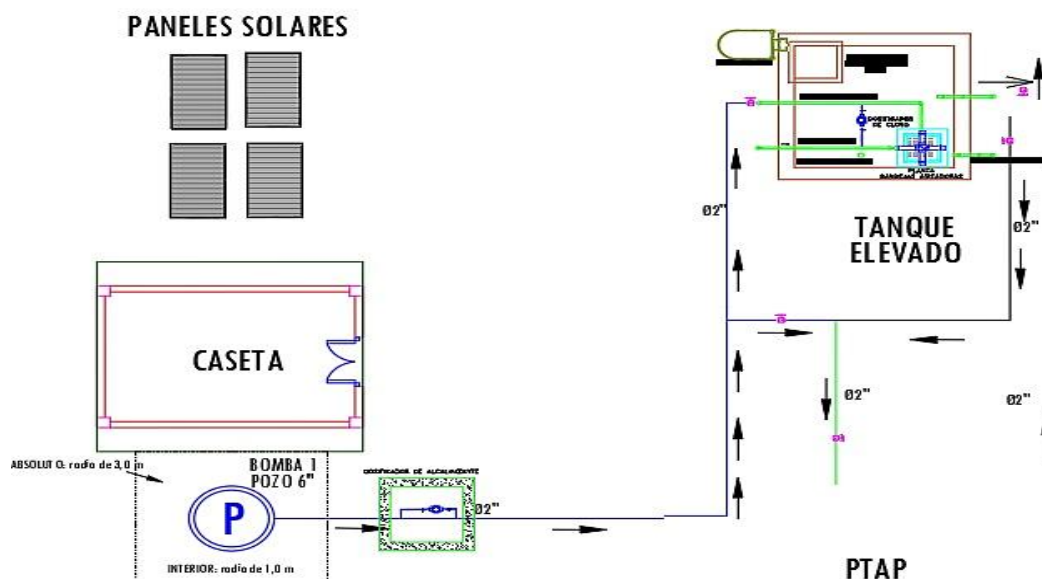
“Implementar el uso de la herramienta computacional Revit para la construcción de modelos en 3D de los diferentes proyectos de la empresa con la finalidad de mejorar los flujos de trabajo.”

El modelado en 3D con la herramienta Revit, aplicado al proyecto de Topochales, es de gran utilidad porque permite mejorar la eficiencia en los flujos de trabajo. Gracias a la representación visual de la obra, se puede tener una idea mucho más clara de lo que se va a construir, cómo se verá y cómo se desarrollará. Además, facilita el cálculo de cantidades de obra, lo cual ayuda a estimar con mayor precisión los materiales que se van a utilizar. También es una herramienta clave para llevar un mejor control del proyecto en relación con el cronograma establecido.

Figura 31

Modelado en 3d con la herramienta Revit de la obra de los Topochales



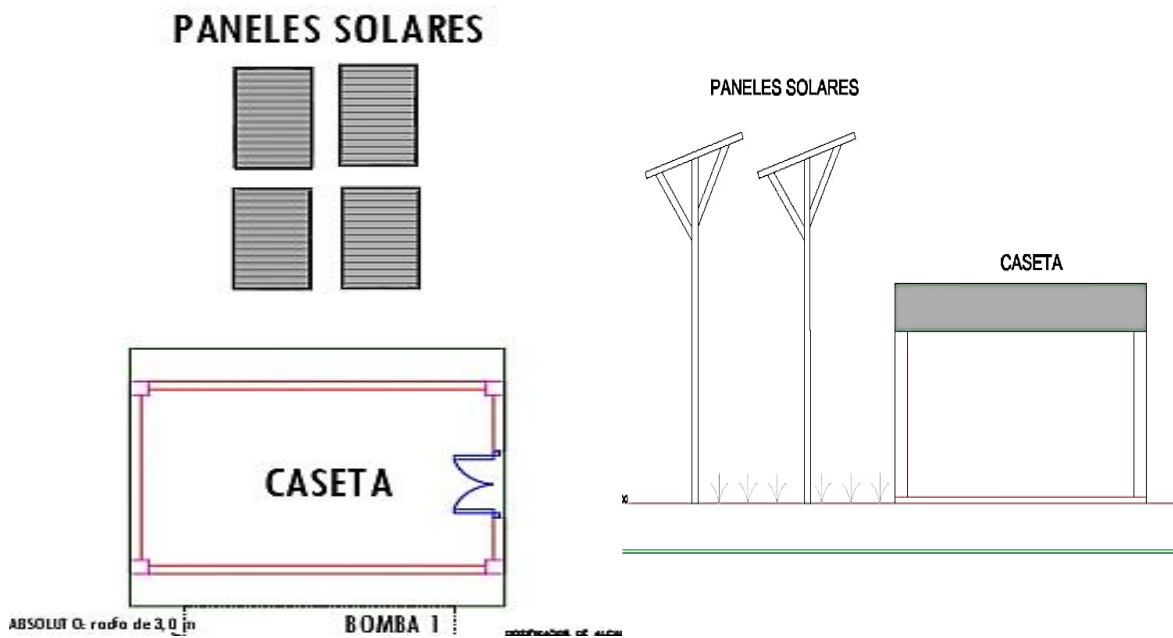


Se muestra el modelo tridimensional desarrollado en Revit para el proyecto de Topochales. Este diseño permite visualizar de manera clara y detallada la disposición de los elementos que conforman el sistema, como la caseta de operación, la torre elevada para almacenamiento de agua, los paneles solares y el cerramiento perimetral. Gracias a esta representación, fue posible identificar con anticipación aspectos constructivos clave y optimizar el uso del espacio disponible. Además, el modelo sirvió de apoyo para la elaboración de planos, cuantificación de materiales y seguimiento del cronograma de ejecución, lo que aportó significativamente a la planificación general del proyecto.

La vista en perspectiva generada mediante el software Revit, en la cual se observa una estructura metálica que soporta un sistema de paneles solares. Esta instalación está diseñada para suministrar energía a la caseta donde se ubicará la bomba hidráulica.

Figura 32

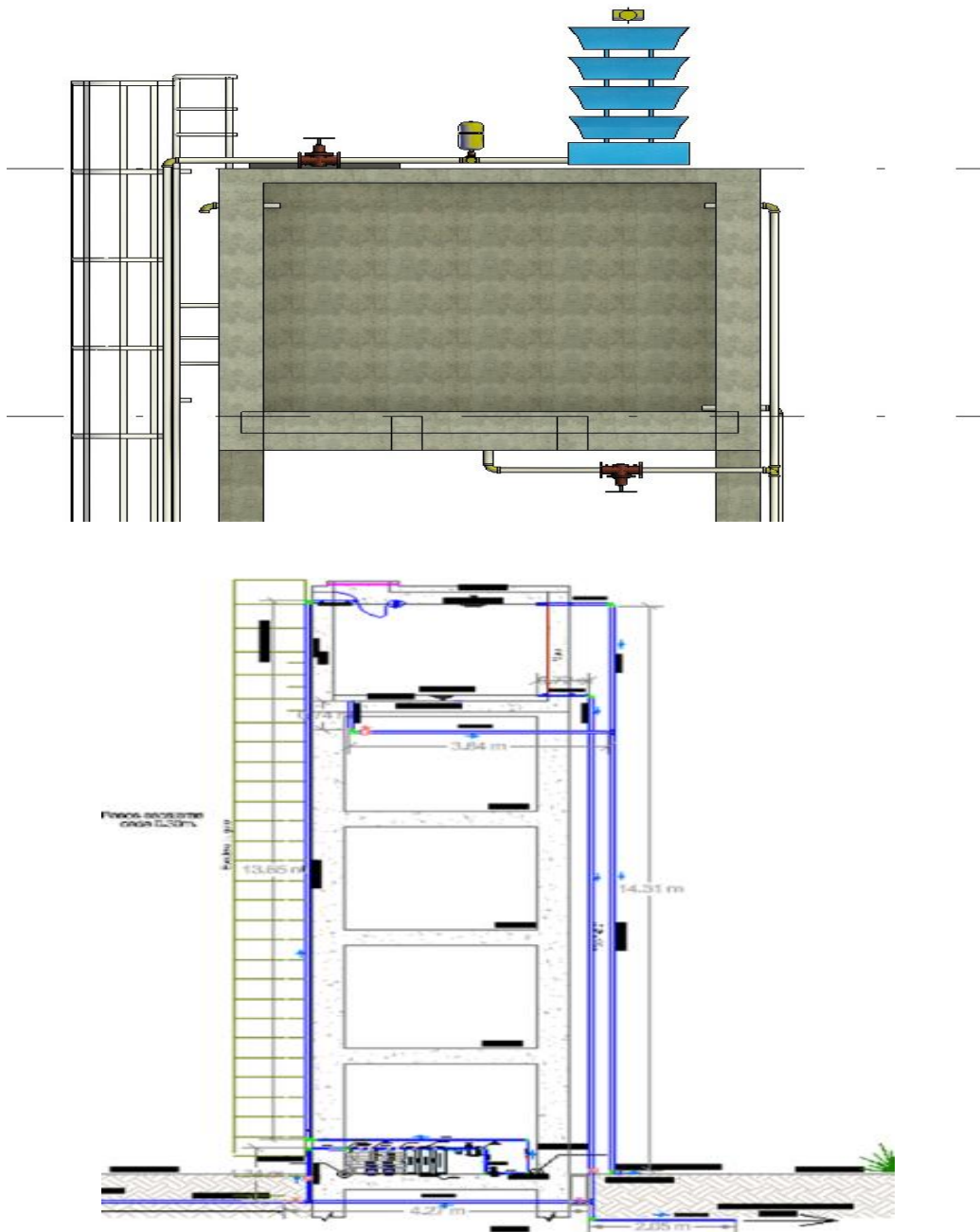
Modelado en 3D de los Paneles solares



Corte lateral de un tanque elevado diseñado en Revit, en el que se detalla la estructura de soporte, el sistema de tuberías de entrada y salida, válvulas de control y accesorios hidráulicos. En la parte superior se observa el sistema de cloración compuesto por un clorador tipo embudo escalonado y el equipo dosificador.

Figura 33

Modelado en 3D de la Estructura del tanque elevado

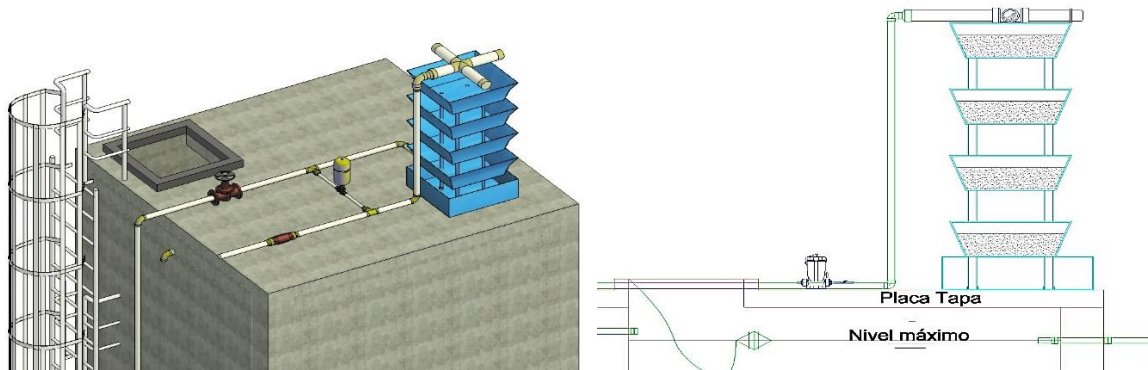


Vista isométrica del tanque elevado, donde se destaca la instalación de un sistema de aireación superficial, conformado por un aireador de tipo escalonado que permite la oxigenación del agua almacenada. Se incluyen también las tuberías de PVC, válvulas de

control y dispositivos auxiliares como válvulas de retención y un manómetro, que forman parte de la red hidrosanitaria del tanque. Además, se observa la estructura metálica de acceso, facilitando las labores de mantenimiento y supervisión del sistema.

Figura 34

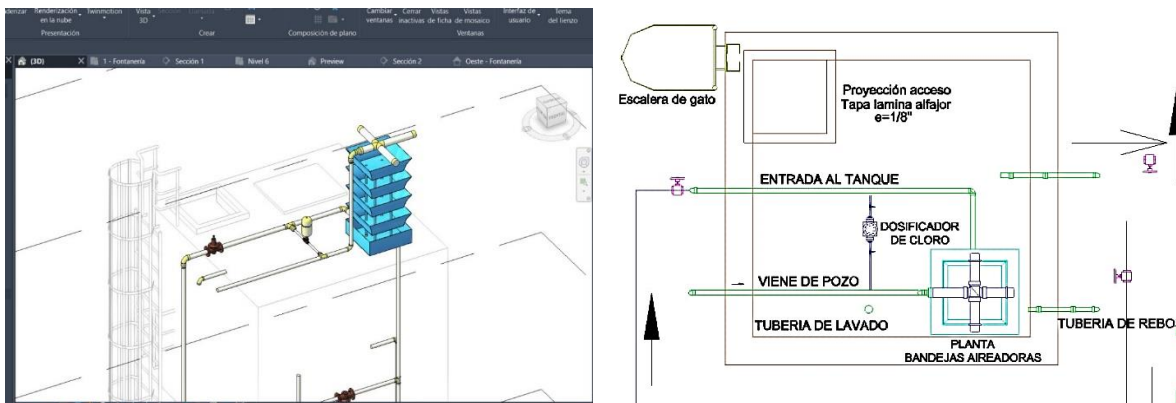
Modelado en 3D de bandejas aireadoras



Modelado 3D de las instalaciones hidráulicas ubicadas sobre un tanque elevado. Se observan las tuberías de conducción de agua, válvulas de compuerta, un manómetro para control de presión, y un aireador tipo torre escalonada conectado en la parte superior del sistema, cuya función es la oxigenación del agua almacenada.

Figura 35

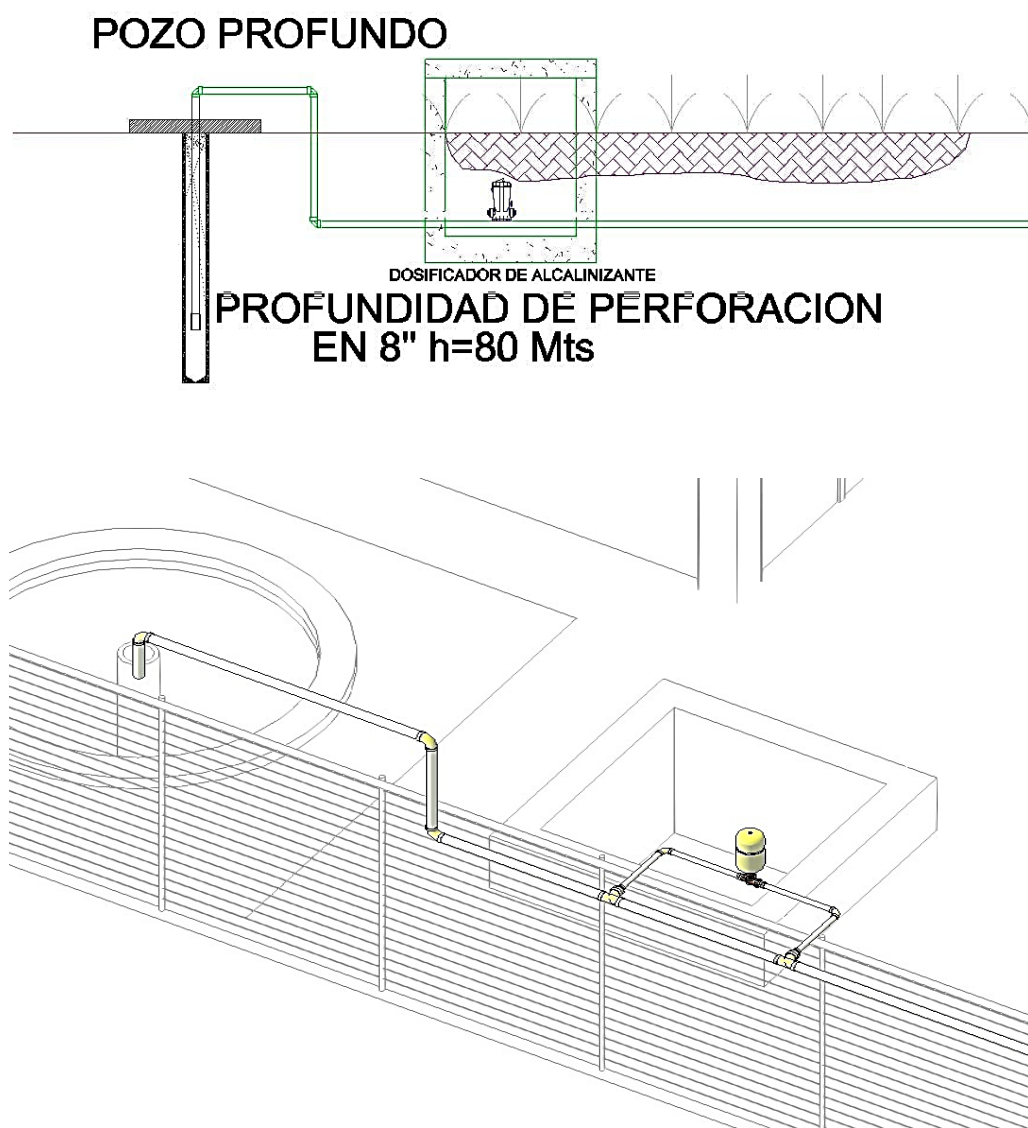
Modelado en 3D de instalaciones hidráulicas



Esquema técnico y modelado en 3D de un pozo profundo con una perforación de 80 metros de profundidad y 8 pulgadas de diámetro, diseñado para la captación de agua subterránea. El sistema incluye una bomba sumergible que impulsa el agua hacia un sistema de tratamiento primario, donde se incorpora un dosificador de alcalinizante para el ajuste del pH del agua.

Figura 36

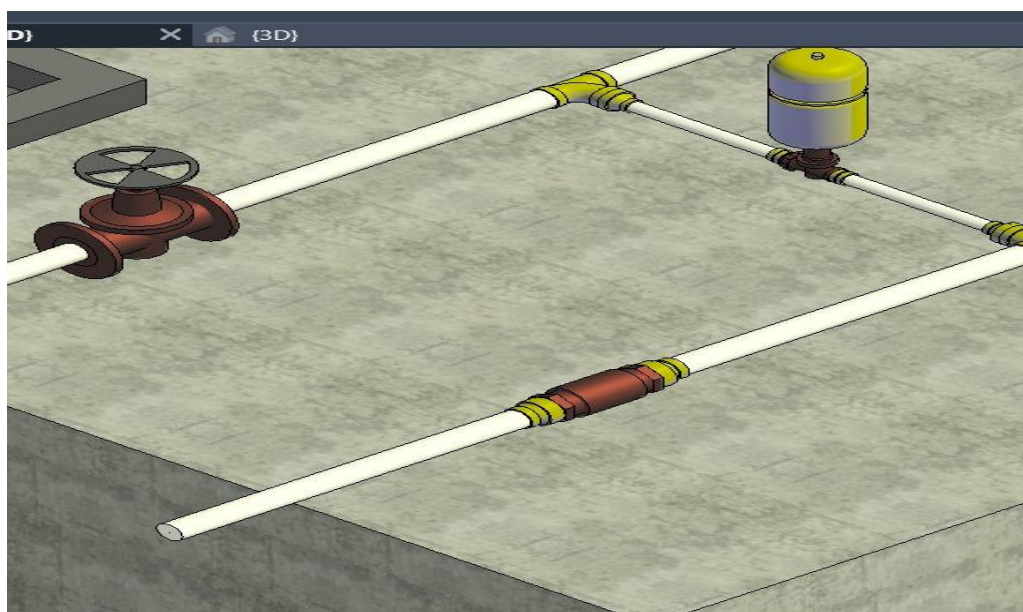
Modelado en 3D de la perforación del pozo profundo



Instalación hidráulica compuesta por diversos accesorios esenciales para el control y distribución del agua, como una válvula de compuerta para el cierre del sistema, un tanque hidroneumático que estabiliza la presión, una unión mecánica que permite empalmar tramos de tubería y accesorios de latón como codos y uniones, que garantizan la conexión segura y eficiente entre los diferentes componentes del sistema.

Figura 37

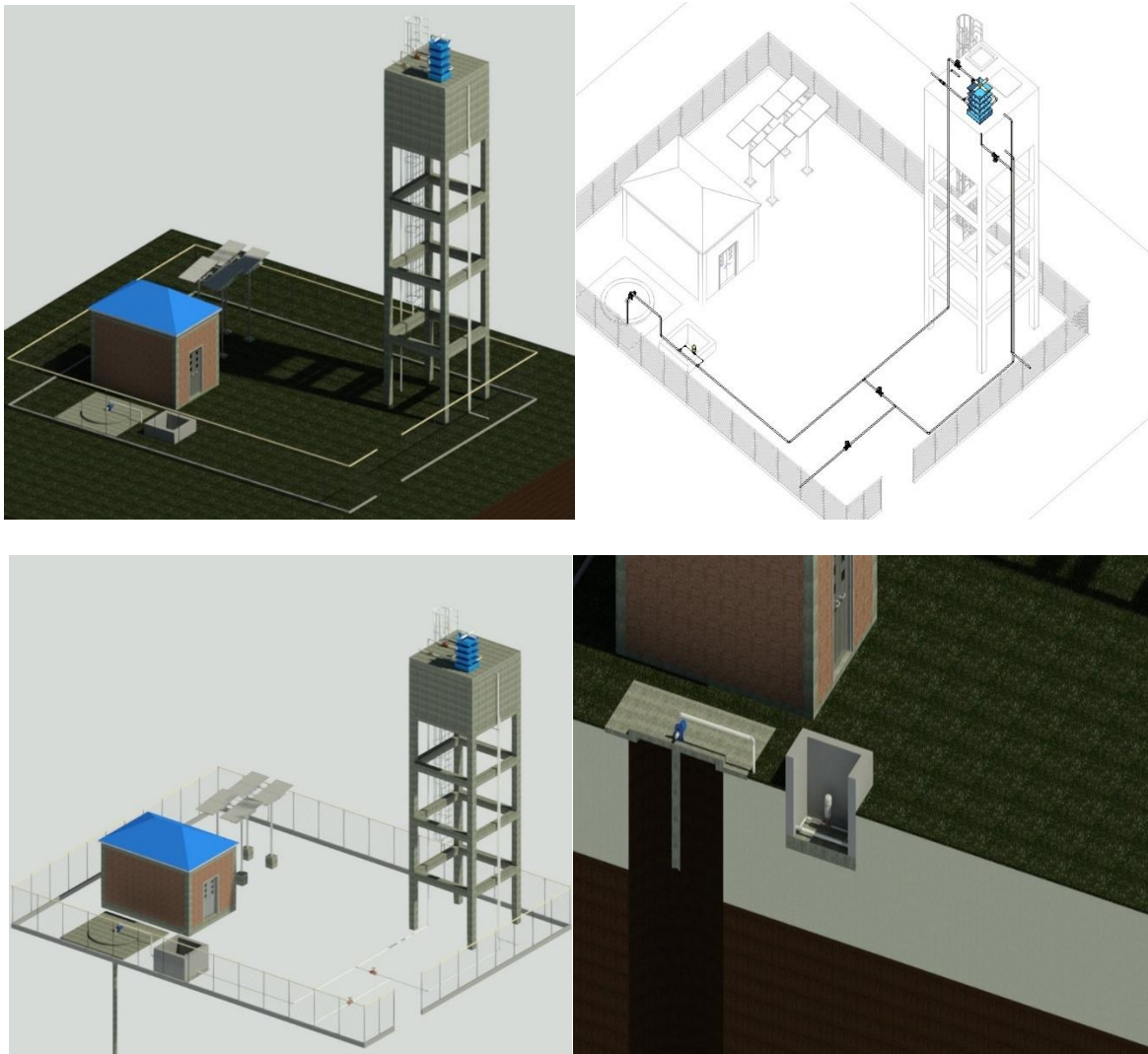
Modelado en 3D de accesorios



Modelado en 3d del proyecto general que contiene planta de abastecimiento de agua potable compuesta por un tanque elevado de almacenamiento, una caseta de control con paneles solares para suministro energético autónomo, un pozo profundo y un sistema de tuberías subterráneas.

Figura 38

Modelado en Revit en 3D en totalidad de la obra



Conclusiones

La práctica empresarial permitió aplicar de manera efectiva los conocimientos adquiridos durante la formación académica, evidenciándose en la participación directa en la ejecución del sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento básico para una comunidad rural de 250 habitantes. Se logró la instalación de un tanque elevado de 30 m³ a 15 metros de altura, lo cual garantiza una presión mínima de 1.5 kg/cm² en la red de distribución, cumpliendo con la normatividad vigente.

El seguimiento técnico permitió identificar retrasos del 12 % en el cronograma inicial debido a factores climáticos y logísticos, los cuales fueron gestionados mediante ajustes en la programación de actividades y refuerzos en la logística de transporte, logrando así una recuperación parcial del tiempo perdido y evitando sobrecostos mayores al 5 %.

Los ensayos de prueba de carga en redes hidráulicas y sanitarias presentaron resultados satisfactorios, dado que los sellos se verificaron y no hubo fugas lo que confirma el cumplimiento de las especificaciones técnicas del RAS 2000. Además, se verificó la correcta operación del sistema de bombeo, que logró un caudal sostenido de 2.5 L/s desde el pozo profundo a 60 m de profundidad.

En materia de seguridad, la implementación del SG-SST permitió reducir los incidentes laborales en un 80 %, pasando de 5 incidentes menores registrados en la fase inicial a solo 1 al cierre del proyecto, gracias a la capacitación continua y al uso adecuado de los Elementos de Protección Personal (EPP) por parte del personal en obra.

El modelado en Revit le puede permitir una cuantificación precisa de materiales, reduciendo los errores respecto a los cálculos iniciales. Además, facilita la coordinación entre las disciplinas involucradas (estructuras, hidráulica y eléctrica), optimizando el uso de recursos y asegurando una ejecución más eficiente y controlada del proyecto.

Recomendaciones

Fortalecer los canales de comunicación entre el equipo técnico y el personal en obra, con el fin de asegurar que las especificaciones del proyecto sean comprendidas y aplicadas correctamente durante todas las fases de ejecución.

Establecer planes de contingencia ante factores externos como el clima o el estado de las vías de acceso, ya que estos elementos pueden generar retrasos logísticos y afectar el avance del proyecto. Incluir soluciones como almacenamiento anticipado de materiales y programación flexible.

Mantener y actualizar periódicamente los elementos del botiquín de primeros auxilios, y realizar capacitaciones básicas en atención de emergencias, garantizando así una respuesta rápida ante cualquier incidente en obra.

Continuar promoviendo la cultura de seguridad y el uso adecuado de los EPP mediante charlas, señalización visible y seguimiento constante, reforzando el compromiso del personal con su protección y el cumplimiento de las normas del SG-SST.

Impulsar el uso de herramientas digitales como Revit y otros sistemas BIM (Building Information Modeling) en futuros proyectos, ya que mejoran la eficiencia, la coordinación técnica y permiten detectar errores de diseño antes de la ejecución, optimizando tiempo y recursos.

Referencias

- AESGPRI. (2023). Informe De Seguimiento A Las Asignaciones Especiales Del Sistema General De Participaciones Para Los Resguardos Indigenas –Aesgpri. Gov.co. <https://www.casanare.gov.co/Dependencias/Planeacion/Informes/Informe%20Asignaciones%20Especiales%20Resguardos%20Indigenas%20-%202022.pdf>
- APHA, AWWA & WEF. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23rd ed.). American Public Health Association.
- Bahnas, N., Adel, K., Khallaf, R., & Elhakeem, A. (2024). Monitoring and controlling engineering projects with blockchain-based critical chain project management. *Automation in Construction*, <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105484> 165(105484), 105484.
- Campo Usuga, J. F. (2022). Estado del arte de los sistemas sépticos para el tratamiento del agua residual en zonas rurales [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/31573>
- Carrard, N., et al. (2019). *Groundwater typically is free of suspended solids...* *Science of the Total Environment*, 1(1), 100-101. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721077111>
- Castaño Herzig, S., & Ramírez Vargas, C. A. (2008). Evaluación económico-ambiental de sistemas de tratamiento con humedales en Pereira. Tesis, Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11059/859>
- Certicalia. (2022, 26 julio). ¿Qué hace el residente de obra? | Certicalia. Certicalia | Soluciona todos tus trámites y gestiones. <https://www.certicalia.com/blog/funciones-ingeniero-residente-obra>

- Congreso Recuperado de de la República. (1994). Ley 142 de 1994. Recuperado de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>
- Constitución Política de Colombia. (1991). Secretaría del Senado. Recuperado de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Davies, J., MacDonald, A., Calow, R., & Chilton, J. (2005). *Developing groundwater: A guide for rural water supply*. Practical Action Publishing. Recuperado de <https://www.ircwash.org/resources/developing-groundwater-guide-rural-water-supply>
- de Ariporo, 85250-Paz. (s/f). Estructura de población: Paz de Ariporo, CG 2005 y CNPV 2018. Gov.co. Recuperado el 20 de noviembre de <https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/fichas/85250.pdf> 2024,
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd ed.). Wiley. <https://acortar.link/SR0wiX>
- Entretenimiento Tolima. (2022). Paz de Ariporo está situada al noreste del departamento de Casanare. Entretenimiento Tolima. <https://entrenimentotolima.com/paz-de-ariporo-esta-situada-al-noreste-del-departamento-de-casanare/>
- European Investment Bank. (2023). Masaka–Mbarara Water Supply & Sanitation Project: Completion report. Recuperado de <https://www.eib.org/masaka-mbarara-report>
- Fernández-Muñoz, B., Montes-Peón, J. M., & Vázquez-Ordás, C. J. (2012). Safety culture: Analysis of the causal relationships between its key dimensions. *Journal of Safety Research*, 43(6), 399-408. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2012.10.006>

- García, M., & López, J. (2018). Tecnología y diseño de bombas sumergibles en sistemas de agua potable. Editorial Ingeniería y Agua.
- Gobernación de Casanare. (2020). Plan de Desarrollo Departamental 2020–2023: Productivo, Equitativo y Sostenible. Recuperado de <https://www.casanare.gov.co/plan2020-2023>
- Gómez-Niño, H. I. (2020). Análisis piezométrico del acuífero de Yopal, Casanare. Boletín de Geología, 42(2), 89–103. Recuperado de <https://revistas.unbosque.edu.co/boletindegeologia/v42n2>
- González Cuevas, J. A. (2017). *Pruebas de carga en sistemas hidráulicos y sanitarios*. Revista Ingeniería y Desarrollo, 35(2), 55-66. <https://revistas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/9555>
- Grönwall, J., & Danert, K. (2020). *Sustainable groundwater treatment technologies...* ScienceDirect. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721077111>
- Güiza, et al (2020). Tecnologías de la información y las comunicaciones aplicadas a la gestión del agua: El caso del río Bogotá. Scielo.sa.cr. 38962020000100076 [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-38962020000100076)
- Haider, A., & Khan, S. (2021). Solar-powered deep well drilling for sustainable rural water supply in northern Pakistan. Journal of Renewable Water Resources, 12(4), 235–248. Recuperado de <https://www.jrwr.org/article/solar-powered-deep-well>
- Hernández Ortega, A. C. (2019). Modelo hidrogeológico de acuíferos cuaternarios en Maní, Casanare. Tesis, Universidad Industrial de Santander. Recuperado de <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/13035>

- ICONTEC. (2023). Normas Técnicas Colombianas (NTC). Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. <https://www.icontec.org/>
- Jothivel, S., Fu, D., Mary, S., Rene, E. R., & Singh, R. P. (2023). Potable and irrigation suitability of different water supply systems in riverine communities at river Cauvery distributaries, India. *Environmental Research*, 236(Pt 2), 116809. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116809>
- Kerzner, H. (2013). *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*. Wiley. <https://www.wiley.com/en-us/Project+Management%3A+A+Systems+Approach+to+Planning%2C+Scheduling%2C+and+Controlling%2C+13th+Edition-p-9781119805373>
- Keshtgar, L., Rostami, A., Azimi, A. A., Dehghani, M., & Ataollahi, S. (2019). The impact of barrier walls (baffle) on performance of septic tanks in domestic wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*, 161, 254–259. <https://doi.org/10.5004/dwt.2019.24303>
- La Cruz, Delzo, Lorenzo, Mattos, D.(2020).Perdida de carga en un sistema de tuberías de agua. <https://acortar.link/YWHyEx>.
- Madera, C. A., Silva, J. P., & Peña, M. R. (2005). Sistema combinado tanque séptico–humedal para tratamiento de aguas residuales en el Valle del Cauca. *Ingeniería y Competitividad*, 7(2), 5–10. Recuperado de <https://revistaingenieria.univalle.edu.co/article/view/2512>
- Méndez, R., & López, S. (2020). Modular solar-powered deep wells for rural Guatemala. *Journal of Rural Engineering*, 10(1), 45–58. Recuperado de <https://www.jre.org/aguadelpueblo>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1974). Decreto 2811 de 1974. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Decreto-2811-de-1974.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (1993). Ley 99 de 1993. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/08/ley-99-1993.pdf>
- Nnaji, C. C., & Agunwamba, J. C. (2012). A rational approach to septic tank design. *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, 31(1), 68–78. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/237102480_A_Rational_Approach_to_Septic_Tank_Design
- Occupational Safety and Health Administration (OSHA). (n.d.). OSHA Safety and Health Program Management Guidelines. Retrieved from <https://www.osha.gov/shpmguidelines>
- Omondi, J., Mwangi, P., & Wanjiku, L. (2008). Community-driven rotational well drilling and distribution systems in Mwingi, Kenya. *African Water Journal*, 4(2), 112–126. Recuperado de <https://africanwaterjournal.org/mwingi-wells>
- Organización Panamericana de la Salud. (2017). Agua y saneamiento. Organización Panamericana de la Salud. <https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento>
- Paz de Ariporo - Casanare. (s.f.). Información del municipio. Gobernación de Casanare. <https://www.pazdeariporo-casanare.gov.co/MiMunicipio/Paginas/Informacion-del-Municipio.aspx>
- Pérez, M. L., & Vargas, C. A. (2015). Impacto de la modernización del acueducto de Bogotá en eficiencia y calidad del servicio. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 30(2), 193–209. Recuperado de <https://www.revistasia.gov.co/perezvargas2015>

- Perforación Rotatoria de pozos de agua. (2023). En *Scribd*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/390822072/Perforacion-Rotatoria-de-Pozos-de-Agua>
- Pickford, J. (2007). Sanitation in developing countries: The role of septic tanks and treatment systems. Routledge. Recuperado <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311843.2020.1823633#abstract>
- Plan de Ordenamiento Territorial de Paz de Ariporo. (2020). Diagnóstico municipal y proyecciones territoriales. Alcaldía <https://www.pazdeariporo-casanare.gov.co>
- Prensa Libre Casanare. (2016, 26 de enero). Se venció préstamo de planta portuaria en Caño Mochuelo, evitando crisis sanitaria. Recuperado de <https://prensalibrecasanare.com/casanare/2016-plantaagua>
- Project Management Institute. (2017). A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (6th ed.). Project Management Institute. <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards/foundational/pmbok>
- Quintana, G. (2024, octubre 23). Municipal Residente de de Paz Obra. de Ariporo. Fenarq.com. <https://www.fenarq.com/2024/10/residente-de-obra.html>
- Rezaei, H., Ryan, B., & Stoianov, I. (2015). Pipe failure analysis and impact of dynamic hydraulic conditions in water supply networks. *Procedia Engineering*, 119, 253–262. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.883>
- Rinchen, S., Banihashemi, S., & Alkilani, S. (2024). Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries. *Project Leadership and Society*, 5(100138), 100138. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100138>

- Rodríguez Pérez, L. A., & Suárez Torres, G. M. (2021). Modelo hidrogeológico numérico en época de sequía para finca El Paradero, Hato Corozal, Casanare. Tesis, Universidad El Bosque. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12495/7340>
- Rojas, A., & Hernández, F. (2020). El modelado de información de construcción (BIM) en la ingeniería civil: Un enfoque hacia la gestión eficiente de proyectos. *Revista de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Antofagasta*, 28(1), 32-42. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-07002020000100032
- Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo -. (2021, julio 7). Gov.co. <https://www.minambiente.gov.co/planeacion-y-seguimiento/sistema-de-gestion-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>
- Todo Ingenierías. (2023). Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable: Guía completa. <https://todoingenierias.com/disenio-de-un-sistema-de-abastecimiento-de-agua-potable-guia-completa/>
- United Nations Development Programme. (2024). Isingiro water supply and sanitation for refugee and rural communities. Recuperado de <https://www.undp.org/isingiro-wssp>
- US Environmental Protection Agency & Ministerio de Salud Colombia. (Años varios). Normativas de agua potable para consumo humano.
- Zamudio Rodríguez, M. (2016). Evaluación de la gestión integrada de recursos hídricos en Colombia. *Revista Colombiana de Recursos Hídricos*, 8(1), 12–29. Recuperado de <https://www.revistarecursoshidricos.gov.co/zamudio2016>

Anexos

Apéndice 1 Ensayo de resistencia a la compresión

Figura 39

Resultados del Ensayo de resistencia a la compresión

DALKO PROYECTOS S.A. NT-30.28.29-1		SISTEMA DE GESTIÓN - FORMATOS DE LABORATORIOS										COD: LAB-COMP-01 FECHA: 12-10-2020 VERSIÓN: 02		"TRABAJAMOS PARA SER LOS MEJORES"					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO																			
NORMA INV.E-438 / 2013, NTC 679																			
CLIENTE:		CONTRERAS CORTEZ SERVICIOS DE INGENIERIA SAS										SOLICITUD No:		0-2020-00234					
PROYECTO:		CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DIFERENCIALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO PARA LAS COMUNIDADES INDIGENAS DE TOROCHALES, GUINAL Y EL NERREY DEL RESGUARDO INDIANA CAÑO MOCHUELLO, EN EL MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORE, DEPARTAMENTO DEL CASANARE.										RESISTENCIA (PSI):		1.500					
LOCALIZACIÓN:		MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORE, CASANARE										CEMENTO:		1.00					
DESCRIPCIÓN:		CONCRETO MECLADO EN OBRA										ASRIGADO FINO:		2.00					
		MATERIAL (CEMENTO - ARENA TRITURACION - TRITURADO) ACELERADO										AGREGADO GRUESO:		4.00					
No.	LOCALIZACIÓN	FECHA DE TOMA	ESTRUCTURA - RESISTENCIA ESPECIFICADA	FECHA ROTURA	EDAD DE ROTURA	DÍAS HORAS	PESO CILINDRO (Kg)	ALTURA CILINDRO (cm)	DIAMETRO (cm)	VOL. m ³	PESO UNITARIO (Kg/m ³)	AREA (Pulg ²)	CARGA (KN)	CARGA (Lb)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (PSI)	RESISTENCIA (MPa)	% DE RESISTENCIA	ASENTAMIENTO EN PULGADAS
01	UNIDADES	8-mar-25	SOLADO	8-mar-25	8	DÍAS	11.418	30.2	35.1	0.0059	2.439	27.18	342.26	42.093	3	8,316	7.81	77.0%	5.5"
02	SANTITAS	4-mar-25		11-mar-25	7	DÍAS	11.472	30.3	35.2	0.0055	2.258	26.13	191.33	42.391	3	8,528	80.6	102.2%	
03	UNIDADES	8-mar-25	SOLADO	8-mar-25	8	DÍAS	11.898	30.1	35.3	0.0059	2.441	27.18	300.8	41.836	3	8,316	8.88	81.0%	6.4"
04	SANTITAS	4-mar-25		11-mar-25	7	DÍAS	11.435	30.2	35.1	0.0054	2.239	26.13	268.4	44.473	3	8,581	10.9	105.4%	
05	UNIDADES	4-mar-25	SOLADO	8-mar-25	4	DÍAS	11.416	30.3	35.2	0.0055	2.258	26.13	348.9	33.474	3	8,290	8.2	79.1%	5.5"
06	SANTITAS	4-mar-25		11-mar-25	7	DÍAS	11.442	30.3	35.2	0.0056	2.269	26.16	395.5	41.947	3	9,540	10.6	102.8%	
OBSERVACIONES: EL PROCESO DE MUESTREO FUE REALIZADO EN CAMPO Y LLEVADO A LABORATORIO																			
EQUIPO DESCRIPCIÓN: BALANZA DIGITAL 3000 KG. CODIGO: EQ-CHL-002 PRECISIÓN DIGITAL 2000 KG. EQ-CHL-009																			
*Los resultados obtenidos hacen referencia únicamente a la muestra sometida a ensayo. *No se asume responsabilidad alguna por la divulgación parcial o total de este documento sin permiso escrito.																			
Vicer. Casanare, Calle 2da No. 27 - 71 B/Villa del Sol, Cel. 3236437140 E-mail: dalkolaboratorio@ingenieria@gmail.com																			

DALKO PROYECTOS S.A. NT-30.28.29-1		SISTEMA DE GESTIÓN - FORMATOS DE LABORATORIOS										COD: LAB-COMP-01 FECHA: 12-10-2020 VERSIÓN: 02		"TRABAJAMOS PARA SER LOS MEJORES"					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO																			
NORMA INV.E-438 / 2013, NTC 679																			
CLIENTE:		CONTRERAS CORTEZ SERVICIOS DE INGENIERIA SAS										SOLICITUD No:		0-2020-00234					
PROYECTO:		CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DIFERENCIALES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BASICO PARA LAS COMUNIDADES INDIGENAS DE TOROCHALES, GUINAL Y EL NERREY DEL RESGUARDO INDIANA CAÑO MOCHUELLO, EN EL MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORE, DEPARTAMENTO DEL CASANARE.										RESISTENCIA (PSI):		1.500					
LOCALIZACIÓN:		MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORE, CASANARE										CEMENTO:		1.00					
DESCRIPCIÓN:		CONCRETO MECLADO EN OBRA										ASRIGADO FINO:		3.00					
		MATERIAL (CEMENTO - ARENA TRITURACION - TRITURADO) ACELERADO										AGREGADO GRUESO:		4.00					
No.	LOCALIZACIÓN	FECHA DE TOMA	ESTRUCTURA - RESISTENCIA ESPECIFICADA	FECHA ROTURA	EDAD DE ROTURA	DÍAS HORAS	PESO CILINDRO (Kg)	ALTURA CILINDRO (cm)	DIAMETRO (cm)	VOL. m ³	PESO UNITARIO (Kg/m ³)	AREA (Pulg ²)	CARGA (KN)	CARGA (Lb)	TIPO DE FALLA	RESISTENCIA OBTENIDA (PSI)	RESISTENCIA (MPa)	% DE RESISTENCIA	ASENTAMIENTO EN PULGADAS
1.	UNIDADES	7-mar-24	RUMBOO S/O A/O	11-mar-25	4	DÍAS	11.433	30.2	35.1	0.0054	2.239	27.18	223.5	33.031	3	8,192	7.99	72.4%	8.0"
2.	SANTITAS	7-mar-24		16-mar-25	7	DÍAS	11.424	30.2	35.2	0.0054	2.248	26.13	246.2	41,936	3	9,544	10.7	104.1%	
OBSERVACIONES: EL PROCESO DE MUESTREO FUE REALIZADO EN CAMPO Y LLEVADO A LABORATORIO																			
EQUIPO DESCRIPCIÓN: BALANZA DIGITAL 3000 KG. CODIGO: EQ-CHL-002 PRECISIÓN DIGITAL 2000 KG. EQ-CHL-009																			
*Los resultados obtenidos hacen referencia únicamente a la muestra sometida a ensayo. *No se asume responsabilidad alguna por la divulgación parcial o total de este documento sin permiso escrito.																			
Ingen. Casanare, Calle 2da No. 27 - 71 B/Villa del Sol, Cel. 3236437140 E-mail: dalkolaboratorio@ingenieria@gmail.com																			

Figura 40

Cilindros para el ensayo a la resistencia a la compresión



Nota: los ensayos fueron suministrados por DALKO PROYECTOS SAS cuyos cilindros se realizaron del concreto de las vigas de cimentación de resistencia de 2500 psi.

Apendice 2 Resultados Fisicoquímico y microbiológico del agua

Figura 41

Resultados calidad de agua en el resguardo Caño Mochuelo



CS-010-11-0001
Revisión 13
Fecha de Vigencia
2022/04

INFORME DE RESULTADOS No. 2025_177

Huella No.	0219-25	Fecha De Reporte	19-05-2025
Orden No.	2025_070		
ID	1668		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Razón Social	COMERCIO REGISTRADO PAZ 2024	NET	501.095.269-2
Contacto	Katherin Marcela Rocha Gamero	C.C. No.	--
Dirección	CR. 25 A 13 A - 19 Yopal Casanare		
Teléfonos	310 581 4178		
E-mail	comercioregistrado2024@gmail.com		
Lugar del Muestreo	Casanare - Pto de Asprero - Caño Macuato		
Punto de Muestreo	Quifal		
Tipo de Agua	Subterránea	Tipo de Muestreo	Muestra Simple
Tipo de Análisis	Fisicoquímica y Microbiológica	Plan de Muestreo	No aplica
Fuente de Abastecimiento	Pozo Profundo	Normatividad Aplicada	Decreto_1378_2015
Georreferenciación	N.N.R. W=18 N=161 E=11 m	Estado del Tiempo	No aplica
Fecha del Muestreo	2025-05-06	Hora del Muestreo	14:45:00
Fecha de Recepción	2025-05-08	Hora de Recepción	8:38:00
Fecha de Análisis	2025-05-08	Aforo	No aplica

No. 2025_177 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

REF	FECHA DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	MÉTODO	UNC	RESULTADO	UNIDAD	INCERTIDUMBRE	LÍMITE DE REFERENCIA	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
P-60	2025-05-08	Color Aparente	SN 2120 C - Espectrofotómetro	0,00	88,23	UPC	0,50	-	-
P-72	2025-05-08	**Conductividad	SN 2510 B - Electrónica	0,00	906,00	µS/cm	0,05	-	-
P-150	2025-05-08	Hierro Total	SN 3500- Fe B. Fotométrico	0,10	4,03	mg Fe/L	0,05	-	-
P-163	2025-05-08	Manganeso total	SN 3500- Mn B. Fotométrico	0,05	0,52	mg/L	0,02	-	-
P-194	2025-05-08	**pH	SN 1900 H+ B Electrónica	N/A	5,32	Unidades de pH	0,09	-	-
P-226	2025-05-08	Sólidos totales	SN 2540 B - Gravimétrico Secado a 103 - 105 °C	40,00	<40,00	mg/L	0,09	-	-
P-244	2025-05-08	Turbidez	SN 2110 B - Nefelómetro	0,10	12,07	NTU	0,03	-	-

Carrera 26 No. 21 - 47
Teléfono: (0) 532 8675
Yopal, Casanare

Móvil: 3112129595 - 3140522204
Email: ambientestaa@gmail.com
www.ambientestaa.com.co



Laboratorio Acreditado NTC ISO/IEC
17025 Según Resolución No. 1398
del 17 de octubre de 2023.

INFORME DE RESULTADOS

Nº. 2015_177

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ANÁLISIS PRESENTACIONES										
Nº		FECHA DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	MÉTODO	UNC	RESULTADO	UNIDAD	INCERTIDUMBRE	EXISTE EVIDENCIA	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
P-001	1	2015-05-08	Coliformos Totales NMP	SH 9223 B - Sustrato Enzimático, Multicolor	1,00	21,4x10 ²	NMP de Microorganismos mesófilos (100 ml)	0,09	-	-
P-003	1	2015-05-08	Escherichia coli (E. coli) NMP	SH 9223 B - Sustrato Enzimático, Multicolor	1,00	3,1x10 ²	NMP de Microorganismos mesófilos (100 ml)	0,12	-	-

1. Padrones Acreditados (Nº 1001)
2. Padrones de Acreditación (Nº 1002)
3. Padrones Subcontratados (Nº 1003)
4. Padrones Subcontratados (Nº 1004)

1. Datos suministrados por el cliente
2. Los análisis de pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto, Conductividad y Sólidos Totales, se realizaron en el laboratorio de Ambitest S.A.S.
- UNC: Límite de Incertidumbre
- 20-25°C: Método normalizado para análisis de aguas

Nota 1: La declaración de conformidad fue emitida con un nivel de probabilidad del 95% y un factor de cobertura k=2

Nota 2: La declaración de conformidad aplica para los métodos de ensayo validados por el laboratorio Ambitest S.A.S. o ensayos normalizados internacionalmente

OBSERVACIONES

Pruebas realizadas por:

Elaborado por: ☒ Los resultados aplican a la muestra para la cual Ambitest S.A.S. ☐

Resultados válidos únicamente para las muestras analizadas.

Para obtener más información consulte con: QA de verificación.

No se puede considerar más información sobre el análisis de Ambitest S.A.S.

En caso de ser necesario, la información de esta muestra se encuentra en el archivo de datos según se requiera en el informe de datos, revisión de documentos previos.

Ambitest S.A.S. no es responsable de la información suministrada por el cliente que puede afectar la validez de los resultados.

Elaborado por: ☒ Los resultados aplican a la muestra para la cual Ambitest S.A.S. ☐

Juan Manuel Díaz Ponce
Quinceño PO-00001
Coordinador Técnico
AMBITEST S.A.S.

FIN DEL INFORME



Código: 11-0005
Revisión: 1.0
Fecha de Vigencia:
2019/04

INFORME DE RESULTADOS No. 2025_177

Muestra No. Orden No.	0176-01 2025_177	Fecha De Reporte	26-05-2025							
ID	FAR									
INFORMACIÓN DEL CLIENTE										
QUEM SOLAR CONTACTO DIRECCIÓN TELÉFONOS E-mail	LEONOR LIO REGAMARIN PRZ JUA Ruthen Marcela Rocha Barera CR 25 # 20 A - 10 Páez Casanare 310 581 4178 leonorlioregamarinprz@gmail.com		NIT C.C. No. --							
UBICACIÓN DEL MUESTRO PUNTO DE MUESTRO TIPO DE AGUA TIPO DE ANÁLISIS FUENTE DE ABASTECIMIENTO COORDINACIÓN FECHA DEL MUESTRO FECHA DE ENTREGA FECHA DE ANÁLISIS	Casanare - Páez de Arias - Cáliz Muchocho Topografía Subsuelo Fisicoquímica y Microbiología Pura Profunda Nivel, Nivel, Nivel: N/A, n 2025-05-07 2025-05-08 2025-05-08		TIPO DE MUESTRO PLAN DE MUESTREO NORMATIVIDAD APLICADA ESTADO DEL TÍMPO HORA DEL MUESTRO HORA DE ENTREGA ANÁLISIS Muestra Simple No aplica Decreto_1875_2015 No reporte 0:48:30 0:42:30 No aplica							
No. 2025_177										
ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO										
REF	FECHA DE ANÁLISIS	PALLETINO	METODO	UNC	RESULTADO	UNIDAD	INCERTIDUMBRA	VALOR DE REFERENCIA MAX	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD	
F-80	1	2025-05-08	Olor Aparente	SP 2120 C - Espectrofotométrico	5,00	35,68	UPC	0,58	-	-
F-77	1	2025-05-08	17°C Conductividad	SP 2510 B - Electrométrica	0,00	715,00	µS/cm	0,55	-	-
F-150	1	2025-05-08	Hierro Total	SP 3530- Fe B. Fotométrico	0,10	1,83	mg Fe/L	0,05	-	-
F-163	1	2025-05-08	Manganeso total	SM 7180- Mn B. Potenciométrico	0,05	0,16	mg/L	0,02	-	-
F-194	1	2025-05-08	11pH	SP 4500 H+ B Electrométrica	N/A	5,69	Unidades de pH	0,05	-	-
F-206	1	2025-05-08	Sólidos totales	SP 2540 B - Gravimétrica Secado a 103 - 105 °C	40,00	148,00	mg/L	0,28	-	-
F-244	1	2025-05-08	Turbidez	SM 2130 B - Nefelómetro	0,10	10,38	NTU	0,02	-	-

Carrera 28 No. 21 - 47
Teléfono: (01) 632 0675
Yopal, Casanare

Móvil: 3112129595 - 3140930204
Email: ambientest@gmail.com
www.ambientest.com.co



Laboratorio Ambientest NIT 150394
17025 Según Resolución No. 1208
del 17 de octubre de 2025.



Código IT 0005
Revisión: 18
Fecha de Vigencia:
2013/04

INFORME DE RESULTADOS

No. 2025_177

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

RIF	FECHA DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	MÉTODO	UMC	RESULTADO	LA UNO	INTERPRETACIÓN	RAZÓN DE REFERENCIA	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
P 99	1	2025 05 00	Coliformes Totales MPN	SM 5212 B - Substrato Difusión, Multitubo	1,00	68,3x10 ³	NMP de Pseudomonas muc/100 mL	0,05	-
P 103	1	2025 05 00	Enterobacterias (E. coli) NMP	SM 5212 B - Substrato Difusión, Multitubo	1,00	12,8x10 ³	NMP de Pseudomonas muc/100 mL	0,12	-

1. Parámetro: Acetato de Sodio
2. Parámetro: Acetato de Sodio
3. Parámetro: Acetato de Sodio
4. Parámetro: Acetato de Sodio

* Única controlada por el cliente.
+ Los valores de pH, temperatura, conductividad, pH, fuerza iónica y fuerza
iónica se refieren al momento de análisis de la muestra.
UMC: Unidad de Cuentas por Mililitro
SM 5212 B: Método de análisis de la muestra

Nota 1: Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Nota 2: La interpretación de conformidad aplica para los métodos de análisis microbiológico por el método de análisis de la muestra.

OBSERVACIONES

Elaborado por:

Revisado por: ☒ Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Elaborado por: ☒ Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Elaborado por: ☒ Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Elaborado por: ☒ Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Elaborado por: ☒ Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Elaborado por: ☒ Los resultados se expresan en unidades de probabilidad (NMP) y en factor de conversión (x10³)

Por medio de la presente
Justo Manuel LUIS PARRA
Químico (P) 00001
Controlador Técnico
AMBITEST S.A.S.
FIN DEL INFORME



Código HT-0005
Revisión: 18
Fecha de Vigencia:
2012/04

INFORME DE RESULTADOS No. 2025_177

Muestra No.	0121-25	Fecha De Reporte	26-05-2025
Orden No.	2025_100		
ID	1048		
INFORMACIÓN DEL CLIENTE			
Razón Social	COMERCIO PANADERIA PULZUM	SIT	WUJOM 200-2
EMPALTO	Batallas Manabá Bocha Barroa	C.C. No.	--
DIRECCIÓN	CR 28 # 29 A - 2ª etapa Casanare		
TÉLEFONOS	310 581 4178		
E-mail	comercioquindopulz@gmail.com		
LUGAR DEL MUESTRO	Casanare - Paz de Ariporo - Caño Mochuelo		
PUNTO DE MUESTRO	Mans		
TIPO DE AGUA	Subterránea	TIPO DE MUESTRO	Muestra Simple
TIPO DE ANÁLISIS	Fisicoquímica y Microbiológica	PLAN DE MUESTRO	No aplica
PLAN DE MONITOREO	Punto Periódico	FECHA DE MONITOREO	Después, 10/15, 20/15
COORDENACIÓN	N/A, N/A, N/A, N/A, N/A, N/A	ESTADO DEL TIEMPO	No registra
FECHA DEL MUESTRO	2025-05-07	HORA DEL MUESTRO	8:15:00
FECHA DE RECEPCIÓN	2025-05-08	HORA DE RECEPCIÓN	9:45:00
FECHA DE ANÁLISIS	2025-05-08	OTRO	No aplica

No. 2025_177

RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS

RT	FECHA DE ANÁLISIS	PARÁMETRO	MÉTODO	UNID.	RESULTADO	UNID. UNID.	UNID. UNID.	UNID. UNID.	UNID. UNID.	UNID. UNID.
P-60	1	2025-05-08	Color Apariencia	SH 2120 C - Densitofotométrico	5,00	63,58	UPC	0,58	-	-
P-71	1	2025-05-08	**Conductividad	SH 2510-B - Electrométrica	0,00	274,00	µS/cm	0,05	-	-
P-150	1	2025-05-08	Hierro Total	SH 3500-FA - Espectrofotométrico	0,10	1,09	mg Fe/L	0,06	-	-
P-145	1	2025-05-08	Manganeso total	SH 3500-FA - Espectrofotométrico	0,05	8,11	mg/L	0,08	-	-
P-154	1	2025-05-08	**pH	SH 4500 H+ - Electrométrica	N/A	5,73	Unidades de pH	0,05	-	-
P-235	1	2025-05-08	Sólidos totales	SH 2540 B - Gravimétrica Secado a 103 - 105 °C	40,80	<40,80	mg/L	0,58	-	-
P-244	1	2025-05-08	Turbidez	SH 2138 B - Nefelométrico	0,10	16,23	NTU	0,01	-	-

Carrera 26 No. 21 - 47
Teléfono: (81) 632 6675
Yopal, Casanare

Móvil: 3112 129595 - 31405 32204
Email: ambientestusa@gmail.com
www.ambientest.com.co



Laboratorio Acreditado NIT 1307802
17025 Según Resolución No. 1096
del 17 de octubre de 2023.



AMBITEST
Análisis Ambiental de las Aguas Subterráneas
Laboratorio Regional de Análisis de Aguas
Calle 10 de Agosto 1000
P.O. Box 1000

Código: FT-0008
Revisión: 1.0
Fecha de Vigencia:
2014/01/01

INFORME DE RESULTADOS

No. 0036-177									
ANÁLISIS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS									
REF	TÍTULO DE ANALISIS	PARÁMETROS	MÉTODO	UNID	RESULTADO	UNIDAD	CONCENTRACIÓN	UNIDAD DE REFERENCIA	DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD
P-29	1	2025-05-05	Coliformes Totales MP	SM 9223 B - Sistema Enterolítico, Multicelda	1/100	14,5x10 ³	NMP de Microorganismos mesófilos/100 ml	0,05	-
P-184	1	2025-05-05	Enterobacteriaceas (E. coli) MP	SM 9223 B - Sistema Enterolítico, Multicelda	1/100	3,0x10 ³	NMP de Microorganismos mesófilos/100 ml	0,12	-

1- Presencia de Coliformes Totales (MP)

2- Presencia de Enterobacteriaceas (MP)

3- Presencia de Enterobacteriaceas (MP)

4- Presencia de Enterobacteriaceas (MP)

* Datos controlados por el cliente

El cliente debe ser informado de los resultados, los resultados, los resultados y los resultados

Los resultados se expresarán en unidades de medida

MP: Unidad de Contaminación

SM 9223 B: Método de cultivo para análisis de aguas

NOTAS:

1. La contaminación bacteriana de las aguas subterráneas puede ser causada por la contaminación de las aguas superficiales o por la contaminación de las aguas subterráneas.

2. La contaminación bacteriana de las aguas subterráneas puede ser causada por la contaminación de las aguas superficiales o por la contaminación de las aguas subterráneas.

OBSERVACIONES

El cliente debe ser informado de los resultados, los resultados, los resultados y los resultados

Los resultados se expresarán en unidades de medida

MP: Unidad de Contaminación

SM 9223 B: Método de cultivo para análisis de aguas

El cliente debe ser informado de los resultados, los resultados, los resultados y los resultados

Los resultados se expresarán en unidades de medida

MP: Unidad de Contaminación

SM 9223 B: Método de cultivo para análisis de aguas



AMBITEST

Integrado Regional de Análisis Ambiental de las Aguas Subterráneas

Calle 10 de Agosto 1000

P.O. Box 1000

PAZ DE ARIPORE

Figura 42

Extracción de muestras de las aguas subterráneas

