



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

**“Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del
Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato,
provincia de Tungurahua”**

Trabajo de titulación modalidad proyecto técnico, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil.

AUTOR: Juan Pablo Guerrero Acurio

TUTOR: Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD

AMBATO – ECUADOR

2026

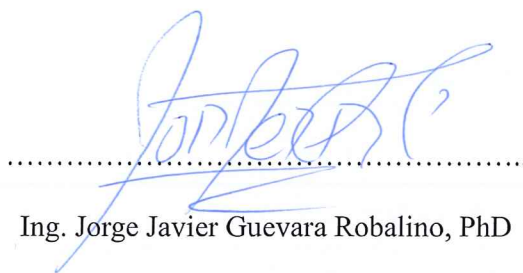
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el estudiante Juan Pablo Guerrero Acurio, portador de la cédula de ciudadanía número 1500930639, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, enero 2026



.....

Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD

C.C.: 1803250503

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Juan Pablo Guerrero Acurio**, con C.C.: 1500930639 declaro que todos los contenidos y actividades expuestos en el desarrollo del presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, enero 2026



.....
Juan Pablo Guerrero Acurio

C.C.: 1500930639

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi proyecto técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, enero 2026



.....
Juan Pablo Guerrero Acurio

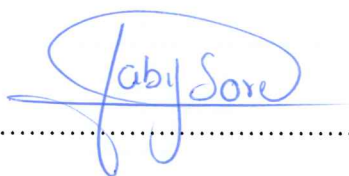
C.C.: 1500930639

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto técnico, realizado por el estudiante Juan Pablo Guerrero Acurio, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUÍA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

Ambato, enero 2026

Para constancia firma:



Ing. Mg. María Gabriela Soria Pugo

C.C.: 1803981214

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Bolivar Eduardo Paredes Beltrán, PhD.

C.C.: 1804041646

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

La finalización de esta tesis representa un logro que valoro con inmensa gratitud. Ha sido un recorrido extenso y desafiante para llegar hasta aquí, por lo que me es imposible no dedicar unas palabras a quienes hicieron posible este trayecto.

A mi madre, quien ha sido mi guía y mi mayor fortaleza. Su amor incondicional, su esfuerzo constante y su inquebrantable fe en mí han sido el impulso que me acompañó en cada paso de este camino. Gracias por enseñarme a creer en mis, incluso cuando yo misma dudaba, y por ser siempre un ejemplo de perseverancia y entrega.

A mis hermanos, mis compañeros de vida y una de las bendiciones más grandes que Dios me ha dado. Su apoyo incondicional, sus palabras de aliento y su ayuda constante hicieron que este camino fuera mucho más llevadero. Gracias por celebrar conmigo cada logro, por darme fuerza en los momentos difíciles y, sobre todo, por enseñarme con su ejemplo que en la vida todo se consigue con esfuerzo y dedicación.

Finalmente, a todas aquellas personas que creyeron en mí. Su apoyo, sus palabras de aliento y la confianza que depositaron en mis habilidades fueron una fuente continua de inspiración y motivación.

Este trabajo es dedicado a todos ustedes, mi más sincero y profundo agradecimiento.

Juan Guerrero

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi apoyo durante este largo camino que me impulso a desarrollarme como una persona profesional mi madre Carmen del Rocio Acurio Acurio, el cual siempre me muestra con sus enseñanzas cual es camino correcto a pesar de las dificultades que he pasado. Gracias por ser mi guía, mi inspiración y mi mayor apoyo tanto en la toma de decisiones como económico. A lo largo de este proyecto y camino te agradezco por el tipo de hombre que soy.

A mis hermanos, quienes me apoyaron también tanto en este proyecto y a saber cómo funciona el mundo afuera en la competencia laboral, a poder decidir qué camino quiero para mi vida que es lo bueno que es lo malo y que cada acción tiene consecuencias a lo largo de la vida. Gracias a Dayanara Guerrero, Nataly Guerrero, Alex Guerrero y Christian Guerrero por ayudarme a lo largo de mi vida.

A mis más grandes amigos en este largo trayecto, Anthony, Felipe, Marlon, Kerly, Rubén, su amistad sincera, las risas compartidas y apoyo incondicional en la carrera a todos ustedes gracias por ser refugio en los momentos más desafiantes que pasamos juntos. Les deseo muchos éxitos en sus carreras profesionales.

A cada uno de ustedes, mi más profundo y sincero agradecimiento. Su amor, apoyo y confianza fue la fuerza que me impulso a culminar este viaje.

Juan Guerrero

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	xvii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xviii
ABSTRACT.....	xix
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO.....	1
I. JUSTIFICACIÓN.....	1
II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	2
III. OBJETIVOS.....	6
A. OBJETIVO GENERAL	6
B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6

CAPITULO II.- METODOLOGÍA.....	7
I. EQUIPOS Y MATERIALES.....	8
A. Etapa I: Levantamiento Topográfico.....	8
B. Etapa II: Parámetros de Diseño.....	8
C. Etapa III: Diseño Hidráulico y Presupuesto referencial.....	9
II. METODOS.....	9
A. Etapa I.....	9
1) Levantamiento Topográfico.....	10
B. Etapa II.....	11
1) Parámetros de Diseño.....	11
a) Población y Muestra.....	11
2) Área del Proyecto.....	11
3) Periodo de Diseño.....	12
4) Población de Diseño.....	13
a) Tasa de Crecimiento Poblacional.....	13
b) Población Actual.....	15
c) Población Promedio por Vivienda.....	15
d) Población Permanente.....	16
e) Población Flotante.....	16
f) Población actual.....	16
g) Población Futura.....	17
h) Dotación.....	18
i) Dotación Media Actual.....	19

j)	Dotación Media Futura.....	20
k)	Caudal Medio Diario.....	20
l)	Caudal Máximo Diario.....	21
m)	Caudal Máximo Horario.....	21
n)	Volumen de Almacenamiento.....	21
o)	Modelación de Abastecimiento de la Red de Agua Potable.....	33
C.	Etapa III.....	35
1)	Diseño y Trazado de la Red.....	35
CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		36
I. ETAPA I.....		36
A.	Ubicación y Descripción del Entorno del Proyecto.....	36
1)	Ubicación Macro.....	36
2)	Ubicación Meso.....	37
3)	Ubicación Micro.....	38
B.	Características Físicas y Socioeconómicas del Área de Estudio.....	39
1)	Morfología y configuración del relieve.....	39
a)	Corte Transversal.....	39
b)	Corte Longitudinal.....	40
2)	Aspectos Climáticos.....	40
3)	Economía del Sector.....	41
C.	Determinación del Agua en la Fuente.....	41
D.	Aplicación de Encuestas para la Recolección de Datos.....	42
1)	Determinación del Tamaño de la Muestra.....	42

2)	Análisis de los Datos de la Encuesta.....	43
E.	Levantamiento Topográfico.....	55
1)	Determinación y Fijación de Puntos de Referencia.....	55
2)	Levantamiento de Información Topográfica.....	56
a)	Verificación de los Puntos de control:	56
b)	Recorrido en campo:	56
c)	Toma de puntos topográficos:	56
d)	Etapa de gabinete:	56
3)	Procesamiento de la Información Obtenida en Campo.....	56
II.	ETAPA II.....	57
A.	Parámetros de Diseño.....	57
1)	Periodo de Diseño.....	57
2)	Tasa de Crecimiento Poblacional.....	57
a)	Método Aritmético o Lineal.....	58
b)	Método Geométrico.....	60
c)	Método Exponencial.....	63
3)	Población Promedio por Vivienda.....	66
4)	Población Permanente.....	66
5)	Población Flotante.....	67
6)	Población Actual.....	67
7)	Población Futura.....	68
a)	Método Aritmético.....	68
b)	Método Geométrico.....	68
c)	Método Exponencial.....	69

8) Dotación Media Actual.....	69
9) Dotación Media Futura.....	71
10) Caudal Medio Diario.....	71
11) Caudal Máximo Diario.....	72
12) Caudal Máximo Horario.....	72
13) Volumen de Almacenamiento	72
a) Volumen Actual del Tanque de Almacenamiento.....	72
b) Diagrama de Tuberías.....	75
b) Condiciones Estáticas.....	81
c) Condiciones Dinámicas.....	87
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
I. CONCLUSIONES.....	93
II. RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig 1. Ubicación Macro, República del Ecuador, Provincia Tungurahua.....	36
Fig 2. Ubicación Meso, Provincia Tungurahua, Cantón Ambato.....	37
Fig 3. Ubicación Micro, Parroquia Pinllo, Pueblo Lacón.....	38
Fig 4. Eje Transversal del Caserío Lacón.....	39
Fig 5. Corte Longitudinal del Caserío Lacón.....	40
Fig 6. Servicio de Agua Potable en Caserío Lacón.....	43
Fig 7. Servicio de Alcantarillado en el Caserío Lacón.....	44
Fig 8. Disposición de Pozo Séptico/Letrina/Otro en el Caserío Lacón.....	45
Fig 9. Servicio de Acometida de Agua Potable.....	46
Fig 10. Predios que se Abastecen de la Acometida de Agua Potable.....	47
Fig 11. Calificación de la Tarifa que se Paga por el Servicio de Agua Potable.....	48
Fig 12. Calificación del Servicio de Agua Potable.....	49
Fig 13. Presión que llega el Agua Potable al Predio.....	50
Fig 14. Calificación de la Calidad del Agua.....	51
Fig 15. Llegada del Agua, Limpia o Turbia.....	52
Fig 16. Disposición de Agua Potable en los días de la Semana.....	53
Fig 17. Cantidad Considerada que se Recibe de Agua.....	54
Fig 18. Abastecimiento de Otra Fuente.....	55
Fig 19. Tendencia Lineal Obtenida Mediante el Método Aritmético.....	60
Fig 20. Tendencia Lineal Obtenida Mediante el Método Geométrico.....	62
Fig 21. Diagrama de Tuberías Propuesto para el Caserío Lacón.....	75
Fig 22. Área de Aportación para cada Nodo.....	76
Fig 23. Modelación en WaterGEMS, diagrama de presiones en Nudos.....	83

Fig 24. Modelación en WaterGEMS, diagrama de Velocidades en Tuberías.....	86
Fig 25. Modelación en WaterGEMS, diagrama de presiones en Nudos.....	89
Fig 26. Modelación en WaterGEMS, diagrama de Velocidades en Tuberías.....	92

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable.....	12
TABLA II. Índice de Crecimiento Según Región Geográfica.....	13
TABLA III. Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio.....	18
TABLA IV. Niveles deservicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.....	19
TABLA V. Información obtenida de los censos realizados por el INEC.....	57
TABLA VI. Resumen Tasa de Crecimiento – Método Aritmético.....	59
TABLA VII. Resumen Tasa de Crecimiento – Método Geométrico.....	62
TABLA VIII. Resumen Tasa de Crecimiento – Método Exponencial.....	64
TABLA IX. Resumen Índice de Crecimiento.....	65
TABLA X. Consumo Mensual del Caserío Lacón.....	70
TABLA XI. Porcentaje de Área de Aportación y Gasto en cada Nodo.....	77
TABLA XII. Cálculo de Diámetro Nominal en pul transformado a mm, después sacado el diámetro comercial.....	78
TABLA XIII. Diámetros Escogidos Según Cálculos Obtenidos.....	80
TABLA XIV. Presiones en los nodos en estado estático del Caserío Lacón.....	81
TABLA XV. Estado Estático, Velocidades en Tuberías del Caserío Lacón.....	84
TABLA XVI. Presiones en los nodos en estado Dinámico del Caserío Lacón.....	87
TABLA XVII. Estado Dinámico, Velocidades en Tuberías del Caserío Lacón.....	90

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO_1.....	97
ANEXO_2.....	97
ANEXO_3.....	97
ANEXO_4.....	97
ANEXO_5.....	97
ANEXO_6.....	97
ANEXO_7.....	97

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

CPE: Código de Practica Ecuatoriano

JAAPYS: Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento

SAAP: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

SDAP: Sistema de Distribución de Agua Potable

PVR: Válvula Reguladora de Presión

PBV: Válvula de Purga

PDOT: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto tiene como finalidad desarrollar el diseño integral de la red de distribución de agua potable del Caserío Lacón, perteneciente a la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato. Actualmente, la comunidad presenta deficiencias en continuidad del servicio de agua potable, lo que motivó la necesidad de plantear un sistema técnicamente actualizado y acorde con la normativa vigente.

El estudio se ejecutó en tres etapas principales. La primera consistió en un levantamiento topográfico detallado, empleando equipos GNSS y procesamiento en AutoCAD Civil 3D, lo que permitió obtener curvas de nivel y definir el trazado óptimo de la red. En la segunda etapa se establecieron los parámetros de diseño, incluyendo proyecciones poblacionales mediante métodos aritmético, geométrico y exponencial; determinación de la dotación actual y futura; y el cálculo de los caudales de diseño (Q_{MD} y Q_{MH}), con base en los consumos reales proporcionados por la Junta Administradora y en la normativa INEN.

Además, se realizó un análisis socioeconómico mediante encuestas a los usuarios, lo que evidenció que, aunque la mayoría percibe el servicio como “bueno”, persisten problemas en continuidad, presión y episodios aislados de turbidez. Estos hallazgos justificaron la necesidad de una reestructuración completa del sistema.

En la tercera etapa se efectuó la modelación hidráulica utilizando WaterGEMS, verificando presiones, velocidades y pérdidas de carga en condiciones de caudal máximo diario y máximo horario. Los resultados demostraron que la red propuesta cumple con los parámetros técnicos, asegurando un suministro eficiente y continuo. Como último, se elaboraron los planos constructivos, el presupuesto referencial y las especificaciones técnicas, consolidando una propuesta de diseño funcional, segura y sostenible para satisfacer las necesidades presentes y futuras de la comunidad del Caserío Lacón.

PALABRAS CLAVE: AGUA POTABLE, MODELACIÓN HIDRÁULICA, WATERGEMS, LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, DOTACIÓN Y CAUDALES DE DISEÑO, TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL

ABSTRACT

The purpose of this project is to develop the comprehensive design of the potable water distribution network for the Lacón community, located in the parish of San Bartolomé de Pinillo, Ambato canton. Currently, the community faces deficiencies in the continuity of the potable water service, which has motivated the need to implement a technically updated system in accordance with current regulations.

The study was carried out in three main stages. The first consisted of a detailed topographic survey, using GNSS equipment and processing in AutoCAD Civil 3D, which made it possible to obtain contour lines and define the optimal layout of the network. In the second stage, the design parameters were established, including population projections using arithmetic, geometric, and exponential methods; the determination of current and future water demand; and the calculation of the design flows (QMD and QMH), based on actual consumption data provided by the Water Board and in accordance with INEN standards.

In addition, a socioeconomic analysis was conducted through user surveys, which revealed that although most residents perceive the service as “good,” issues related to continuity, pressure fluctuations, and isolated turbidity events persist. These findings justify the need for a complete restructuring of the system. In the third stage, hydraulic modeling was carried out using WaterGEMS, validating pressures, velocities, and head losses under maximum daily and maximum hourly flow conditions. The results demonstrated that the proposed network complies with technical requirements, ensuring an efficient and continuous water supply. Finally, the construction plans, referential budget, and technical specifications were developed, consolidating a functional, safe, and sustainable design proposal that meets the present and future needs of the Lacón community.

KYWORDS: POTABLE WATER, HYDRAULIC MODELING, WATERGEMS, TOPOGRAPHIC SURVEY, WATER DEMAND AND DESIGN FLOWS, POPULATION GROWTH RATE

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

I. JUSTIFICACIÓN

El acceso a un sistema de agua potable seguro y confiable es esencial para el desarrollo de las comunidades rurales, pues garantiza condiciones adecuadas de salud, bienestar y productividad. En el caserío Lacón, perteneciente a la parroquia San Bartolomé de Pinillo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua, habitan alrededor de 158 personas distribuidas en 38 viviendas, quienes actualmente cuentan con un sistema de abastecimiento que opera desde hace más de dos décadas. Con el paso del tiempo, este sistema ha presentado deficiencias estructurales y operativas que impiden cubrir de manera eficiente las necesidades actuales y futuras de la población [1].

La red de distribución existente, construida de forma empírica por la comunidad y la Junta Administradora de Agua Potable, fue implementada con materiales de diversa calidad —principalmente tuberías de PVC de diámetros reducidos— sin un diseño hidráulico técnico ni control adecuado de presiones y caudales. Esto ha provocado fugas, conexiones informales y una disminución de la eficiencia del sistema, afectando la continuidad y calidad del suministro. En consecuencia, el servicio actual no cumple con los parámetros establecidos en la Norma INEN 1108 ni en el Reglamento Ecuatoriano de la Construcción (NEC-SE-GR). Aunque la red aún funciona, su estado evidencia la necesidad urgente de reemplazarla por un nuevo diseño técnico que garantice un servicio seguro, continuo y equitativo [2].

El proyecto se justifica por su importancia social, sanitaria, técnica, ambiental y económica. Beneficiará directamente a los habitantes del caserío al mejorar su calidad de vida mediante un acceso confiable al agua potable; reducirá enfermedades de origen hídrico, optimizará el sistema de distribución con un diseño eficiente, promoverá el uso sostenible del recurso y permitirá a la Junta Administradora planificar mejor sus recursos, reduciendo costos de mantenimiento y operación. Pese a las limitaciones económicas y las condiciones topográficas del terreno, este proyecto constituye una propuesta integral, sostenible y de gran impacto comunitario, que busca garantizar la disponibilidad de agua de calidad para las generaciones presentes y futuras del caserío Lacón, fortaleciendo la gestión de su Junta Administradora y el desarrollo local [3].

II. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En los últimos años, el Ecuador ha experimentado una importante evolución en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de redes de distribución de agua potable tanto en áreas urbanas como rurales. Estas iniciativas han surgido con el objetivo de mejorar la cobertura, calidad y continuidad del servicio, asegurando que la población tenga acceso a un recurso vital conforme a las normas nacionales e internacionales de potabilidad. Los proyectos ejecutados entre 2020 y 2025 demuestran un avance significativo en el diseño técnico, la gestión comunitaria y la modernización de los sistemas de agua, los cuales constituyen referencias fundamentales para el presente estudio.

Uno de los criterios más importantes en el diseño hidráulico de las redes de distribución de agua potable es la presión disponible en cada nodo, ya que este parámetro se obtiene como resultado final del modelado hidráulico y condiciona el adecuado funcionamiento del sistema. Según la Norma CPE INEN 5 (Partes 9.1 y 9.2), para el análisis en condiciones estáticas y dinámicas la presión mínima debe ser de 10 m.c.a., pudiendo reducirse hasta 5 m.c.a. en proyectos donde el abastecimiento se realice mediante grifos públicos. En cuanto a los límites superiores, se establece que la presión estática máxima no debería superar 70 m.c.a., mientras que la presión dinámica máxima se recomienda que no exceda los 50 m.c.a., debiendo justificarse técnicamente cualquier valor que se aparte de estos rangos con el fin de garantizar la seguridad y eficiencia de la red [4].

Así mismo la tesis Evaluación de la Eficiencia Hídrica del Plano de Presiones mediante un Modelo Hidráulico con el software EPANET en los circuitos No. 4 y 6 de la red de distribución de agua potable del cantón Jipijapa, donde se modeló y calibró la red utilizando EPANET para analizar el comportamiento de presiones y pérdidas no contabilizadas y se evaluó la implementación de válvulas reguladoras de presión para mejorar la eficiencia del sistema, determinando la importancia de las mismas presiones dentro del rango establecido [5].

Uno de los proyectos más relevantes en los últimos años fue desarrollado en la parroquia San Andrés del cantón Pillaro, provincia de Tungurahua, donde se diseñó una red de distribución de agua potable para los barrios Yatchil Central y Huapante Chico. Este proyecto, ejecutado con el apoyo del Gobierno Autónomo Descentralizado y estudiantes de ingeniería civil, tuvo como finalidad mejorar la cobertura y garantizar presiones adecuadas en todos los puntos de consumo. Para ello se realizaron estudios topográficos, proyecciones de demanda y cálculos hidráulicos,

aplicando los lineamientos del Reglamento Ecuatoriano de Construcción (NEC) y la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1108 [6].

Desde 2020, Ecuador ha alineado su política pública con la Agenda 2030 para avanzar en el ODS 6 (agua y saneamiento). A nivel global, el JMP/OMS-UNICEF reporta avances, pero también brechas persistentes en acceso seguro al agua, especialmente en población rural y dispersa, enfatizando la necesidad de inversiones sostenidas y gestión comunitaria robusta. Estos hallazgos internacionales sirven de marco para el país y sustentan la urgencia de diseños técnicos que garanticen calidad, continuidad y accesibilidad económica del servicio en localidades pequeñas como Lacón [7].

Cobertura y calidad del servicio en Ecuador, a escala nacional, los indicadores oficiales muestran progresos en cobertura, pero con desafíos en continuidad, calidad y micro medición, particularmente en prestadores rurales. En 2023, la ARCA publicó su boletín estadístico con benchmarking de los prestadores, evidenciando diferencias de desempeño y la necesidad de fortalecer operación y mantenimiento, control de pérdidas y gestión comercial. Estos puntos se relacionan directamente con el rediseño de redes: diámetros adecuados, presiones controladas, sectorización y reducción de fugas [8].

El Censo 2022 del INEC actualiza la base demográfica para planificación: permite estimar la población por parroquias y, por ende, proyectar demandas y dotaciones. Para proyectos rurales, estos datos son la primera entrada del balance oferta-demanda, del cálculo de caudales de diseño y de la verificación de escenarios de crecimiento poblacional [9].

De acuerdo con la Norma CPE INEN 5 (Partes 9.1 y 9.2), el diseño hidráulico de las redes de distribución de agua potable debe garantizar condiciones de flujo que eviten tanto la sedimentación de material orgánico como la erosión interna de las tuberías. En este sentido, se establece que la velocidad mínima admisible del agua en las conducciones sea de 0,30 m/s, mientras que la velocidad máxima no debería exceder los 2,5 m/s, con el fin de asegurar un funcionamiento hidráulico adecuado. No obstante, estos valores pueden variar en función del material de la tubería, conforme a sus especificaciones técnicas. En los casos en que la red opere con velocidades inferiores al valor mínimo recomendado, el diseño deberá contemplar la implementación de

programas específicos de operación y mantenimiento, orientados a la limpieza periódica de las conducciones para preservar la eficiencia y vida útil del sistema. [4].

Desde 2023 se ha desarrollado investigación sobre el análisis de la eficiencia hidráulica de redes de distribución de agua potable en parroquias rurales, como en el estudio realizado en la parroquia Bayas del cantón Azogues, donde se evaluó el comportamiento hidráulico de la red mediante modelación en EPANET considerando variables como presión y velocidad, identificando tramos con bajos valores de velocidad y presiones superiores a los límites normativos [10].

De manera similar, en el cantón Mejía, provincia de Pichincha, se elaboró la “Propuesta para el diseño de la red de distribución de agua potable de la Junta Administradora Uyumbicho, sección sur”. Este trabajo analizó las deficiencias del sistema existente y planteó un rediseño completo, ajustando diámetros, pendientes, válvulas y puntos de control, en base a parámetros de presión y caudal establecidos por la normativa nacional. Además, incluyó un plan de mantenimiento preventivo y control de calidad del agua, fortaleciendo la sostenibilidad operativa del sistema comunitario [11].

En la provincia de Manabí, la Universidad Estatal del Sur de Manabí desarrolló el proyecto “Diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad Casas Viejas, parroquia Pedro Pablo Gómez”, donde se benefició a 253 habitantes mediante la construcción de una red por gravedad. El estudio incluyó levantamientos topográficos, estimación de dotaciones diarias y la proyección del crecimiento poblacional, asegurando que el sistema se mantenga operativo a largo plazo. El proyecto se adaptó a las características topográficas y climáticas de la zona, aplicando criterios de eficiencia hidráulica y uso racional del recurso [12].

En la ciudadela El Mirador, también en Manabí, se diseñó una red de distribución de agua potable con abastecimiento por gravedad, optimizando la ubicación del tanque de distribución y reduciendo los costos de bombeo. Este proyecto enfatizó la importancia del modelado hidráulico para equilibrar presiones y evitar pérdidas, logrando una distribución homogénea en todos los tramos de la red [13].

En Ecuador se destaca que las pérdidas por fricción constituyen un factor clave en el análisis hidráulico, debido a que se originan por el rozamiento del agua con las paredes internas de las tuberías y afectan directamente la presión disponible en la red. Según el Código Ecuatoriano de la Construcción, CPE INEN 5 (Partes 9.1 y 9.2), estas pérdidas deben ser consideradas obligatoriamente en el diseño hidráulico mediante el uso de ecuaciones reconocidas, como Darcy-Weisbach o Hazen-Williams, incorporando las características geométricas y el material de las conducciones para garantizar un funcionamiento eficiente del sistema [4].

Así mismo en investigaciones recientes realizadas en Ecuador se ha evidenciado que las pérdidas por fricción influyen de manera significativa en el desempeño hidráulico de las redes de distribución de agua potable, ya que afectan directamente la presión disponible y la eficiencia del sistema. Un ejemplo es el estudio desarrollado en 2023 sobre la red de distribución de agua potable de la parroquia Bayas, cantón Azogues, donde mediante modelación hidráulica se analizó el comportamiento de la red considerando presiones, velocidades y pérdidas de energía por fricción, permitiendo identificar deficiencias operativas y proponer mejoras técnicas para optimizar el servicio [10].

Las experiencias recopiladas reflejan una tendencia común: los sistemas de agua potable en Ecuador están en un proceso de modernización basado en criterios técnicos actualizados, sostenibilidad y participación comunitaria. La incorporación de herramientas de simulación hidráulica, el cumplimiento de las normas INEN 1108 y NEC, y el fortalecimiento institucional de las juntas administradoras de agua son elementos que garantizan la eficiencia y durabilidad de las redes [14].

La Junta Administradora de Agua del caserío Lacón, a partir de los antecedentes expuestos, reconoce la necesidad de ejecutar el diseño de una nueva red de distribución de agua potable, debido a que el sistema actual no garantiza presiones estables, continuidad ni calidad del servicio conforme a la normativa nacional. En este contexto, el proyecto propuesto tiene como objetivo aplicar criterios técnicos actualizados de diseño hidráulico, considerando presiones, velocidades de flujo, pérdidas de carga y materiales adecuados, con el fin de fortalecer la capacidad operativa de la Junta y asegurar el acceso permanente a agua segura y de calidad para la población del caserío Lacón.

III. OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

“DISEÑAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Realizar un levantamiento topográfico de la zona establecida para tener las curvas de nivel y poder realizar la ruta más óptima.*
- 2) Determinar los parámetros de diseño del sistema de distribución, para garantizar que los componentes funcionen adecuadamente durante el periodo de diseño.*
- 3) Realizar el diseño hidráulico de la red de distribución de agua potable del caserío Lacón, determinando diámetros, caudales y presiones adecuadas en función de la demanda poblacional y las condiciones topográficas del terreno, con el fin de garantizar un suministro eficiente y continuo del recurso hídrico a toda la comunidad; además, elaborar los planos correspondientes y el presupuesto referencial del sistema propuesto.*

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente estudio en el Caserío Lacón, se adoptó una metodología estructurada en tres etapas. La primera etapa consistió en la recopilación y análisis de toda la información física y técnica correspondiente al área de influencia del proyecto. En esta fase se realizó el levantamiento topográfico detallado del caserío Lacón, con el objetivo de determinar la morfología del terreno, las curvas de nivel y las cotas de referencia, elementos fundamentales para definir el trazado óptimo de la red de distribución.

La segunda etapa comprenderá la determinación de los criterios técnicos, hidráulicos y demográficos que servirán como base para el dimensionamiento de la nueva red de distribución. En esta fase se realizará el cálculo de la demanda actual y futura de agua potable, estableciendo los caudales de diseño y los parámetros necesarios que garanticen el correcto funcionamiento del sistema a lo largo del horizonte de servicio.

La tercera y última etapa corresponderá al diseño hidráulico integral de la nueva red de distribución de agua potable. Esta fase se desarrollará tomando como base la información topográfica y los parámetros de diseño definidos en la etapa anterior. Se emplearán herramientas computacionales especializadas para la simulación y validación del comportamiento hidráulico del sistema, se procederá a la elaboración de los planos constructivos y del presupuesto referencial del proyecto.

I. EQUIPOS Y MATERIALES

En el desarrollo de la presente investigación se emplearán diversos equipos y programas especializados que facilitarán la ejecución de las tres etapas metodológicas. Estos recursos permitirán obtener datos precisos, realizar análisis técnicos con mayor eficiencia y garantizar la calidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

A. Etapa I: Levantamiento Topográfico

Para el levantamiento topográfico del terreno se utilizarán equipos GNSS E-SURVEY E500, reconocidos por su alta precisión en trabajos geodésicos y de topografía aplicada. Asimismo, se hará uso del software especializado GEOSOLUTIONS, con licencia oficial, que permitirá la captura, procesamiento y validación de la información obtenida en campo, garantizando resultados topográficos precisos y confiables.

Posteriormente, la información recopilada será procesada mediante AutoCAD Civil 3D (versión 2023), lo que posibilitará la generación de planos topográficos y modelos digitales del terreno con un alto nivel de exactitud y detalle técnico.

B. Etapa II: Parámetros de Diseño

Para el procesamiento de la información y el modelado técnico se empleará un equipo portátil ASUS ROG STRIX, dotado con el software necesario para el desarrollo del estudio, incluyendo Microsoft Excel, utilizado para la proyección demográfica y el cálculo de caudales, Word, Autodesk AutoCAD Civil 3D, empleado para el análisis topográfico, definición de rutas y modelado de la red de distribución, todos bajo licencias académicas otorgadas por la universidad.

Asimismo, se considerarán las normas y reglamentos técnicos vigentes, tales como la NTE INEN 1108 – Agua Potable, la NEC-SE-GR – Instalaciones Hidrosanitarias, así como las guías técnicas emitidas por el MIDUVI y la Organización Mundial de la Salud (OMS), que servirán como referencia para el cumplimiento de los parámetros de diseño y las buenas prácticas de ingeniería.

Durante las actividades de campo se emplearán herramientas complementarias como equipos GPS, libretas de anotaciones y planos bases impresos, que permitirán cotejar la información obtenida y garantizar la precisión en el levantamiento de datos.

C. Etapa III: Diseño Hidráulico y Presupuesto referencial

Para el proceso de modelación y verificación del sistema hidráulico, para la simulación del comportamiento hidráulico de la red se usará WaterGEMS, empleado para el análisis avanzado de presiones, caudales y la sectorización del sistema. Asimismo, se utilizará AutoCAD Civil 3D para la elaboración de planos topográficos y el diseño del trazado, y Microsoft Excel o Presto para la elaboración del presupuesto y el análisis de precios unitarios [15].

El desarrollo de esta fase se ejecutará conforme a las normas y manuales técnicos vigentes, tales como la NTE INEN 1108 – Agua Potable, la NEC-SE-GR – Instalaciones Hidrosanitarias, y la Guía de Proyectos del Banco de Desarrollo del Ecuador (BDE). Como material de apoyo se considerarán los catálogos de tuberías y accesorios, así como las fichas técnicas de válvulas y conexiones, garantizando la selección adecuada de los componentes del sistema y la correcta aplicación de los criterios de diseño.

II. METODOS

A. Etapa I

En la etapa inicial se realizó una recopilación integral de información a nivel macro, meso y micro del área de intervención, con el objetivo de comprender de manera completa la localización del proyecto dentro de sus diferentes contextos territoriales. Este proceso permitió caracterizar las condiciones generales del entorno y facilitó la ejecución del levantamiento topográfico del área de estudio, proporcionando una base técnica sólida para el desarrollo de las etapas siguientes del proyecto.

De manera complementaria, se efectuó un análisis detallado de los aspectos físicos y ambientales del territorio, abarcando la información del relieve, la geomorfología y las condiciones climáticas predominantes, así como la identificación de las principales actividades económicas de la población. Además, se delimitó con precisión la zona de influencia del proyecto y se realizaron muestreos de agua en puntos estratégicos, con el propósito de evaluar su calidad mediante la determinación de parámetros físico-químicos y bacteriológicos relevantes.

Finalmente, se aplicó un enfoque de investigación cuantitativa a través de encuestas dirigidas a una muestra representativa de la población beneficiaria. Este instrumento permitió obtener información demográfica y socioeconómica significativa, además de identificar los patrones de consumo y uso del agua en los hogares, aportando insumos esenciales para el diagnóstico y la planificación del sistema de abastecimiento de agua potable. Para la determinación del tamaño de la muestra poblacional se empleó la fórmula estadística que se muestra a continuación:

$$n = \frac{k^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + k^2 \cdot p \cdot q} \quad (1)$$

Donde,

$n \rightarrow$ *Tamaño de la Muestra*

$k^2 \rightarrow$ *Nivel de Confianza*

$e \rightarrow$ *Estimación de Error*

$N \rightarrow$ *Tamaño de la población*

$p \rightarrow$ *Probabilidad de que Ocurra el Evento Estudiado*

$q \rightarrow$ *Probabilidad de que no Ocurra el Evento Estudiado*

1) Levantamiento Topográfico

Para el levantamiento topográfico del caserío Lacón, se realizará la búsqueda y establecimiento de puntos de control, así como la obtención de cotas y coordenadas del terreno, utilizando el receptor GNSS E-Survey E500. Este equipo permitirá obtener datos georreferenciados de alta precisión del área de estudio, registrando coordenadas UTM y elevaciones necesarias para definir con exactitud la topografía del terreno. La información recopilada será fundamental para la generación de curvas de nivel y constituirá la base técnica para el diseño hidráulico de la nueva red de distribución de agua potable.

B. Etapa II

En la segunda fase se aplicó una metodología de carácter observacional y analítico con el propósito de definir los parámetros de diseño correspondientes al sistema de almacenamiento y a la red de distribución del Sistema de Distribución de Agua Potable (SDAP). Para ello, se efectuó un análisis demográfico que consideró tanto la población actual como la población proyectada que será beneficiada con el servicio. De igual manera, se establecieron las dotaciones presentes y futuras para los diferentes tipos de consumo doméstico, público, comercial e industrial.

1) Parámetros de Diseño

a) Población y Muestra

Es fundamental señalar que el área de trabajo correspondiente a la presente investigación que comprende la recolección de información y la aplicación de encuestas se localiza en el caserío Lacón, perteneciente a la parroquia San Bartolomé de Pinllo, del cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Este sector cuenta con 158 conexiones domiciliarias que conforman la población beneficiaria directa del proyecto, el estudio se enfocará exclusivamente en los usuarios del caserío Lacón, con el propósito de determinar con exactitud el número de beneficiarios y establecer la base poblacional de diseño para la nueva red de distribución.

2) Área del Proyecto

El alcance del proyecto se determinó a partir de diversos criterios técnicos, entre los cuales se incluyen el análisis demográfico del área de influencia, la identificación de zonas comerciales e industriales, así como la proyección de su crecimiento futuro. De igual manera, se establecieron los límites administrativos del sector y se evaluaron las vías de acceso, caminos, cuerpos hídricos y características topográficas relevantes que inciden en la planificación y diseño del sistema de distribución de agua potable.

3) Periodo de Diseño

El periodo de diseño de una red de distribución de agua potable se determina considerando un conjunto de factores técnicos, demográficos, hidráulicos y ambientales que aseguran la sostenibilidad y eficiencia del sistema a lo largo del tiempo. Entre los principales aspectos se analizan la proyección poblacional y urbana del área de influencia, las demandas actuales y futuras de consumo, la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, así como las condiciones topográficas y las características de los materiales empleados.

TABLA I.
VIDA ÚTIL SUGERIDA PARA LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE

Componente	Vida Útil (Años)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Planta de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

4) Población de Diseño

a) Tasa de Crecimiento Poblacional

La determinación de la población de diseño se realizó a partir del análisis de la tasa de crecimiento poblacional, utilizando como referencia los datos estadísticos proporcionados por el INEC correspondientes al caserío Lacón, perteneciente a la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato. Para el cálculo de este parámetro se aplicaron tres métodos de proyección poblacional: el método aritmético, el método geométrico y el método exponencial, con el propósito de comparar los resultados y seleccionar el valor más representativo.

Pero si existe ausencia de información suficiente, se emplearán para la proyección geométrica los valores de índice de crecimiento conforme a lo establecido en la Norma INEN 5, parte 9.2 (Tabla 5.1) [4].

TABLA II.
ÍNDICE DE CRECIMIENTO SEGÚN REGIÓN GEOGRÁFICA

Región Geográfica	r (%)
Sierra	1.0
Costa, oriente y Galápagos	1.5

i) Método Aritmético

El método aritmético estima la población futura suponiendo un aumento constante en número de habitantes por año, siendo apropiado para zonas con crecimiento demográfico estable o moderado y se lo puede hallar con la siguiente ecuación.

$$r_{\%} = \left[\frac{\left(\frac{P_1}{P_0} - 1 \right)}{n'} \right] * 100 \quad (2)$$

Donde,

$P_1 \rightarrow$ Población Futura (hab)

$P_0 \rightarrow$ Población Inicial (hab)

$n' \rightarrow$ Diferencia de Años (años)

ii) Método Geométrico

El método geométrico proyecta la población asumiendo un crecimiento porcentual constante a lo largo del tiempo. Este método es útil en zonas con tendencia sostenida de aumento poblacional, ya que considera que la población crece de forma proporcional a su tamaño actual.

$$r_{\%} = \left[\left(\frac{P_1}{P_0} \right)^{\frac{1}{n'}} - 1 \right] * 100 \quad (3)$$

Donde,

$P_1 \rightarrow$ Población Futura (hab)

$P_0 \rightarrow$ Población Inicial (hab)

$n' \rightarrow$ Diferencia de Años (años)

iii) Método Exponencial

El método exponencial estima la población futura considerando un crecimiento continuo y acumulativo, donde la tasa de aumento se aplica de manera constante sobre la población existente. Es adecuado para áreas con expansión acelerada o dinámica poblacional creciente.

$$r_{\%} = \left[\frac{\ln \left(\frac{P_1}{P_0} \right)}{n'} \right] * 100 \quad (4)$$

Donde,

$P_1 \rightarrow$ Población Futura (hab)

$P_0 \rightarrow$ Población Inicial (hab)

$n' \rightarrow$ Diferencia de Años (años)

b) Población Actual

La población actual se estableció con base en la información obtenida mediante encuestas socioeconómicas, tomando en cuenta el promedio de personas por vivienda y los datos provenientes del último censo poblacional. En cuanto a la población flotante, se consideraron tanto los espacios públicos como privados, incluyendo a las personas que permanecen en la zona durante más de ocho horas continuas por motivos laborales o de estudio. Este grupo resultó relevante, ya que influye directamente en las variaciones del consumo de agua a lo largo del día. Finalmente, se definió la población permanente, compuesta por los residentes que habitan de manera fija dentro del área de estudio.

c) Población Promedio por Vivienda

Una vez aplicadas las encuestas a la muestra previamente establecida, se procedió a determinar el promedio de habitantes por vivienda. Este parámetro puede obtenerse de dos formas: utilizando la información oficial disponible en las bases de datos del INEC o, alternativamente, calculándolo de manera directa mediante una expresión que relaciona el número total de personas registradas con la cantidad de viviendas encuestadas.

$$P_{pv} = \frac{T_p}{T_v} \quad (5)$$

Donde,

$P_{pv} \rightarrow$ Promedio de Personas por Vivienda (hab/viv)

$T_p \rightarrow$ Total de Personas por Vivienda (hab)

$T_v \rightarrow$ Total de Viviendas Encuestadas (viv)

d) Población Permanente

$$P_p = \# \text{ de viviendas} * P_{pv} \quad (6)$$

Donde,

$P_p \rightarrow$ Población Permanente (hab)

$P_{pv} \rightarrow$ Promedio de Personas por Vivienda (hab/viv)

e) Población Flotante

Referente a las personas que no residen permanentemente en el área de estudio, pero que permanecen en ella durante parte del día por motivos de trabajo, estudio o actividades comerciales, influyendo temporalmente en la demanda de servicios y consumo de agua, se lo calculo con la siguiente formula:

$$P_{fl} = (15\% - 25\%) + P_p \quad (7)$$

Donde,

$P_{fl} \rightarrow$ Población Flotante (hab)

$P_p \rightarrow$ Población Permanente (hab)

f) Población actual

Una vez determinadas la población permanente y la población flotante, es posible calcular la población actual del área de estudio mediante la siguiente expresión, la cual integra ambos componentes y permite establecer el número total de habitantes mediante la siguiente ecuación:

$$P_a = P_p + P_{fl} \quad (8)$$

Donde,

$P_a \rightarrow$ Población Actual (hab)

$P_p \rightarrow$ Población Permanente (hab)

$P_{fl} \rightarrow$ Población Flotante (hab)

g) Población Futura

La estimación de la población futura se lleva a cabo mediante la aplicación de métodos de proyección demográfica, que permiten anticipar el crecimiento de la población dentro del horizonte de diseño del proyecto. Entre los procedimientos más utilizados para este fin se encuentran el método aritmético, el método geométrico y el método exponencial, los cuales facilitan determinar con mayor precisión la evolución poblacional y, en consecuencia, el dimensionamiento adecuado del sistema de distribución de agua potable.

i) Método Aritmético

$$P_f = P_a \cdot \left(1 + \frac{r \cdot n}{100}\right) \quad (9)$$

Donde,

$P_f \rightarrow$ Población Futura (hab)

$P_a \rightarrow$ Población Inicial (hab)

$r \rightarrow$ Índice de Crecimiento (%)

$n \rightarrow$ Periodo de Diseño (años)

ii) Método Geométrico

$$P_f = P_a \cdot \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad (10)$$

Donde,

$P_f \rightarrow$ Población Futura (hab)

$P_a \rightarrow$ Población Inicial (hab)

$r \rightarrow$ Índice de Crecimiento (%)

$n \rightarrow$ Periodo de Diseño (años)

iii) *Método Exponencial*

$$P_f = P_a \cdot e^{\left(\frac{r \cdot n}{100}\right)} \quad (11)$$

Donde,

$P_f \rightarrow$ Población Futura (hab)

$P_a \rightarrow$ Población Inicial (hab)

$r \rightarrow$ Índice de Crecimiento (%)

$n \rightarrow$ Periodo de Diseño (años)

$e \rightarrow$ base de los logaritmos naturales (≈ 2.718)

h) *Dotación*

Para establecer un valor apropiado de dotación de agua potable, se hace uso de las tablas de referencia emitidas por el INEN, las cuales presentan rangos recomendados según las condiciones socioeconómicas, el tamaño poblacional y la naturaleza del proyecto.

TABLA III.
DOTACIONES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO

Nivel de Servicio	Clima Frío (lt/hab·día)	Clima Cálido (lt/hab·día)
la	25	30
lb	50	65
lla	60	85
llb	75	100

TABLA IV.
NIVELES DESERVICIO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP DE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
la	AP DE	Grifos públicos. Letrinas sin arrastre de agua
lb	AP DE	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas con o sin arrastre de agua.
lla	AP DE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa Letrinas con o sin arrastre de agua.
llb	AP DRL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa Sistema al alcantarillo sanitario.
Simbología utilizada: AP: agua potable DE: disposiciones de excretas DRL: disposición de residuos líquidos.		

i) Dotación Media Actual

La dotación media actual se determinó a partir de la información proporcionada por la Junta Administradora de Agua Potable (JAAP) del caserío Lacón, utilizando como referencia el consumo mensual total registrado por los usuarios que cuentan con el servicio de abastecimiento en la zona. Este dato permitió establecer un valor representativo del consumo promedio por habitante, fundamental para el dimensionamiento del sistema de distribución.

j) Dotación Media Futura

La dotación media futura se obtuvo al proyectar la dotación actual considerando el horizonte de diseño definido para el sistema, lo que permitió estimar el consumo esperado de agua potable de acuerdo con el crecimiento poblacional y las demandas previstas para los próximos años. Este valor sirve como base para el dimensionamiento de la red y la planificación del suministro a largo plazo.

$$D_{mf} = D_{ma} + 1(\text{lt/hab/día}) \cdot n \quad (12)$$

Donde,

$D_{mf} \rightarrow$ Dotación Media futura

$D_{ma} \rightarrow$ Dotación Media Actual

$n \rightarrow$ Periodo de Diseño en Años

k) Caudal Medio Diario

El caudal medio diario corresponde al volumen promedio de agua consumido por la población en un día, calculado en función de la dotación y el número de habitantes servidos, mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = f \cdot \left(\frac{P_f \cdot D_{mf}}{86400} \right) \quad (13)$$

Donde,

$Q_{md} \rightarrow$ Caudal Medio Diario

$D_{mf} \rightarrow$ Dotación Media Futura

$P_f \rightarrow$ Población Futura

$f \rightarrow$ Factor de Fugas

l) Caudal Máximo Diario

Representa el mayor volumen de agua demandado durante un día de máxima utilización, y se obtiene aplicando un coeficiente de incremento al caudal medio diario. Este valor se emplea para asegurar que el sistema funcione adecuadamente bajo condiciones de consumo máximo.

$$Q_{MD} = Q_{md} \cdot K_{MD} \quad (14)$$

Donde,

$Q_{MD} \rightarrow$ Caudal Máximo Diario

$Q_{md} \rightarrow$ Caudal Medio Diario

$K_{MD} \rightarrow$ Factor de Mayoración Máximo Diario (1.20 – 1.50)

m) Caudal Máximo Horario

Corresponde al mayor caudal que se presenta en una hora de máxima demanda dentro del día de mayor consumo. Este valor se determina aplicando un coeficiente de variación al caudal máximo diario y se utiliza para el diseño de los elementos más sensibles del sistema, garantizando un suministro continuo y estable.

$$Q_{MH} = Q_{md} \cdot K_{MH} \quad (15)$$

Donde,

$Q_{MH} \rightarrow$ Caudal Máximo Horario

$Q_{md} \rightarrow$ Caudal Medio Diario

$K_{MH} \rightarrow$ Factor de Mayoración Máximo Horario (2.0 – 3.0)

n) Volumen de Almacenamiento

El cálculo del volumen de almacenamiento permitió verificar si la capacidad actual del sistema resulta suficiente para cubrir las necesidades de abastecimiento del caserío Lacón, garantizando una adecuada continuidad del servicio de agua potable.

De igual manera, se realizó el análisis del consumo máximo horario, lo cual permitió determinar los patrones de demanda de agua del sector. Esta información resultó clave para el desarrollo de la simulación hidráulica, ya que permitió representar con mayor precisión el comportamiento real del sistema durante sus condiciones de operación.

Para la obtención de la curva de demanda con variación horaria, se realizó inicialmente el levantamiento de información correspondiente a las dimensiones del tanque de almacenamiento y a los niveles de agua registrados en su interior. Estos niveles presentan variaciones a lo largo del día, lo que permite determinar los caudales consumidos a partir de la diferencia de alturas del agua entre intervalos de tiempo definidos.

Durante la primera semana de monitoreo, las mediciones se efectuaron en el horario matutino, registrándose las variaciones del nivel de agua, a partir de las cuales se calcularon los volúmenes consumidos expresados en metros cúbicos. Posteriormente, dichos valores fueron acumulados para cada periodo de análisis. En la segunda semana, el procedimiento se replicó en el horario vespertino, obteniéndose de igual manera los volúmenes consumidos mediante la diferencia de niveles del agua en el tanque.

Con la totalidad de los datos recopilados en ambos horarios, se procedió al análisis de la variación horaria de la demanda, permitiendo identificar los patrones de consumo a lo largo de la semana. Como resultado de este análisis, se determinó que el día sábado presenta la mayor demanda, registrándose volúmenes de consumo superiores en comparación con los demás días evaluados.

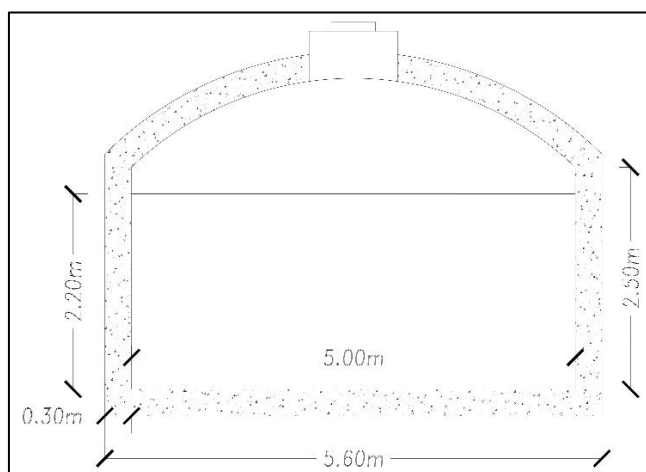


Fig 1. MEDIDAS DEL TANQUE

TABLA V.
CONSUMO DE VOLUMEN DE AGUA PERIODO MATUTINO

Semana_1				
<i>Día_1</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.43	0.40	1.80	7.85
9:00 a 10:00	1.75	0.32	1.48	6.28
10:00 a 11:00	1.90	0.15	1.33	2.95
11:00 a 12:00	2.10	0.20	1.13	3.93
Volumen Gastado				21.01

<i>Día_2</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.35	0.39	1.81	7.66
9:00 a 10:00	1.58	0.23	1.58	4.52
10:00 a 11:00	1.85	0.27	1.31	5.30
11:00 a 12:00	2.00	0.15	1.16	2.95
Volumen Gastado				20.42

<i>Día_3</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.36	0.41	1.79	8.05
9:00 a 10:00	1.64	0.28	1.51	5.50
10:00 a 11:00	1.87	0.23	1.28	4.52
11:00 a 12:00	1.99	0.12	1.16	2.36
Volumen Gastado				20.42

<i>Día_4</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.38	0.40	1.80	7.85
9:00 a 10:00	1.59	0.21	1.59	4.12
10:00 a 11:00	1.78	0.19	1.40	3.73
11:00 a 12:00	2.12	0.34	1.06	6.68
<i>Volumen Gastado</i>				<i>22.38</i>

<i>Día_5</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.39	0.38	1.82	7.46
9:00 a 10:00	1.48	0.09	1.73	1.77
10:00 a 11:00	1.74	0.26	1.47	5.11
11:00 a 12:00	2.03	0.29	1.18	5.69
<i>Volumen Gastado</i>				<i>20.03</i>

<i>Día_6</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.39	0.39	1.80	7.66
9:00 a 10:00	1.58	0.19	1.61	3.73
10:00 a 11:00	1.85	0.27	1.34	5.30
11:00 a 12:00	2.15	0.30	1.04	5.89
<i>Volumen Gastado</i>				<i>22.58</i>

<i>Día_7</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
8:00 a 9:00	1.35	0.39	1.75	7.66
9:00 a 10:00	1.61	0.26	1.49	5.11
10:00 a 11:00	1.89	0.28	1.21	5.50
11:00 a 12:00	2.09	0.20	1.01	3.93
Volumen Gastado				22.19

TABLA VI.
CONSUMO DE VOLUMEN DE AGUA PERIODO VESPERTINO

Semana_2				
<i>Día_1</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.40	0.41	1.72	8.05
14:00 a 15:00	1.62	0.22	1.50	4.32
15:00 a 16:00	1.95	0.33	1.17	6.48
16:00 a 17:00	2.00	0.05	1.12	0.98
Volumen Gastado				19.83

<i>Día_2</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.37	0.37	1.83	7.26
14:00 a 15:00	1.48	0.11	1.72	2.16
15:00 a 16:00	1.74	0.26	1.46	5.11
16:00 a 17:00	1.99	0.25	1.21	4.91
Volumen Gastado				19.44

<i>Día_3</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.38	0.39	1.81	7.66
14:00 a 15:00	1.52	0.14	1.67	2.75
15:00 a 16:00	1.76	0.24	1.43	4.71
16:00 a 17:00	1.89	0.13	1.30	2.55
<i>Volumen Gastado</i>				<i>17.67</i>

<i>Día_4</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.40	0.37	1.83	7.26
14:00 a 15:00	1.67	0.27	1.56	5.30
15:00 a 16:00	1.93	0.26	1.30	5.11
16:00 a 17:00	2.05	0.12	1.18	2.36
<i>Volumen Gastado</i>				<i>20.03</i>

<i>Día_5</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.34	0.41	1.79	8.05
14:00 a 15:00	1.54	0.20	1.59	3.93
15:00 a 16:00	1.79	0.25	1.34	4.91
16:00 a 17:00	2.01	0.22	1.12	4.32
<i>Volumen Gastado</i>				<i>21.21</i>

<i>Día_6</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.42	0.39	1.81	7.66
14:00 a 15:00	1.63	0.21	1.60	4.12
15:00 a 16:00	1.89	0.26	1.34	5.11
16:00 a 17:00	2.20	0.31	1.03	6.09
<i>Volumen Gastado</i>				<i>22.97</i>

<i>Día_7</i>				
<i>Hora</i>	<i>Altura_X</i> <i>m</i>	<i>Gasto</i> <i>m</i>	<i>Nivel_Y</i> <i>m</i>	<i>Gasto de Volumen</i> <i>m3</i>
13:00 a 14:00	1.32	0.40	1.80	7.85
14:00 a 15:00	1.46	0.14	1.66	2.75
15:00 a 16:00	1.75	0.29	1.37	5.69
16:00 a 17:00	2.00	0.25	1.12	4.91
<i>Volumen Gastado</i>				<i>21.21</i>

TABLA VII.
COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA

Sábado							
Intervalos (Horas)	Nivel (m)	Hi (m)	Área (m²)	Volumen parcial de consumo (m³)	Volumen medio de consumo (m³)	Diferencia de Volumen (m³)	Coeficiente de variación horaria
1	2	3	4	5	6	7	8
7:00 - 8:00	2.10	0.40	19.63	7.85	4.03	3.83	1.04
8:00 - 9:00	1.80	0.40	19.63	7.85	4.03	3.83	1.04
9:00 - 10:00	1.61	0.36	19.63	7.07	4.03	3.04	1.03
10:00 - 11:00	1.34	0.46	19.63	9.03	4.03	5.01	1.05
11:00 - 12:00	1.04	0.48	19.63	9.42	4.03	5.40	1.06
12:00 -13:00	0.30	0.40	19.63	7.85	4.03	3.83	1.04
14:00 - 15:00	2.10	0.40	19.63	7.85	4.03	3.83	1.04
15:00 - 16:00	1.80	0.40	19.63	7.85	4.03	3.83	1.04
16:00 - 17:00	1.66	0.44	19.63	8.64	4.03	4.61	1.05
17:00 - 18:00	1.37	0.46	19.63	9.03	4.03	5.01	1.05
18:00 - 19:00	1.12	0.36	19.63	7.07	4.03	3.04	1.03
19:00 - 20:00	0.38	0.36	19.63	7.07	4.03	3.04	1.03

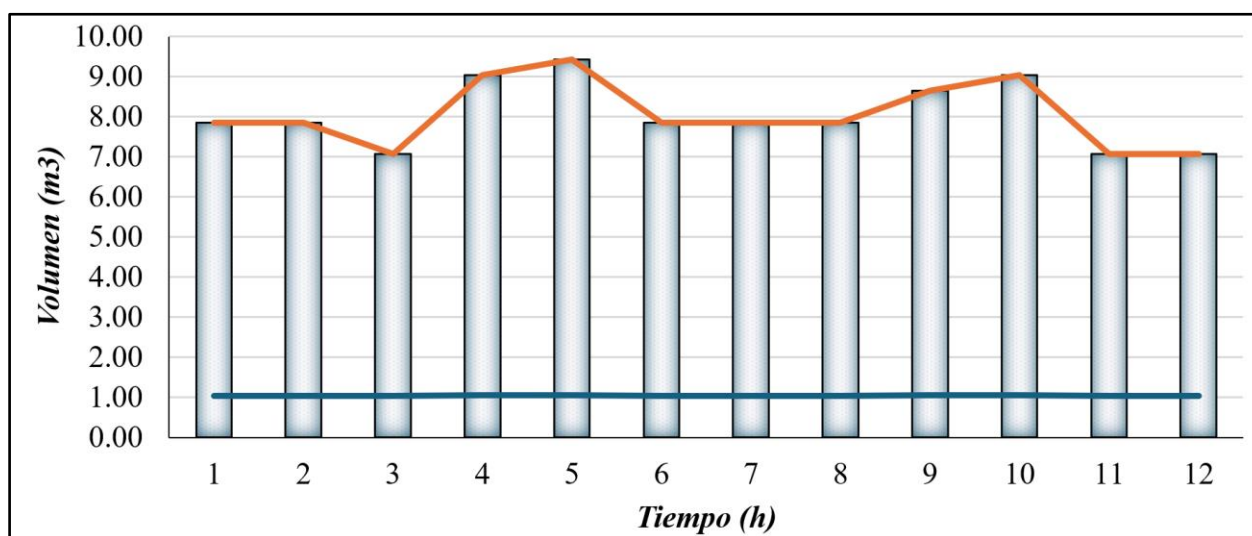


Fig 2. CURVA DE DEMANDA DE VARIACIÓN HORARIA.

i) Volumen Actual del Tanque de Almacenamiento

Los datos del tanque de almacenamiento fueron obtenidos mediante mediciones directas en campo y con el apoyo de la información suministrada por el personal técnico de la Junta Administradora de Agua Potable del caserío Lacón (JAAPAL). A través de este procedimiento se determinarán parámetros esenciales como la altura del agua útil, el diámetro del tanque y el espesor de las paredes, valores que permitirán evaluar la capacidad de almacenamiento y su correspondencia con la demanda proyectada del sistema.

En el presente estudio no se consideró el análisis hidráulico bajo un escenario de incendio, debido a que el sistema de distribución proyectado corresponde a un contexto rural sin infraestructura de hidrantes ni requerimientos de servicio contra incendios. La Norma CPE INEN 5, Partes 9-1 y 9-2, orienta el diseño de redes de agua potable hacia la atención de la demanda residencial estática y dinámica, sin exigir cargas de incendio en sistemas comunitarios rurales. Esta práctica es respaldada por experiencias académicas similares en redes rurales, donde la modelación se centra en condiciones de consumo real y periodos de mayor demanda.

ii) *Diámetro Interior*

$$D_{inte} = D_{exte} - 2 \cdot e_{pared} \quad (16)$$

Donde,

$D_{inte} \rightarrow$ *Diámetro Interior*

$D_{exte} \rightarrow$ *Diámetro Exterior*

$e_{pared} \rightarrow$ *Espesor de la Pared*

iii) *Volumen Actual*

$$V_a = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h \quad (17)$$

Donde,

$V_a \rightarrow$ *Volumen Actual*

$D \rightarrow$ *Diámetro del Tanque*

$h \rightarrow$ *Altura de Agua*

iv) *Volumen Medio Diario Proyectado*

$$V_{md} = Q_{MD} \cdot Vol \cdot T \quad (18)$$

Donde,

$V_{md} \rightarrow$ *Volumen Medio Diario ($m^3/día$)*

$Q_{MD} \rightarrow$ *Caudal Máximo Diario*

$Vol \rightarrow$ *Volumen (lt)*

$T \rightarrow$ *Tiempo en días*

v) *Volumen de Regulación*

$$V_r = 25\% \cdot V_{md} \quad (19)$$

Donde,

$V_r \rightarrow$ *Volumen de Regulación ($m^3/día$)*

$V_{md} \rightarrow$ *Volumen Medio Diario ($m^3/día$)*

vi) *Volumen Contra Incendios*

$$V_{ci} = \sqrt{\frac{P_a}{1000}} \quad (20)$$

Donde,

$V_{ci} \rightarrow$ *Volumen Contra Incendios (m^3)*

$P_a \rightarrow$ *Población Actual*

vii) *Volumen de Emergencia*

$$V_e = 25\% \cdot V_{ci} \quad (21)$$

Donde,

$V_e \rightarrow$ *Volumen de Emergencia (m^3)*

$V_{ci} \rightarrow$ *Volumen Contra Incendios (m^3)*

viii)

ix) *Volumen de la Planta de Tratamiento*

$$V_{pt} = 10\% \cdot V_r \quad (22)$$

Donde,

 $V_{pt} \rightarrow$ *Volumen de la Planta de Tratamiento (m^3)* $V_r \rightarrow$ *Volumen de Regulación ($m^3/día$)*x) *Volumen total*

$$V_T = V_r + V_{ci} + V_e + V_{pt} \quad (23)$$

Donde,

 $V_T \rightarrow$ *Volumen Total* $V_r \rightarrow$ *Volumen de Regulación ($m^3/día$)* $V_{ci} \rightarrow$ *Volumen Contra Incendios (m^3)* $V_e \rightarrow$ *Volumen de Emergencia (m^3)* $V_{pt} \rightarrow$ *Volumen de la Planta de Tratamiento (m^3)*xi) *Volumen Requerido*

Al realizar los cálculos correspondientes de los distintos volúmenes y sumarlos, se obtiene el volumen total proyectado, el cual representa la capacidad de almacenamiento futura del sistema. Este valor se compara con el volumen actual disponible, con el propósito de evaluar si la infraestructura existente resulta suficiente o si es necesario diseñar un nuevo tanque de almacenamiento que satisfaga la dotación requerida por habitante en el horizonte de diseño.

o) Modelación de Abastecimiento de la Red de Agua Potable

El modelamiento del Sistema de Abastecimiento y Distribución de Agua Potable (SADP) se efectuó considerando sus condiciones estática y dinámica, con el fin de asegurar la eficiencia operativa y un diseño hidráulico óptimo. Asimismo, se incorporaron los cálculos hidráulicos fundamentales, entre ellos las pérdidas de carga, velocidades y caudales que circulan a través de la red de tuberías.

i) Pérdida de Carga

Para el cálculo de las pérdidas de carga en cada tramo de la red, se consideraron principalmente dos métodos: el de Ecuación de Darcy-Weisbach y el de Ecuación de Hazen-Williams. No obstante, dado que la primera implica una mayor complejidad en la determinación del coeficiente de fricción y del número de Reynolds, este estudio optó por emplear el método de Hazen-Williams. Para mejorar la exactitud de los cálculos, se implementó un procedimiento de ajuste de los coeficientes de Hazen-Williams en cada segmento de tubería, de modo que se logre una estimación más precisa de las pérdidas de carga unitarias. Además, para llevar a cabo este cálculo correctamente, se tuvieron en cuenta variables como el caudal que circula y la pérdida de carga que se presenta en cada tramo [16].

$$S = \left(\frac{Q}{0.2785 \cdot C \cdot D^{2.63}} \right)^{1.85} \quad (24)$$

Donde,

$S \rightarrow$ Pérdida de Carga (m/m)

$Q \rightarrow$ Caudal del Tramo (m^3/s)

$C \rightarrow$ Coeficiente de Rugosidad

$D \rightarrow$ Diámetro de Tubería (m)

ii) *Pérdida de Carga en el Tramo*

$$H_f = S \cdot L \quad (25)$$

Donde,

$H_f \rightarrow$ *Pérdida de Carga por Tramo (m)*

$S \rightarrow$ *Pérdida de Carga (m/m)*

$L \rightarrow$ *Longitud de la Tubería (m)*

iii) *Velocidad por cada Tramo*

$$V = 0.335 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot \left(\frac{H_f}{L} \right)^{0.54} \quad (26)$$

Donde,

$V \rightarrow$ *Velocidad del Tramo (m/s)*

$C \rightarrow$ *Coeficiente de Rugosidad*

$D \rightarrow$ *Diámetro de la Tubería (m)*

$H_f \rightarrow$ *Pérdida de Carga por Tramo (m)*

$L \rightarrow$ *Longitud de la Tubería (m)*

C. Etapa III

1) Diseño y Trazado de la Red

En esta etapa se llevó a cabo el diseño hidráulico integral de la red de distribución de agua potable del caserío Lacón, empleando la información topográfica y los parámetros de diseño previamente establecidos. Se definieron los tramos principales y secundarios de la red, considerando la distribución de las viviendas, la topografía del terreno y la ubicación de los puntos de consumo. Posteriormente, se procedió al dimensionamiento de las tuberías mediante la aplicación de la ecuación de Hazen-Williams, verificando que las presiones, velocidades y pérdidas de carga se mantuvieran dentro de los rangos permitidos por la Norma INEN 1108 y el Reglamento Ecuatoriano de la Construcción (NEC-SE-GR).

Con el propósito de validar los resultados obtenidos mediante los cálculos realizados, se desarrolló la modelación hidráulica del sistema empleando el software WaterGEMS, en la cual se definieron escenarios de análisis tanto estático como dinámico, esto permitió simular el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo, considerando en el escenario dinámico las fluctuaciones horarias del consumo y, en el escenario estático, el caudal máximo horario como condición crítica de operación. Cabe indicar que no se consideró la demanda asociada al riesgo contra incendios, debido a que la población del área de estudio es reducida y, conforme a los criterios de diseño aplicables, no se requiere la incorporación de reservorios adicionales para este fin. Finalmente, a partir de los resultados de la modelación hidráulica, se elaboraron los planos técnicos y constructivos del proyecto, así como el presupuesto referencial, el cual incluyó el análisis de precios unitarios, las cantidades de obra y un cronograma tentativo de ejecución.

Por último, se desarrolló un informe técnico final integral que recopiló todos los resultados obtenidos, las estrategias de diseño adoptadas y el plan de implementación del sistema propuesto. Asimismo, se realizó una presentación formal del proyecto ante las autoridades competentes, con el fin de exponer los beneficios del diseño, su viabilidad técnica y el impacto positivo que representará para los habitantes del caserío Lacón.

CAPITULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. ETAPA I

A. Ubicación y Descripción del Entorno del Proyecto

1) Ubicación Macro

El proyecto se sitúa dentro de la República del Ecuador, país ubicado en la región noroccidental de América del Sur, limitado al norte por Colombia, al sur y este por Perú, y al oeste por el océano Pacífico. La zona de estudio pertenece a la provincia de Tungurahua, la cual forma parte de la región Sierra Central. Este territorio se caracteriza por su relieve montañoso, presencia de valles interandinos y un clima templado andino que favorece las actividades agrícolas y pecuarias. Tungurahua se destaca por su desarrollo económico, su ubicación estratégica y su estructura territorial conformada por nueve cantones.

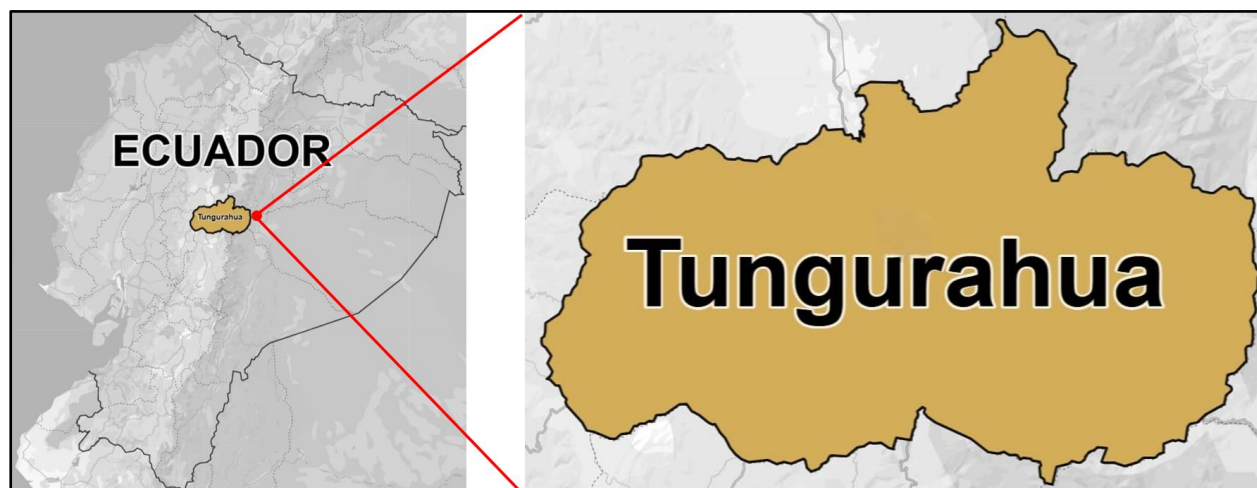


Fig 3. UBICACIÓN MACRO, REPÚBLICA DEL ECUADOR, PROVINCIA TUNGURAHUA

2) Ubicación Meso

El área de estudio se localiza en el cantón Ambato, cabecera provincial y centro económico de Tungurahua. Este cantón posee una topografía variada, atravesada por quebradas y planicies que conforman la cuenca alta del río Ambato. Administrativamente, el cantón está dividido en parroquias urbanas y rurales; entre ellas se encuentra San Bartolomé de Pinillo, donde se desarrolla el presente proyecto. Ambato desempeña un papel fundamental en la articulación de las comunidades rurales con la zona urbana, siendo un punto clave para la gestión y distribución de recursos, así como para el desarrollo de infraestructura básica.

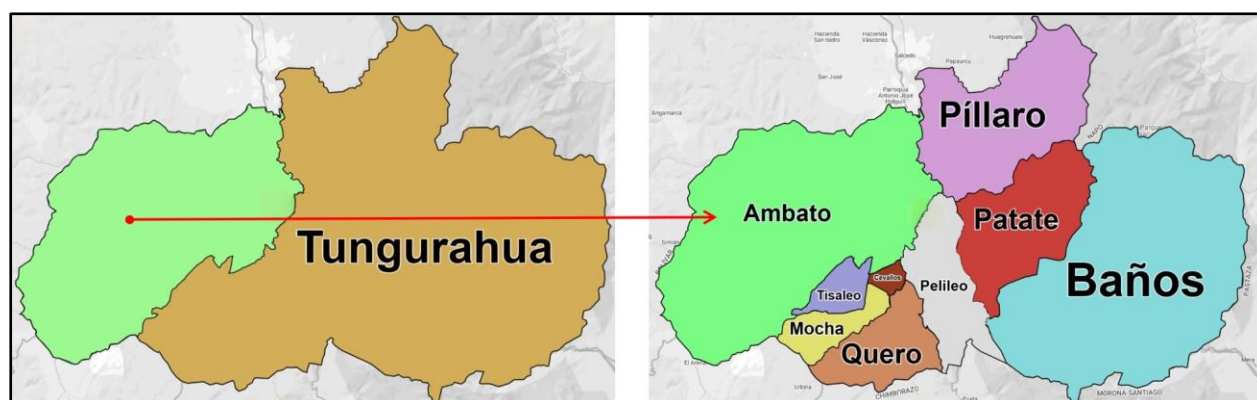


Fig 4. UBICACIÓN MESO, PROVINCIA TUNGURAHUA, CANTÓN AMBATO

3) Ubicación Micro

La intervención se ubica específicamente en el caserío Lacón, perteneciente a la parroquia rural San Bartolomé de Pinllo, en el sector norte del cantón Ambato. Esta comunidad presenta un patrón de asentamiento disperso, con viviendas distribuidas a lo largo de caminos vecinales y vías de segundo orden. El área cuenta con una topografía irregular con pendientes moderadas, lo que influye directamente en el diseño hidráulico de la red de distribución. Actualmente, el servicio de agua potable es administrado por la Junta Administradora de Agua del Caserío Lacón, que abastece a las familias mediante un sistema comunitario. El presente estudio se orienta al diseño técnico de una red de distribución eficiente y sostenible, que garantice un suministro continuo y de calidad a los habitantes del sector.

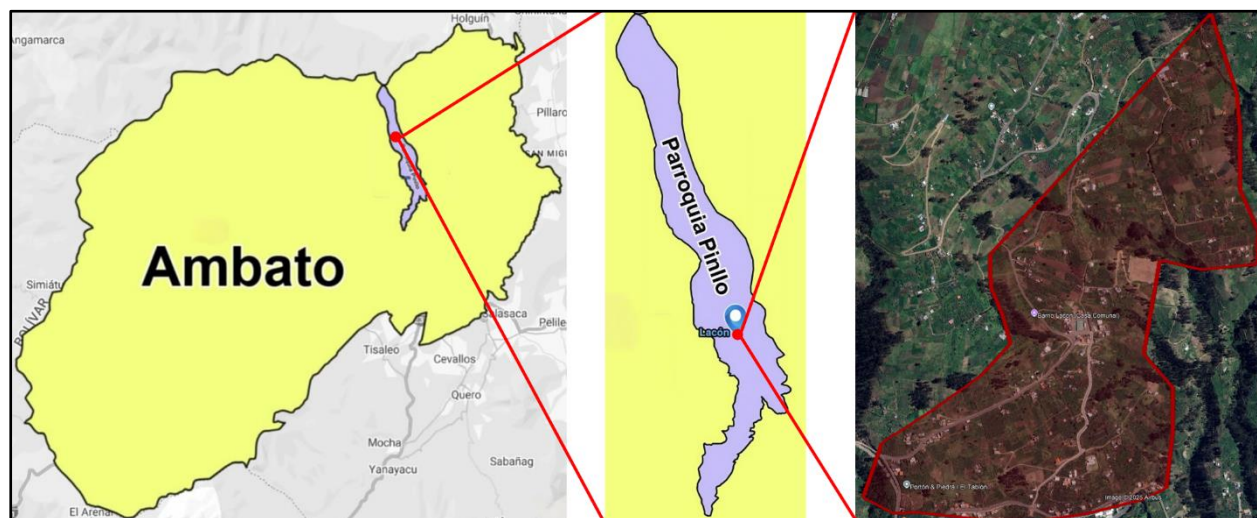


Fig 5. UBICACIÓN MICRO, PARROQUIA PINLLO, PUEBLO LACÓN

B. Características Físicas y Socioeconómicas del Área de Estudio

1) Morfología y configuración del relieve

La configuración geográfica de la parroquia San Bartolomé de Pinllo presenta una marcada diversidad en su relieve, caracterizada por la presencia de laderas de fuerte pendiente, planicies intermedias y zonas de altiplano, lo que genera una notable variabilidad en las condiciones del terreno. Esta combinación de formas topográficas define un paisaje típico de las tierras altas del cantón Ambato, perteneciente a la región interandina del Ecuador.

El caserío Lacón se emplaza dentro de un rango altitudinal comprendido entre 2 800 y 3 200 metros sobre el nivel del mar, con una extensión aproximada de 3,27 km², que representa alrededor del 29,5 % del territorio total de la parroquia San Bartolomé de Pinllo. Estas características morfológicas influyen directamente en el comportamiento hidráulico del terreno, aspecto fundamental para el diseño técnico.

a) Corte Transversal



Fig 6. EJE TRANSVERSAL DEL CASERÍO LACÓN

El perfil topográfico transversal muestra un recorrido de aproximadamente 1,19 km, que inicia a una cota cercana a los 3021 m s.n.m. y desciende gradualmente hasta alcanzar alrededor de 2804 m s.n.m., registrando una pérdida total de elevación cercana a 229 m. A lo largo del tramo se observan pendientes variables, con inclinaciones extremas que van desde 18,4% hasta -42,9%, mientras que los valores promedios se sitúan entre 6,7% y -20,2%. Este comportamiento evidencia un terreno con una marcada tendencia descendente y con sectores de pendiente acentuada, condiciones que deben ser consideradas en la planificación y diseño de infraestructuras hidráulicas, especialmente en sistemas de conducción por gravedad.

b) Corte Longitudinal



Fig 7. CORTE LONGITUDINAL DEL CASERÍO LACÓN

El perfil topográfico del tramo longitudinal, con una longitud aproximada de 1,72 km, evidencia un descenso continuo desde una cota máxima cercana a los 3049 m s.n.m. hasta aproximadamente 2728 m s.n.m., lo que representa una pérdida total de elevación cercana a 324 m. A lo largo del trazado se observan pendientes variables, con inclinaciones extremas entre 2,0% y -35,6%, mientras que la pendiente promedio se ubica entre 1,1% y -18,7%. El comportamiento general muestra un relieve marcadamente descendente, con sectores de pendiente moderada y otros de mayor inclinación, aspectos que deben considerarse en el diseño y evaluación de infraestructuras hidráulicas que dependan del flujo por gravedad dentro del recorrido estudiado.

2) Aspectos Climáticos

El clima de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, perteneciente al cantón Ambato, se clasifica como templado frío andino, propio de la región interandina del Ecuador. Las temperaturas promedio anuales oscilan entre 12 °C y 16 °C, con variaciones moderadas entre el día y la noche debido a la altitud y a la presencia de corrientes de aire frío provenientes de las zonas montañosas. Las precipitaciones son de carácter estacional, concentrándose principalmente entre los meses de marzo a mayo y de octubre a diciembre, alcanzando valores medios anuales que fluctúan entre 500 y 800 mm. Estas condiciones climáticas favorecen la actividad agrícola y la disponibilidad hídrica superficial en los sectores rurales de la parroquia [17].

3) Economía del Sector

En el caserío Lacón, las actividades económicas se desarrollan principalmente dentro del sector primario, siendo la agricultura la base fundamental de la economía local. Los habitantes se dedican al cultivo de productos tradicionales de la Sierra central como papa, maíz, haba, cebada y arveja, destinados tanto al autoconsumo como a la comercialización en mercados cercanos del cantón Ambato. La fertilidad moderada de los suelos y el clima templado-frío favorecen el desarrollo de estas especies agrícolas de ciclo corto. De forma complementaria, la ganadería de pequeña escala constituye otra fuente importante de sustento económico. Se crían principalmente bovinos, ovinos y porcinos, orientados al consumo doméstico y a la venta local de leche y carne. Algunas familias también practican la avicultura artesanal y actividades secundarias como la elaboración de productos lácteos y agrícolas procesados, que sirven de apoyo a la economía familiar.

C. Determinación del Agua en la Fuente

Para la evaluación de la calidad del agua destinada al sistema de abastecimiento del caserío Lacón, se realizó la recolección de la muestra directamente en la fuente de captación. Este procedimiento tuvo como objetivo obtener resultados fiables y representativos, que reflejaran con precisión las condiciones reales del recurso hídrico que se distribuirá a la población. De esta manera, se buscó garantizar la validez técnica de los análisis físico-químicos y bacteriológicos ejecutados posteriormente en el laboratorio.

Durante el proceso de muestreo se utilizaron tres botellas de vidrio con capacidad de un litro, las cuales fueron previamente lavadas con agua destilada para eliminar cualquier residuo o agente contaminante. Luego, se efectuó un enjuague con agua proveniente de la misma fuente, con el propósito de adaptar los recipientes a las características naturales del líquido. Una vez preparadas, las botellas fueron llenadas completamente, evitando la presencia de aire en su interior, y selladas herméticamente para preservar sus propiedades físicas y químicas durante el transporte. Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio acreditado, donde se realizaron los análisis correspondientes conforme a los procedimientos establecidos por las normas INEN, obteniendo los resultados del en el [Agua](#) cumpliendo a cabalidad con la calidad del agua [18].

D. Aplicación de Encuestas para la Recolección de Datos

1) Determinación del Tamaño de la Muestra

Antes de llevar a cabo la aplicación de las encuestas a los habitantes del sector, fue necesario determinar el tamaño de la muestra poblacional, con el propósito de establecer una cantidad representativa de encuestados que asegurara la fiabilidad y validez estadística de los resultados obtenidos. Este cálculo se efectuó considerando los parámetros y valores estadísticos establecidos para el estudio, los cuales se detallan a continuación.

Datos,

$N \rightarrow 158 \text{ usu}$

$p \rightarrow 0.5$

$q \rightarrow 0.5$

$k^2 \rightarrow 100\% - 2.58$

$e \rightarrow 10 \%$

$$n = \frac{2.58^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 150}{0.1^2(158 - 1) + 2.58^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = 82$$

El resultado del cálculo estadístico determinó un tamaño de muestra de 82 usuarios, considerando un nivel de confianza del 100 %. No obstante, con el propósito de obtener información más completa y fortalecer la representatividad del estudio, se procedió a aplicar las encuestas a un total de 110 usuarios, superando así el número inicialmente estimado. Esta ampliación del tamaño muestral permitió disponer de datos más robustos y precisos para el análisis socioeconómico del área de estudio.

2) Análisis de los Datos de la Encuesta

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para cada una de las preguntas realizadas en la encuesta. El formato utilizado para su aplicación se encuentra disponible en el [nexo 1 Formato Encuesta](#) con esto también se podrá entender el sistema sobre la gestión comunitaria del agua [19].

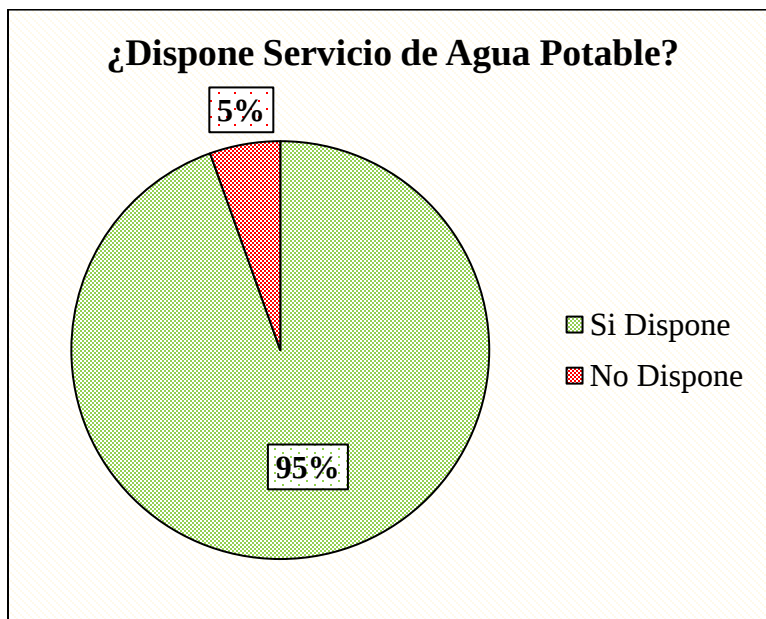


Fig 8. SERVICIO DE AGUA POTABLE EN CASERÍO LACÓN

La encuesta muestra que el 95% de los participantes cuenta con agua potable, mientras que el 5% no dispone de este servicio. Aunque la cobertura es alta, la ausencia de acceso en una parte de la población sigue siendo un problema relevante, por lo que debe considerarse en la planificación para garantizar agua segura a todos los habitantes.

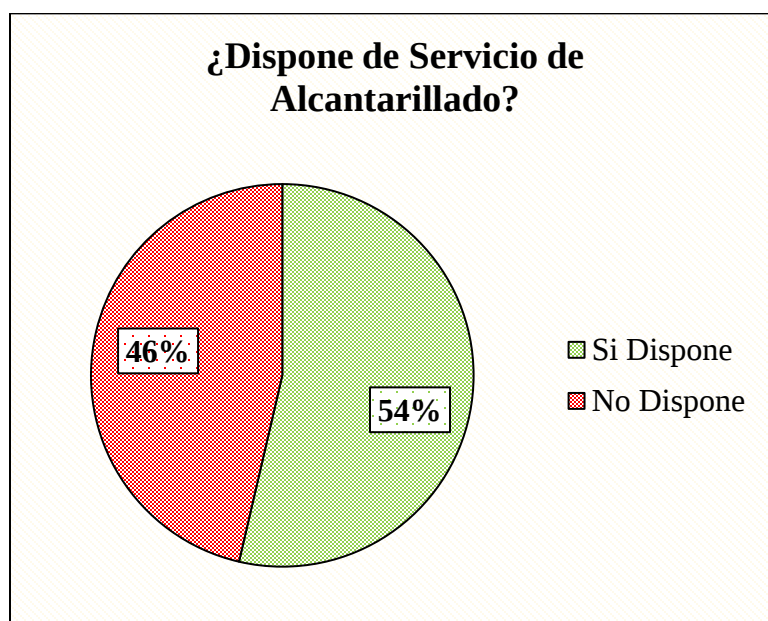


Fig 9. *SERVICIO DE ALCANTARILLADO EN EL CASERÍO LACÓN*

En el caserío de Lacón, solo el 54% cuenta con alcantarillado, mientras que el 46% no dispone del servicio. Esta limitada cobertura evidencia la necesidad de ampliar y mejorar la infraestructura de saneamiento para fortalecer la salud pública local.

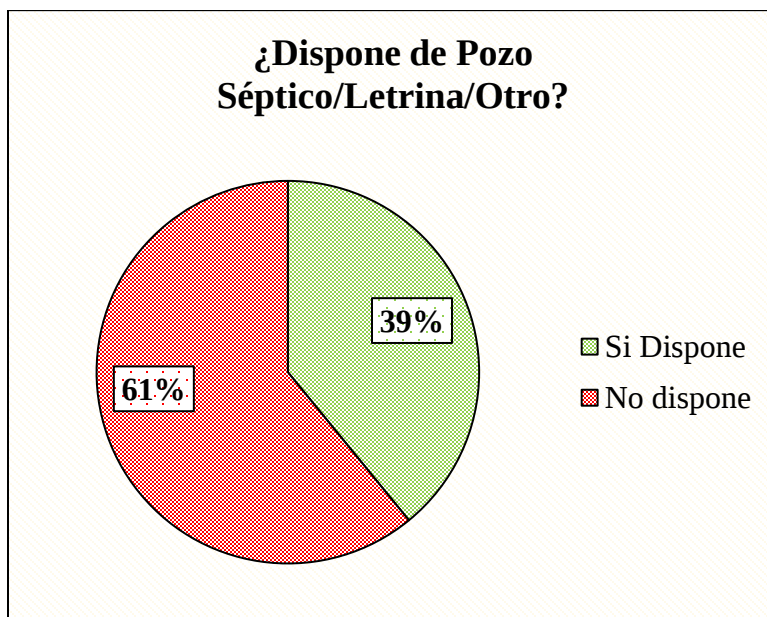


Fig 10. DISPOSICIÓN DE POZO SÉPTICO/LETRINA/OTRO EN EL CASERÍO LACÓN

La información presentada indica que solo el 39% de los encuestados dispone de pozo séptico, letrina u otra solución de saneamiento, mientras que el 61% no cuenta con ningún tipo de infraestructura para el manejo de aguas residuales. Este predominio de viviendas sin sistemas básicos de saneamiento evidencia una brecha significativa que debe ser atendida para mejorar las condiciones ambientales y de salud en la comunidad.

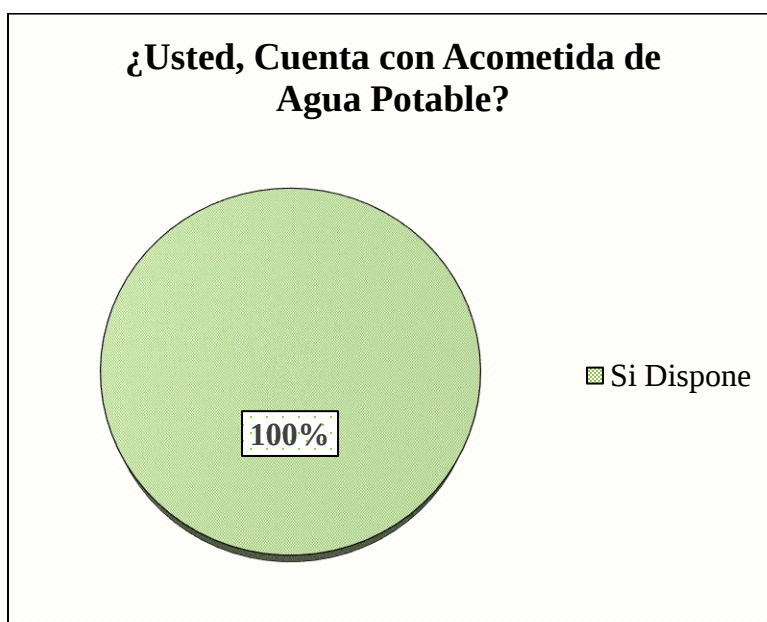


Fig 11. SERVICIO DE ACOMETIDA DE AGUA POTABLE

El total de los encuestados señaló disponer de conexión directa al sistema de agua potable, lo que evidencia una cobertura completa de este servicio en la población evaluada del 100%.

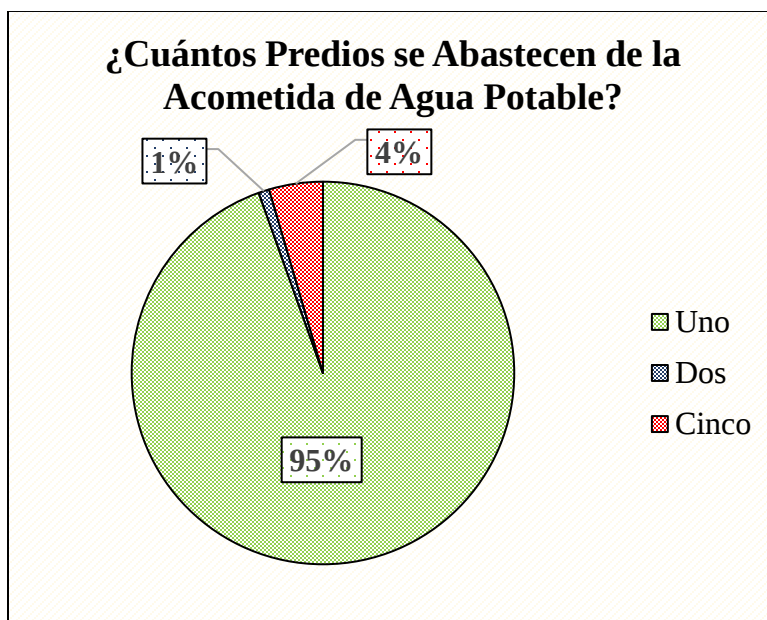


Fig 12. PREDIOS QUE SE ABASTECEN DE LA ACOMETIDA DE AGUA POTABLE

El 95% de los encuestados indicó contar con una línea de servicio individual, mientras que un 4% comparte la conexión entre cinco viviendas y un 1% entre dos propiedades. Aunque son casos aislados, el uso compartido puede generar disminución de presión y afectar la estabilidad y calidad del servicio.

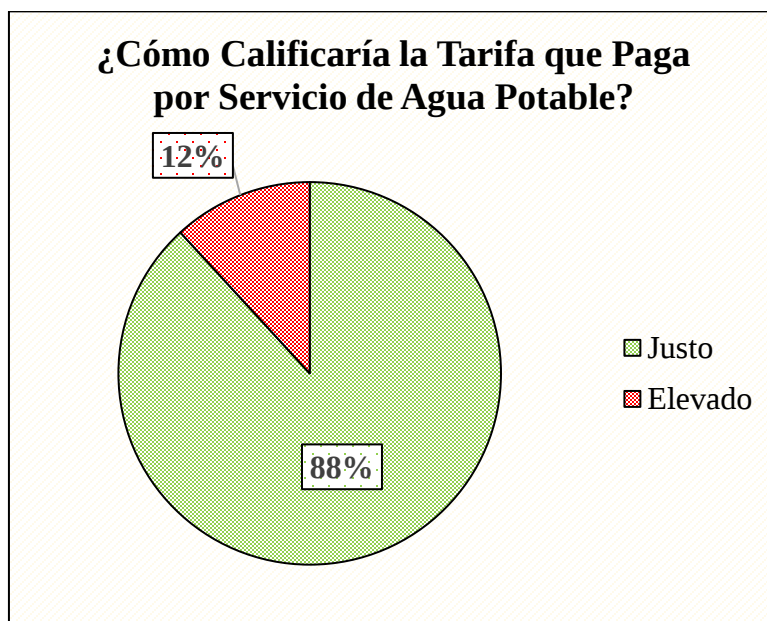


Fig 13. CALIFICACIÓN DE LA TARIFA QUE SE PAGA POR EL SERVICIO DE AGUA POTABLE

El 88% de los encuestados considera adecuado el costo del agua potable, mientras que el 12% lo percibe elevado. Aunque predomina la conformidad, subsiste un grupo que no está satisfecho con la tarifa.

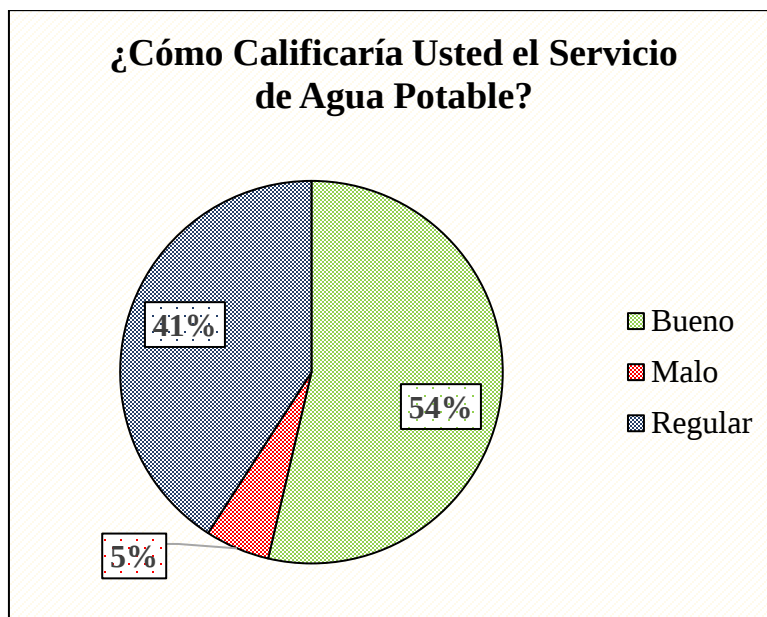


Fig 14. CALIFICACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE

El 54% de los encuestados calificó el servicio de agua potable como bueno, el 41% como regular y el 5% como deficiente. Estos resultados muestran que, aunque predomina la satisfacción, existe un porcentaje relevante de usuarios que percibe limitaciones y demanda mejoras en la calidad del servicio.

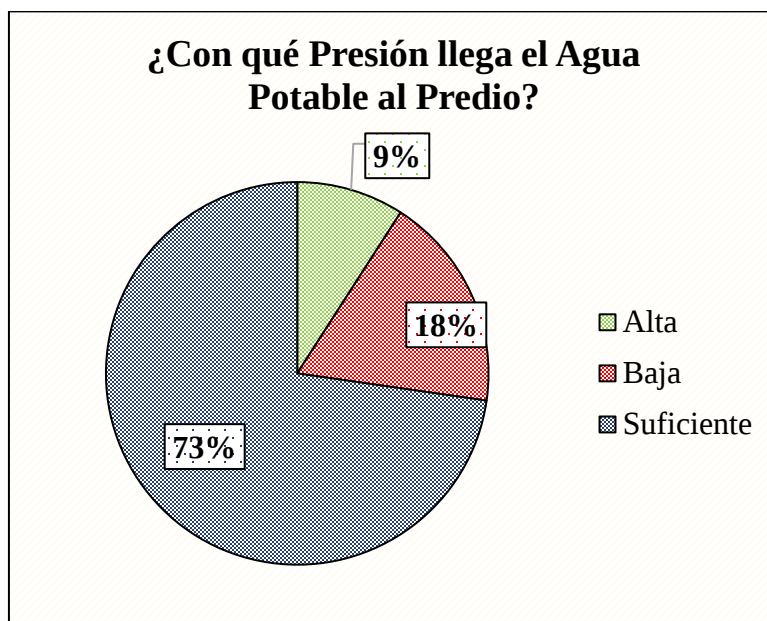


Fig 15. PRESIÓN QUE LLEGA EL AGUA POTABLE AL PREDIO

Respecto a la presión del agua en los predios, el 73% de los encuestados indicó que esta es adecuada, mientras que el 18% la calificó como baja y el 9% como alta. En general, los resultados muestran que la mayoría percibe un nivel de presión satisfactorio.

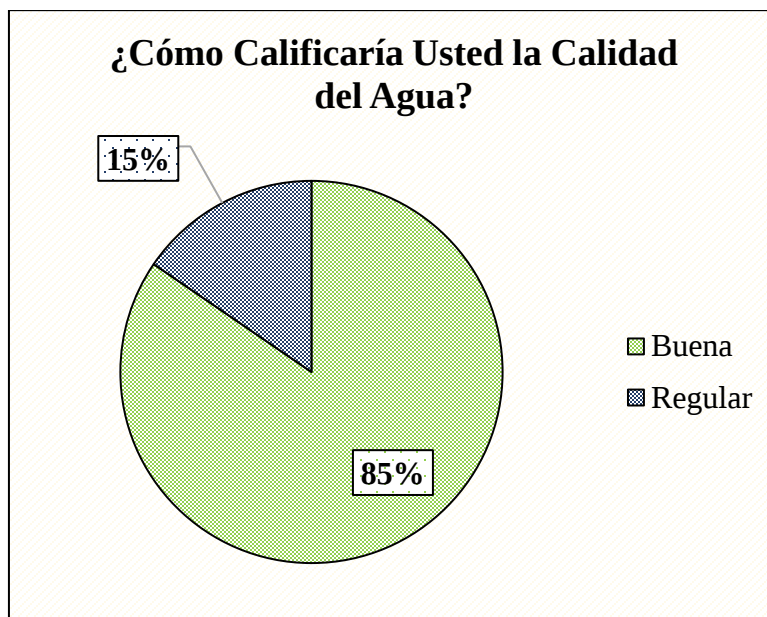


Fig 16. CALIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

En relación con la calidad del agua, el 85% de los encuestados la calificó como buena, mientras que el 15% la consideró regular. Estos resultados sugieren que, aunque la mayoría percibe el recurso como aceptable, existe un sector que no está completamente conforme, lo que podría señalar la necesidad de reforzar los controles o mejorar los procesos de tratamiento.

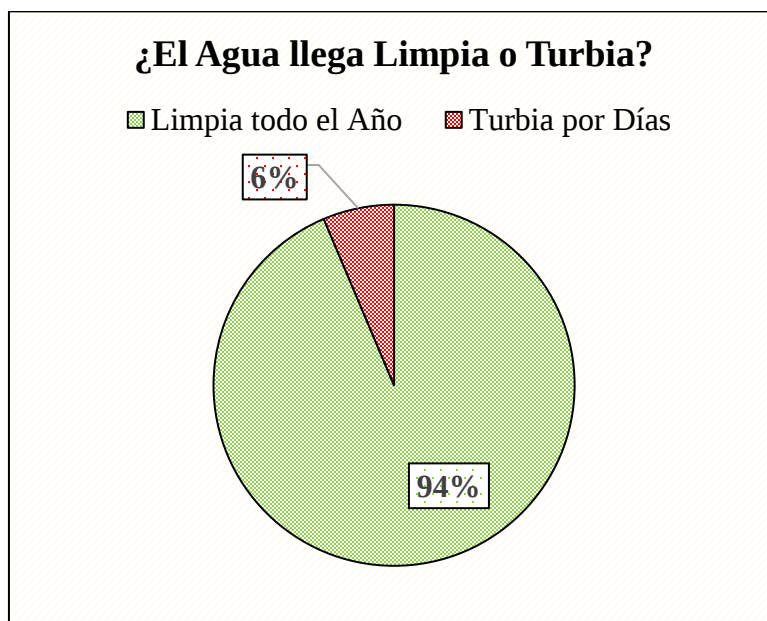


Fig 17. LLEGADA DEL AGUA, LIMPIA O TURBIA

Al evaluar la condición del agua distribuida durante el año, el 94% de los participantes manifestó que el recurso llega siempre en buen estado, mientras que el 6% reportó episodios de turbidez ocasional. Esta situación sugiere que, aunque la calidad del suministro es predominantemente adecuada, persisten incidentes aislados que podrían relacionarse con fallas en la red o con limitaciones en el tratamiento del agua.

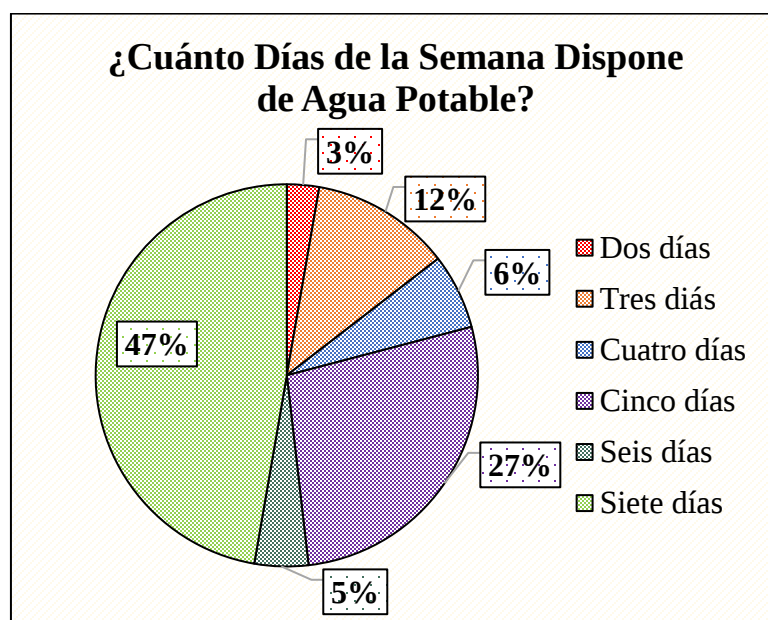


Fig 18. DISPOSICIÓN DE AGUA POTABLE EN LOS DÍAS DE LA SEMANA

Al analizar la frecuencia de suministro semanal, el 47% de los encuestados indicó recibir agua todos los días, mientras que el 27% la recibe cinco veces, el 12% tres veces, el 6% cuatro veces, el 5% seis veces y el 3% solo dos veces por semana. Estos resultados muestran que, aunque casi la mitad cuenta con un servicio continuo, una proporción importante aún experimenta un abastecimiento irregular, lo que evidencia una distribución desigual del recurso.

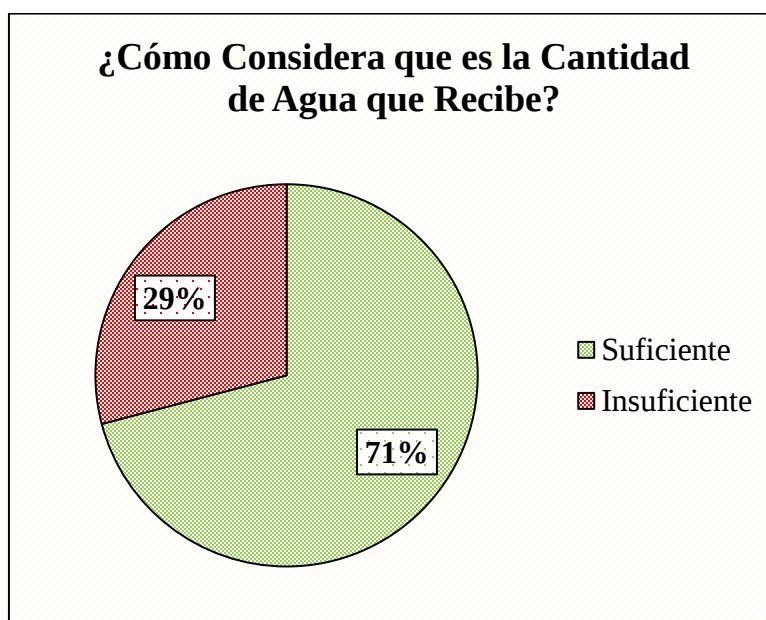


Fig 19. CANTIDAD CONSIDERADA QUE SE RECIBE DE AGUA

Respecto al volumen de agua que llega a los hogares, el 71% de los encuestados considera que es suficiente, mientras que el 29% la percibe insuficiente. Esto evidencia que, aunque la mayoría está conforme con la cantidad disponible, existe un grupo que enfrenta limitaciones en su abastecimiento diario.

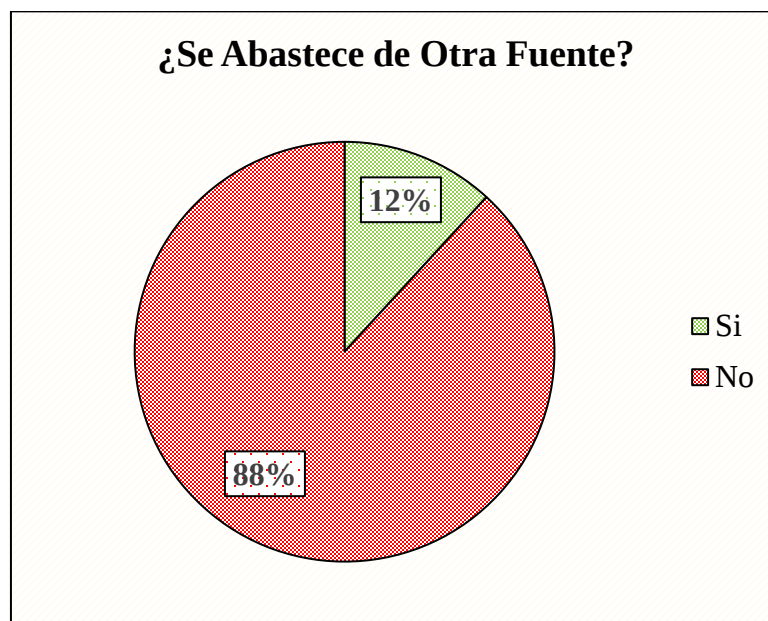


Fig 20. ABASTECIMIENTO DE OTRA FUENTE

En la pregunta final, el 88% de los encuestados indicó no recurrir a otras fuentes de agua, mientras que el 12% sí lo hace. Esto evidencia que la mayoría depende exclusivamente del sistema de Lacón, aunque un grupo minoritario busca alternativas debido a la insuficiencia del suministro, situación reflejada en las respuestas anteriores.

E. Levantamiento Topográfico

1) Determinación y Fijación de Puntos de Referencia

Los trabajos iniciales correspondieron al establecimiento de dos puntos de control topográfico, indispensables para garantizar una referencia geoespacial precisa durante todo el proceso de levantamiento. Para esta actividad se emplearon equipos GNSS de alta precisión, asegurando la obtención de coordenadas exactas y confiables. Los puntos fueron ubicados estratégicamente en zonas elevadas del terreno, con el fin de optimizar la recepción satelital y ampliar la cobertura de señal en el área de estudio, proporcionando así una base sólida para las mediciones posteriores.

2) Levantamiento de Información Topográfica

Para la ejecución del levantamiento topográfico correspondiente a la red de distribución de agua potable, se desarrolló una metodología estructurada que garantizó la precisión de los datos obtenidos, las actividades se llevaron a cabo en varias etapas:

a) Verificación de los Puntos de control:

Implantados previamente, con el objetivo de comprobar su correcta georreferenciación y asegurar una óptima recepción de señal satelital por parte de los equipos GNSS utilizados.

b) Recorrido en campo:

Fue definido directamente sobre el terreno debido a la inexistencia de un trazado preliminar. El levantamiento se inició en la zona de captación y avanzó siguiendo el trayecto más factible para la red de distribución, considerando la accesibilidad y las condiciones topográficas del área.

c) Toma de puntos topográficos:

Empleando equipos GNSS de alta precisión bajo los métodos de levantamiento estático y cinemático en tiempo real (RTK). Los puntos fueron registrados en todos los cambios de pendiente, dirección o presencia de obstáculos naturales como quebradas y caminos.

d) Etapa de gabinete:

Se procesaron los datos obtenidos para generar la nube de puntos y el perfil longitudinal del terreno, insumos fundamentales para el diseño hidráulico de la red de conducción.

3) Procesamiento de la Información Obtenida en Campo

Una vez concluido el levantamiento topográfico en campo, los datos registrados fueron transferidos al equipo de cómputo para su respectivo procesamiento y análisis. Con la información obtenida se generó la nube de puntos del terreno, la cual permitió representar con precisión las condiciones reales del área estudiada. Posteriormente, se procedió a delimitar la franja topográfica correspondiente al eje de la línea levantada, constituyendo así la base cartográfica necesaria para el desarrollo del diseño técnico del sistema.

II. Etapa II

A. Parámetros de Diseño

1) *Periodo de Diseño*

Las obras civiles que conforman los sistemas de abastecimiento de agua potable y de disposición de aguas residuales deben ser diseñadas considerando un período de vida útil proyectado de 20 años, garantizando así que su funcionamiento y capacidad operativa satisfagan de manera eficiente las demandas presentes y futuras de la población. Por lo que en este proyecto se va a tomar en consideración de 20 años.

$$n = 20 \text{ (años)}$$

2) *Tasa de Crecimiento Poblacional*

Para la estimación de la población futura, se emplearon los registros censales oficiales proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), correspondientes a los años 1990, 2001, 2010 y 2022.

TABLA VIII.
INFORMACIÓN OBTENIDA DE LOS CENSOS REALIZADOS POR EL INEC

Censos INEC	
Año de censo	Población (hab)
1990	5914
2001	7727
2010	9094
2022	10240

Se realiza el cálculo del coeficiente de determinación (R^2) utilizando los tres métodos: aritmético, geométrico y exponencial [20].

a) Método Aritmético o Lineal

Mediante la ecuación (2) es posible determinar la tasa de crecimiento poblacional correspondiente a los años censales, con base en la información proporcionada por el INEC.

i) Tasa de Crecimiento año 1990 – 2001

Datos,

$$P_1 \rightarrow 7727$$

$$P_0 \rightarrow 5914$$

$$n' \rightarrow 11 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\frac{\left(\frac{7727 \text{ hab}}{5914 \text{ hab}} - 1 \right)}{11 \text{ años}} \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = 2.7869$$

ii) Tasa de Crecimiento año 2001 – 2010

Datos,

$$P_1 \rightarrow 9094$$

$$P_0 \rightarrow 7727$$

$$n' \rightarrow 9 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\frac{\left(\frac{9094 \text{ hab}}{7727 \text{ hab}} - 1 \right)}{9 \text{ años}} \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = 1.9657$$

iii) *Tasa de Crecimiento año 2010 – 2022*

Datos,

$P_1 \rightarrow 10240$

$P_0 \rightarrow 9094$

$n' \rightarrow 12 \text{ años}$

$$r_{\%} = \left[\frac{\left(\frac{10240 \text{ hab}}{9094 \text{ hab}} - 1 \right)}{12 \text{ años}} \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = 1.0501$$

Mediante la aplicación de la fórmula correspondiente se determinó la tendencia aritmética del crecimiento poblacional, cuyos resultados se presentan a continuación en la tabla resumen.

TABLA IX.
RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO – MÉTODO ARITMÉTICO

Tendencia Aritmética			
Año censal	Población (hab)	n (años)	r (%)
1990	5914		
2001	7727	11	2.7869
2010	9094	9	1.9657
2022	10240	12	1.0501
Tasa Promedial			1.9342

Aplicando el método aritmético y considerando una tendencia lineal en el crecimiento poblacional, se obtuvo un valor de $R^2 \rightarrow 0.9835$, tal como se muestra en la figura correspondiente.

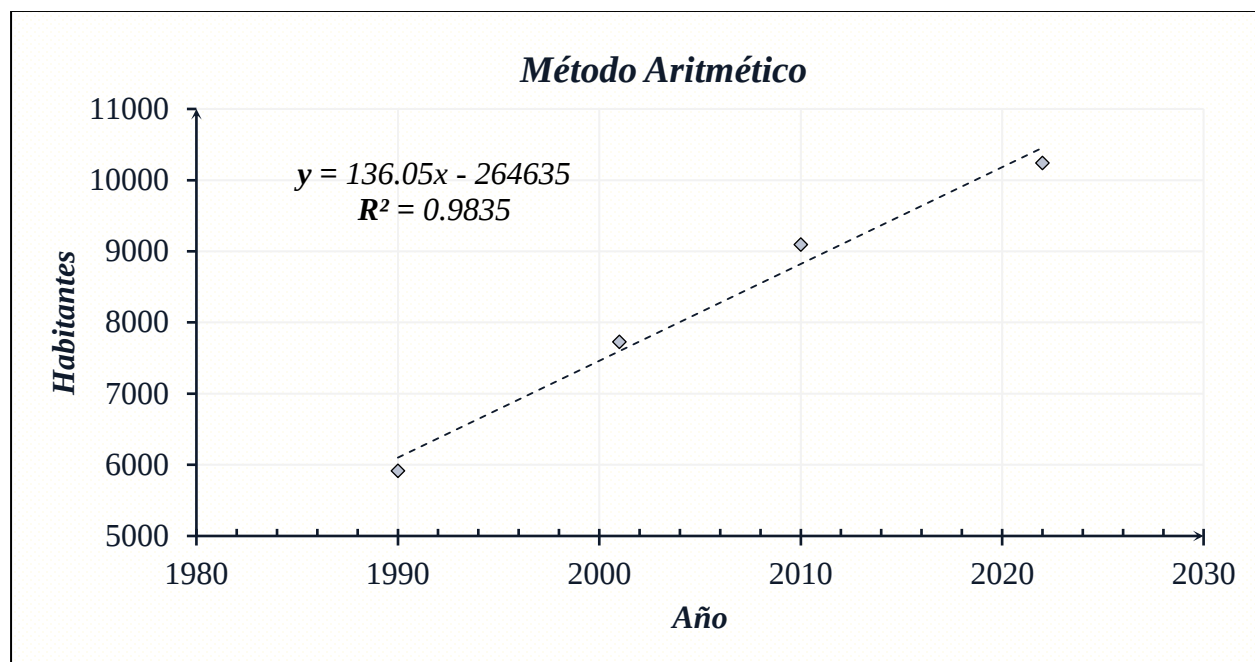


Fig 21. TENDENCIA LINEAL OBTENIDA MEDIANTE EL MÉTODO ARITMÉTICO.

b) Método Geométrico

Mediante la ecuación (3) es posible determinar la tasa de crecimiento poblacional correspondiente a los años censales, con base en la información proporcionada por el INEC.

i) Tasa de Crecimiento año 1990 – 2001

Datos,

$$P_1 \rightarrow 7727$$

$$P_0 \rightarrow 5914$$

$$n' \rightarrow 11 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\left(\frac{7727 \text{ hab}}{5914 \text{ hab}} \right)^{\frac{1}{11 \text{ años}}} - 1 \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = 2.4607$$

ii) Tasa de Crecimiento año 2001 – 2010

Datos,

$$P_1 \rightarrow 9094$$

$$P_0 \rightarrow 7727$$

$$n' \rightarrow 9 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\left(\frac{9094 \text{ hab}}{7727 \text{ hab}} \right)^{\frac{1}{9 \text{ años}}} - 1 \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = \mathbf{1.8264}$$

iii) Tasa de Crecimiento año 2010 – 2022

Datos,

$$P_1 \rightarrow 10240$$

$$P_0 \rightarrow 9094$$

$$n' \rightarrow 12 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\left(\frac{10240 \text{ hab}}{9094 \text{ hab}} \right)^{\frac{1}{12 \text{ años}}} - 1 \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = \mathbf{0.9940}$$

Mediante la aplicación de la fórmula correspondiente se determinó la tendencia geométrica del crecimiento poblacional, cuyos resultados se presentan a continuación en la tabla resumen.

TABLA X.
RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO – MÉTODO GEOMÉTRICO

Tendencia Geométrica			
Año censal	Población (hab)	n (años)	r (%)
1990	5914		
2001	7727	11	2.4607
2010	9094	9	1.8264
2022	10240	12	0.9940
Tasa Promedial			1.7604

Aplicando el método geométrico y considerando una tendencia lineal en el crecimiento poblacional, se obtuvo un valor de $R^2 \rightarrow 0.9563$, tal como se muestra en la figura correspondiente.

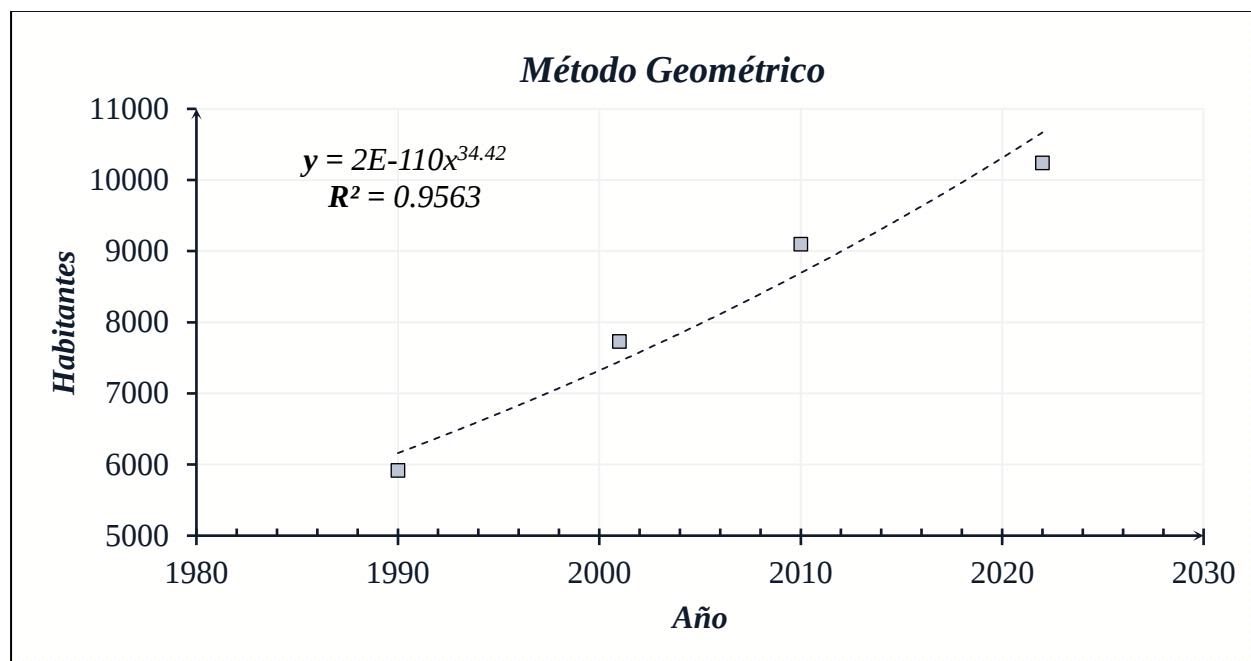


Fig 22. TENDENCIA LINEAL OBTENIDA MEDIANTE EL MÉTODO GEOMÉTRICO.

c) Método Exponencial

Mediante la ecuación (4) es posible determinar la tasa de crecimiento poblacional correspondiente a los años censales, con base en la información proporcionada por el INEC.

i) Tasa de Crecimiento año 1990 – 2001

Datos,

$$P_1 \rightarrow 7727$$

$$P_0 \rightarrow 5914$$

$$n' \rightarrow 11 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\frac{\ln \left(\frac{7727 \text{ hab}}{5914 \text{ hab}} \right)}{11 \text{ años}} \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = \mathbf{2.4309}$$

ii) Tasa de Crecimiento año 2001 – 2010

Datos,

$$P_1 \rightarrow 9094$$

$$P_0 \rightarrow 7727$$

$$n' \rightarrow 9 \text{ años}$$

$$r_{\%} = \left[\frac{\ln \left(\frac{9094 \text{ hab}}{7727 \text{ hab}} \right)}{9 \text{ años}} \right] \cdot 100$$

$$r_{\%} = \mathbf{1.8099}$$

iii) *Tasa de Crecimiento año 2010 – 2022*

Datos,

$P_1 \rightarrow 10240$

$P_0 \rightarrow 9094$

$n' \rightarrow 12 \text{ años}$

$$r_{\%} = \left[\frac{\ln \left(\frac{10240 \text{ hab}}{9094 \text{ hab}} \right)}{12 \text{ años}} \right] \cdot 100$$

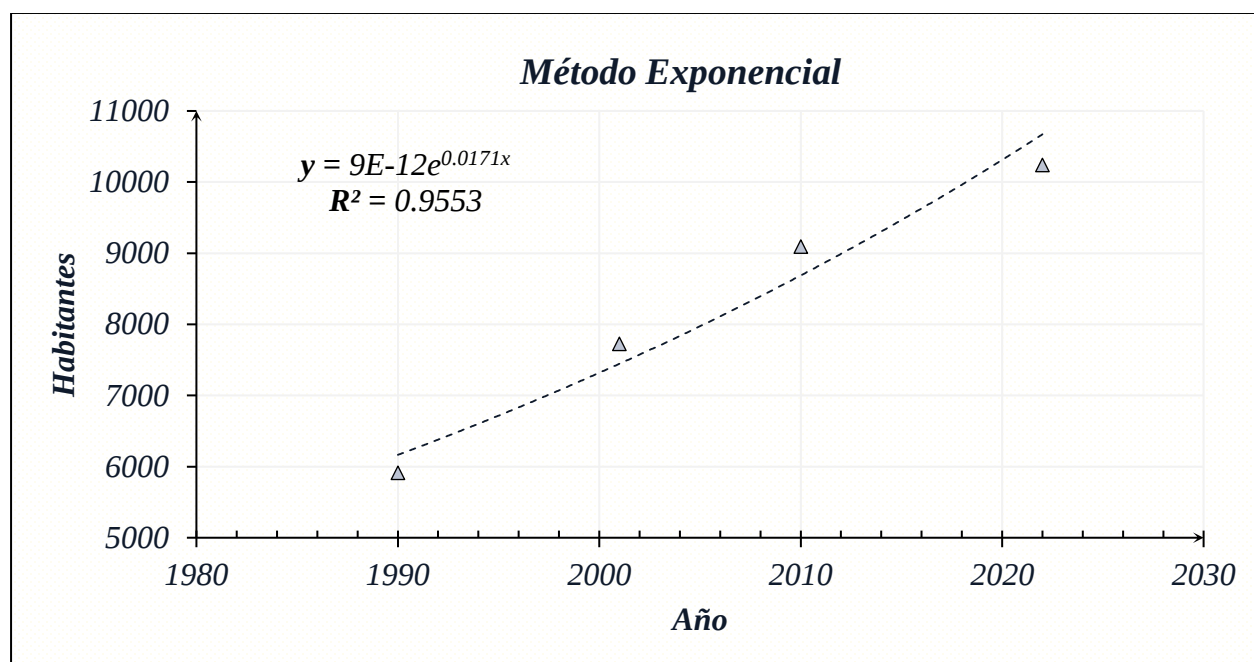
$$r_{\%} = \mathbf{0.9891}$$

Mediante la aplicación de la fórmula correspondiente se determinó la tendencia exponencial del crecimiento poblacional, cuyos resultados se presentan a continuación en la tabla resumen.

TABLA XI.
RESUMEN TASA DE CRECIMIENTO – MÉTODO EXPONENCIAL

<i>Tendencia Exponencial</i>			
<i>Año censal</i>	<i>Población (hab)</i>	<i>n (años)</i>	<i>r (%)</i>
1990	5914		
2001	7727	11	2.4309
2010	9094	9	1.8099
2022	10240	12	0.9891
<i>Tasa Promedial</i>			<i>1.7433</i>

Aplicando el método exponencial y considerando una tendencia lineal en el crecimiento poblacional, se obtuvo un valor de $R^2 \rightarrow 0.9553$, tal como se muestra en la figura correspondiente.



Tendencia Lineal Obtenida Mediante el Método Exponencial.

A través de la siguiente tabla se presentan los distintos métodos aplicados junto con los valores obtenidos para la tasa de crecimiento poblacional.

TABLA XII.
RESUMEN ÍNDICE DE CRECIMIENTO

<i>Método</i>	<i>Tasa de Crecimiento r (%)</i>	<i>Coefficiente de Correlación R^2</i>
<i>Aritmético o Lineal</i>	1.934	0.9835
<i>Geométrico</i>	1.760	0.9563
<i>Exponencial</i>	1.743	0.9553

Como se observa, el método Aritmético o Lineal es el que presenta un valor de R más próximo a 1, en comparación con los métodos geométrico y exponencial. No obstante, el índice de crecimiento obtenido resulta inferior al rango establecido, por lo que se adoptó un valor de $r=1$.

3) Población Promedio por Vivienda

El valor fue determinado a partir de la ecuación (5) y en base a los datos del INEC.

Datos,

$$T_p \rightarrow 400 \text{ hab}$$

$$T_v \rightarrow 110 \text{ viv}$$

$$P_{pv} = \frac{400 \text{ hab}}{110 \text{ viv}}$$

$$P_{pv} = 3.64 \text{ hab/viv}$$

4) Población Permanente

El valor fue determinado a partir de la ecuación (6) y con base en la información proporcionada por la Junta Administradora de Agua Potable del caserío Lacón.

Datos,

$$\#viviendas \rightarrow 158 \text{ viv}$$

$$P_{pv} \rightarrow 3.64 \text{ hab/viv}$$

$$P_p = 158 \text{ viviendas} \cdot 3.64 \text{ hab/vivienda}$$

$$P_p = 575 \text{ hab}$$

5) Población Flotante

El valor fue determinado a partir de la ecuación (7), debido a la presencia de pequeños emprendimientos como fábricas de yogurt, quesos y calzado, se adoptó un incremento del 25 % sobre la población total para contemplar el consumo asociado a dichas actividades.

Datos,

$$\% \rightarrow 25\%$$

$$P_p \rightarrow 575 \text{ hab}$$

$$P_{fl} = 25\% \cdot 575 \text{ hab}$$

$$P_{fl} = 144 \text{ hab}$$

6) Población Actual

El valor fue determinado a partir de la ecuación (8), sumando las dos poblaciones calculadas anteriormente.

Datos,

$$P_p \rightarrow 575 \text{ hab}$$

$$P_{fl} \rightarrow 144 \text{ hab}$$

$$P_a = 575 \text{ hab} + 144 \text{ hab}$$

$$P_{fl} = 719 \text{ hab}$$

7) Población Futura

El valor fue determinado a través del método Aritmético, Geométrico y Exponencial.

a) Método Aritmético

Datos,

$$P_a \rightarrow 719 \text{ hab}$$

$$r \rightarrow 1.93 \%$$

$$n \rightarrow 20 \text{ años}$$

$$P_f = 719 \text{ hab} \cdot \left(1 + \frac{1.93 \% \cdot 25 \text{ años}}{100} \right)$$

$$P_f = 998 \text{ hab}$$

b) Método Geométrico

Datos,

$$P_a \rightarrow 719 \text{ hab}$$

$$r \rightarrow 1.76 \%$$

$$n \rightarrow 20 \text{ años}$$

$$P_f = 719 \text{ hab} \cdot \left(1 + \frac{1.76 \%}{100} \right)^{25 \text{ años}}$$

$$P_f = 1020 \text{ hab}$$

c) Método Exponencial

Datos

$$P_a \rightarrow 719 \text{ hab}$$

$$r \rightarrow 1.74 \%$$

$$n \rightarrow 20 \text{ años}$$

$$e \approx 2.718$$

$$P_f = 719 \text{ hab} \cdot e^{\left(\frac{1.74 \% \cdot 20 \text{ años}}{100}\right)}$$

$$P_f = 1019 \text{ hab}$$

Según los resultados calculados, el método aritmético muestra la mayor proximidad al valor unitario, alcanzando un valor de **998 hab**.

8) Dotación Media Actual

La Junta Administradora de Agua Potable del caserío Lacón (JAAP Lacón) proporcionó la información correspondiente al consumo mensual de agua potable registrado de enero hasta septiembre del 2025, cuyos valores se detallan en el [Anexo 2 Lecturas de Agua](#). A partir de estos datos, se procedió a determinar la dotación media actual, con el propósito de establecer el consumo promedio de agua por habitante en el caserío. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla correspondiente.

TABLA XIII.
CONSUMO MENSUAL DEL CASERÍO LACÓN

<i>mes</i>	<i>año</i>	<i>lectura</i>	<i>unidades</i>
Enero	2025	1437.78	m ³
Febrero	2025	1448.93	m ³
Marzo	2025	1606.52	m ³
Abril	2025	1611.17	m ³
Mayo	2025	1611.17	m ³
Junio	2025	1609.53	m ³
Julio	2025	1615.38	m ³
Agosto	2025	1572.49	m ³
Septiembre	2025	1320.73	m ³

Con base en las lecturas registradas del consumo mensual de los usuarios, se realizó el cálculo del promedio de consumo mensual, obteniendo un valor de:

$$P_{cm} \rightarrow 1537.08 \text{ m}^3$$

Posteriormente, este dato fue convertido a litros por día, resultando en una dotación media diaria de:

$$D_{md} \rightarrow 51235.94 \text{ lt/día}$$

Este valor representa la cantidad promedio de agua utilizada diariamente por los habitantes del caserío Lacón durante el periodo de estudio. Con la información obtenida, se procede a determinar la dotación media actual, la cual permitirá conocer el consumo promedio de agua por persona dentro del sistema.

Datos,

$$\#beneficiarios \rightarrow 158 \text{ usu}$$

$$P_a \rightarrow 719 \text{ hab}$$

$$D_{md} \rightarrow 51235.94 \text{ lt/día}$$

$$D_{ma} = \frac{51235.94 \text{ lt/día}}{719 \text{ hab}}$$

$$D_{ma} = 71.31 \text{ lt/hab/día} \sim 72 \text{ lt/hab/día}$$

De acuerdo con lo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN, las tasas de dotación de agua deben definirse en función del nivel de servicio y de las condiciones climáticas del área de estudio. Para el presente proyecto se adopta el Nivel de Servicio IIb, correspondiente a zonas de clima frío, en el cual la dotación estándar se establece en 75 litros por habitante por día. No obstante, considerando los valores obtenidos durante el trabajo de campo, se determinó emplear una dotación de 72 litros por habitante por día, por ser un valor que refleja de manera más precisa el consumo real y las condiciones actuales de abastecimiento en el caserío Lacón.

9) Dotación Media Futura

Datos,

$$D_{ma} \rightarrow 72 \text{ lt/hab/día}$$

$$n \rightarrow 20 \text{ años}$$

$$d \rightarrow 1 \%$$

$$D_{mf} = 72 \text{ lt/hab/día} \cdot \left(1 + \frac{1}{100}\right)^{20 \text{ años}}$$

$$D_{mf} = 88 \text{ lt/hab/día}$$

10) Caudal Medio Diario

Datos,

$$P_f \rightarrow 998 \text{ hab}$$

$$D_{mf} \rightarrow 88 \text{ lt/hab/día}$$

$$Q_{md} = \left(\frac{998 \text{ hab} \cdot 88 \text{ lt/hab/día}}{86400} \right)$$

$$Q_{md} = 1.01 \text{ lt/seg}$$

11) Caudal Máximo Diario

Datos,

$$Q_{md} \rightarrow 1.01 \text{ lt/seg}$$

$$K_{MD} \rightarrow 1.50$$

$$Q_{MD} = 1.01 \text{ lt/seg} \cdot 1.50$$

$$Q_{MD} = 1.52 \text{ lt/seg}$$

12) Caudal Máximo Horario

Datos,

$$Q_{md} \rightarrow 1.01 \text{ lt/seg}$$

$$K_{MH} \rightarrow 2.0$$

$$Q_{MH} = 1.01 \text{ lt/seg} \cdot 2.0$$

$$Q_{MH} = 2.03 \text{ lt/seg}$$

13) Volumen de Almacenamiento

a) Volumen Actual del Tanque de Almacenamiento

Los datos correspondientes al tanque fueron obtenidos a partir de mediciones realizadas en campo y de la información proporcionada por los trabajadores de la Junta Administradora de Agua Potable del caserío Lacón (JAAP Lacón).

Datos,

Altura del Agua (h) → 2.50 m

Diámetro Exterior → 5.60 m

Espesor de Pared → 0.30 m

i) Diámetro Interior

$$D_{inte} = 5.60 \text{ m} - 2 \cdot 0.30 \text{ m}$$

$$D_{inte} = 5.00 \text{ m}$$

ii) Volumen Actual

$$V_a = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h$$

$$V_a = \frac{\pi \cdot (5.00 \text{ m})^2}{4} \cdot 2.50 \text{ m}$$

$$V_a = 49.08 \text{ m}^3$$

iii) Volumen Medio Diario Proyectado

$$V_{md} = 1.01 \text{ lt/seg} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ lt}} \cdot \frac{86400 \text{ seg}}{1 \text{ día}}$$

$$V_{md} = 87.264 \text{ m}^3/\text{día}$$

iv) Volumen de Regulación

$$V_r = 30 \% \cdot 87.264 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$V_r = 26.179 \text{ m}^3/\text{día}$$

v) *Volumen Contra Incendios*

El volumen contra incendios no se lo toma en cuenta ya que al ser una población menor a 5000 hab según la norma y considerando la demanda media diaria al final del periodo de diseño.

vi) *Volumen de Emergencia*

$$V_e = 25 \% \cdot V_{ci}$$

Este sería la formula a utilizar para sacar el volumen de emergencia, pero al tomar como cero el volumen contra incendios, este queda descartado para sacarlo.

vii) *Volumen Planta de Tratamiento*

$$V_{pt} = 10 \% \cdot 26.179 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$V_{pt} = 2.61 \text{ m}^3$$

viii) *Volumen Total*

$$V_T = 26.179 \text{ m}^3/\text{día} + 0 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3 + 2.61 \text{ m}^3$$

$$V_T = 28.789 \text{ m}^3$$

ix) *Volumen Requerido*

Teniendo en cuenta que el volumen actual es de 125.66 m³ y el volumen a futuro es de 28.789 m³, esto quiere decir que el volumen actual es mayor que el futuro por ende abastece la demanda solicitada para realizar esta red de distribución.

Tras efectuar los cálculos de volumen para el tanque en su condición actual y proyectada, se determina que la capacidad existente es suficiente para cubrir la demanda a futuro, por lo que no se requiere la construcción de un nuevo tanque.

b) Diagrama de Tuberías

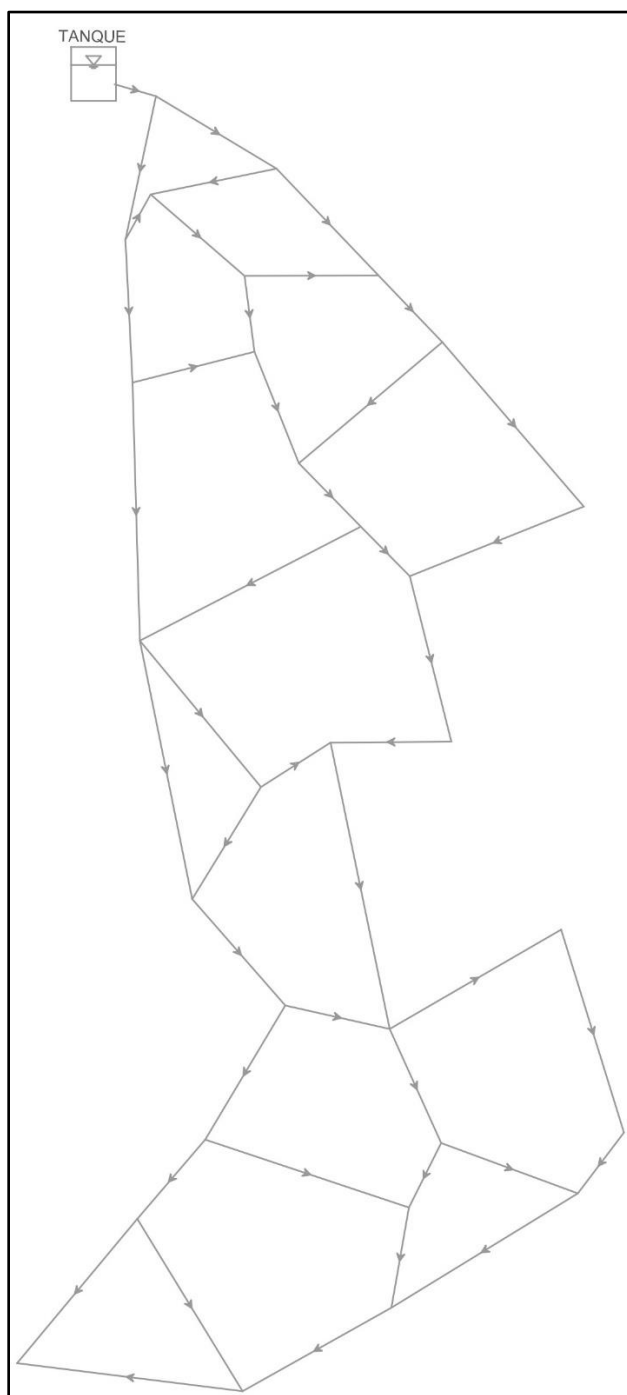


Fig 23. DIAGRAMA DE TUBERÍAS PROPUESTO PARA EL CASERÍO LACÓN

Con los datos del sector Caserío Lacón ya definidos – incluidos los nudos, sus cotas, las longitudes de los tramos y los caudales diarios y horarios calculados previamente, el siguiente paso consiste en delimitar las áreas de aportación correspondientes para cada nodo en porcentaje, así como también su gasto que tendrá en cada nodo, esto depende del porcentaje del área de aportación dada.

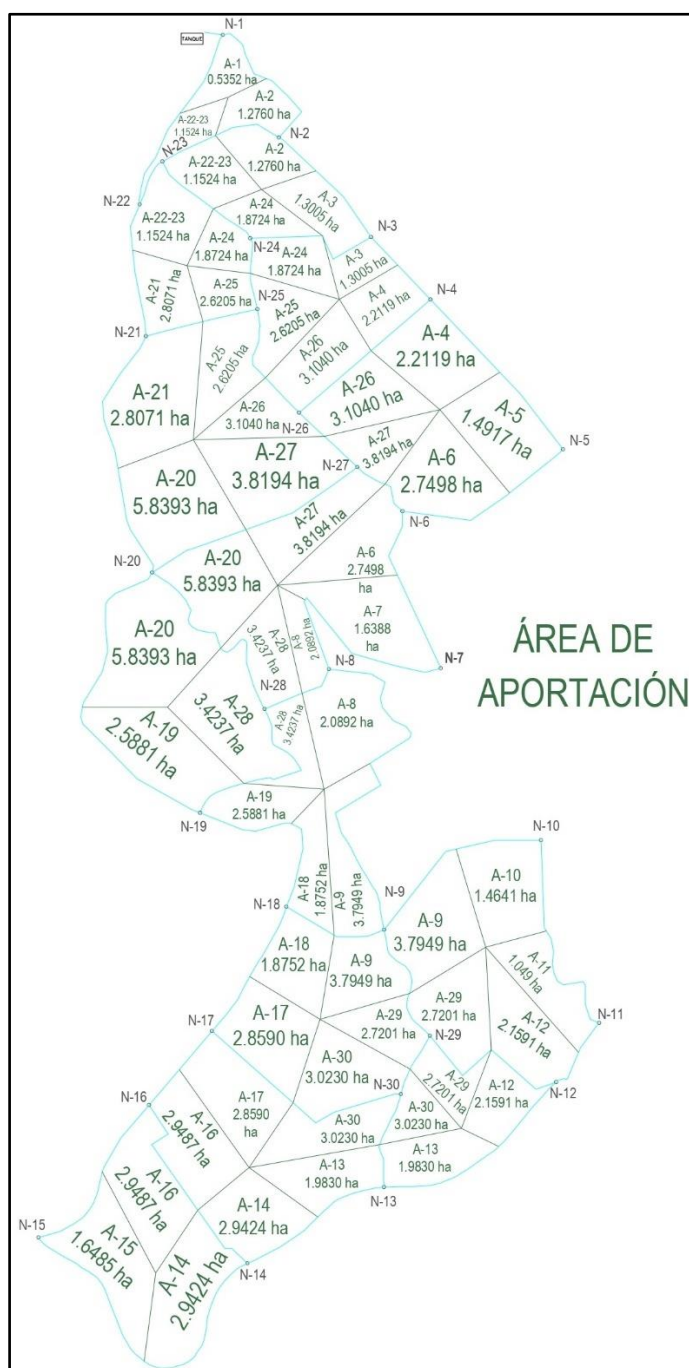


Fig 24. ÁREA DE APORTACIÓN PARA CADA NODO

TABLA XIV.
PORCENTAJE DE ÁREA DE APORTACIÓN Y GASTO EN CADA NODO

Cota Terreno		Área de Aportación				Q_{MD}	Q_{MH}
Tanque	EL: 2960.18	1 m²		0.0001 ha	% Área	1.5222 lt/s	2.0296 lt/s
N 1	EL: 2943.57	A 1	5351.991 m ²	0.5352 ha	0.76%	0.0116 lt/s	0.0155 lt/s
N 2	EL: 2920.93	A 2	12759.823 m ²	1.2760 ha	1.82%	0.0277 lt/s	0.0369 lt/s
N 3	EL: 2904.82	A 3	13005.262 m ²	1.3005 ha	1.85%	0.0282 lt/s	0.0376 lt/s
N 4	EL: 2900.28	A 4	22119.234 m ²	2.2119 ha	3.15%	0.0480 lt/s	0.0640 lt/s
N 5	EL: 2866.34	A 5	14916.620 m ²	1.4917 ha	2.13%	0.0324 lt/s	0.0432 lt/s
N 6	EL: 2870.26	A 6	27498.087 m ²	2.7498 ha	3.92%	0.0597 lt/s	0.0796 lt/s
N 7	EL: 2831.17	A 7	16388.119 m ²	1.6388 ha	2.34%	0.0356 lt/s	0.0474 lt/s
N 8	EL: 2875.03	A 8	20892.322 m ²	2.0892 ha	2.98%	0.0453 lt/s	0.0605 lt/s
N 9	EL: 2845.97	A 9	37948.668 m ²	3.7949 ha	5.41%	0.0824 lt/s	0.1098 lt/s
N 10	EL: 2771.48	A 10	14640.865 m ²	1.4641 ha	2.09%	0.0318 lt/s	0.0424 lt/s
N 11	EL: 2742.71	A 11	10499.093 m ²	1.0499 ha	1.50%	0.0228 lt/s	0.0304 lt/s
N 12	EL: 2750.72	A 12	21590.701 m ²	2.1591 ha	3.08%	0.0469 lt/s	0.0625 lt/s
N 13	EL: 2765.29	A 13	19830.387 m ²	1.9830 ha	2.83%	0.0430 lt/s	0.0574 lt/s
N 14	EL: 2796.47	A 14	29423.999 m ²	2.9424 ha	4.20%	0.0639 lt/s	0.0851 lt/s
N 15	EL: 2844.63	A 15	16485.083 m ²	1.6485 ha	2.35%	0.0358 lt/s	0.0477 lt/s
N 16	EL: 2867.75	A 16	29486.896 m ²	2.9487 ha	4.20%	0.0640 lt/s	0.0853 lt/s
N 17	EL: 2881.59	A 17	28589.671 m ²	2.8590 ha	4.08%	0.0620 lt/s	0.0827 lt/s
N 18	EL: 2892.29	A 18	18752.459 m ²	1.8752 ha	2.67%	0.0407 lt/s	0.0543 lt/s
N 19	EL: 2916.32	A 19	25881.351 m ²	2.5881 ha	3.69%	0.0562 lt/s	0.0749 lt/s
N 20	EL: 2924.34	A 20	58392.622 m ²	5.8393 ha	8.33%	0.1267 lt/s	0.1690 lt/s
N 21	EL: 2940.92	A 21	28070.689 m ²	2.8071 ha	4.00%	0.0609 lt/s	0.0812 lt/s
N 22	EL: 2938.42	A 22	11524.118 m ²	1.1524 ha	1.64%	0.0250 lt/s	0.0333 lt/s
N 23	EL: 2934.41	A 23	11524.118 m ²	1.1524 ha	1.64%	0.0250 lt/s	0.0333 lt/s
N 24	EL: 2913.37	A 24	18724.275 m ²	1.8724 ha	2.67%	0.0406 lt/s	0.0542 lt/s
N 25	EL: 2905.51	A 25	26204.810 m ²	2.6205 ha	3.74%	0.0569 lt/s	0.0758 lt/s
N 26	EL: 2889.63	A 26	31040.419 m ²	3.1040 ha	4.43%	0.0674 lt/s	0.0898 lt/s
N 27	EL: 2881.55	A 27	38194.328 m ²	3.8194 ha	5.45%	0.0829 lt/s	0.1105 lt/s
N 28	EL: 2894.47	A 28	34237.166 m ²	3.4237 ha	4.88%	0.0743 lt/s	0.0991 lt/s
N 29	EL: 2803.57	A 29	27201.153 m ²	2.7201 ha	3.88%	0.0590 lt/s	0.0787 lt/s
N 30	EL: 2794.05	A 30	30229.713 m ²	3.0230 ha	4.31%	0.0656 lt/s	0.0875 lt/s
Total			701404.042 m²	70.1404 ha	100%	1.5222 lt/s	2.0296 lt/s

Una vez obtenido los gastos que tienen en cada nodo podemos determinar el gasto que tendrá en cada tramo de la red de distribución haciendo pasar porcentajes de agua de acuerdo con la demanda de cada nodo, pero al realizar esto de forma empírica se lo hace con la finalidad de que este distribuida en toda la red y que al llegar al último nodo este sea de 0 cero, cumpliendo así el requisito gasto – demanda, dicho gasto en cada tramo está mostrado en los planos respectivamente con su tramo empírico con la finalidad de entender su distribución de manera grafica. Así mismo podemos determinar los diámetros necesarios ya que se calcula en base a los gastos que tiene en cada tramo por lo que después podemos escoger los diámetros comerciales que nos ayudará en esta red, sin olvidar que para poblaciones < 5000 hab, según la norma CPE INEN 5 Parte 9-1 [21].

TABLA XV. DIÁMETROS DE ACUERDO CON LAS POBLACIONES CALCULADAS

Población de Diseño	Diámetro Mínimo de la Tubería Principal	Diámetro Mínimo de Tubería Secundario
< 5000 hab	50 mm – 2 pulg.	25 mm – 1 pulg.
5000 – 20000 hab	75 mm – 3 pulg.	50 mm – 2 pulg.
> 20000 hab	100 mm – 4 pulg.	50 mm – 2 pulg.

TABLA XVI.

CÁLCULO DE DIÁMETRO NOMINAL EN PUL TRANSFORMADO A MM, DESPUÉS SACADO EL DIÁMETRO COMERCIAL

Nodos		Longitud Tramos		qTramo				Diámetro Nominal		Diámetro Comercial (Interior)
Tanque	N 1	L 0	26.475 m	1.5222 lt/s	1.5106 lt/s	% Pasa		1.89 pulg	47.95 mm	45mm
N 1	N 2	L 1	216.155 m	0.7553 lt/s	0.7276 lt/s	50%	100%	1.33 pulg	33.77 mm	45.00 mm
N 1	N 22	L 42	84.960 m	0.7553 lt/s	0.7303 lt/s	50%		1.33 pulg	33.77 mm	45.00 mm
N 2	N 3	L 2	194.137 m	0.4366 lt/s	0.4083 lt/s	60%	100%	1.01 pulg	25.68 mm	45.00 mm
N 2	N 23	L 33	182.980 m	0.2910 lt/s	0.2785 lt/s	40%		0.83 pulg	20.97 mm	45.00 mm
N 22	N 23	L 22	70.774 m	0.2191 lt/s	0.2066 lt/s	30%	100%	0.72 pulg	18.19 mm	45.00 mm
N 22	N 21	L 21	192.084 m	0.5112 lt/s	0.4503 lt/s	70%		1.09 pulg	27.79 mm	45.00 mm
N 3	N 24	L 34	201.578 m	0.1225 lt/s	0.1022 lt/s	30%	100%	0.54 pulg	13.60 mm	45.00 mm
N 3	N 4	L 3	123.274 m	0.2858 lt/s	0.2378 lt/s	70%		0.82 pulg	20.78 mm	45.00 mm
N 23	N 24	L 23	168.764 m	0.4851 lt/s	0.4648 lt/s	-	-	1.07 pulg	27.07 mm	45.00 mm
N 24	N 25	L 24	103.152 m	0.5670 lt/s	0.5385 lt/s	-	-	1.15 pulg	29.26 mm	45.00 mm
N 4	N 26	L 36	247.030 m	0.1736 lt/s	0.1399 lt/s	73%	100%	0.64 pulg	16.19 mm	45.00 mm
N 4	N 5	L 4	285.269 m	0.0642 lt/s	0.0318 lt/s	27%		0.39 pulg	9.85 mm	45.00 mm
N 21	N 25	L 35	162.892 m	0.2251 lt/s	0.1967 lt/s	50%	100%	0.73 pulg	18.44 mm	45.00 mm

N 21	N 20	L 20	371.186 m	0.2251 lt/s	0.1618 lt/s	50%		0.73 pulg	18.44 mm	45.00 mm
N 25	N 26	L 25	175.907 m	0.7352 lt/s	0.7016 lt/s	-	-	1.31 pulg	33.32 mm	45.00 mm
N 26	N 27	L 26	113.817 m	0.8415 lt/s	0.7586 lt/s	-	-	1.40 pulg	35.65 mm	45.00 mm
N 27	N 6	L 37	96.069 m	0.2048 lt/s	0.1750 lt/s	27%	100%	0.69 pulg	17.59 mm	45.00 mm
N 27	N 20	L 27	331.084 m	0.5538 lt/s	0.4904 lt/s	73%		1.14 pulg	28.92 mm	45.00 mm
N 5	N 6	L 5	264.188 m	0.0318 lt/s	0.0020 lt/s	-	-	0.27 pulg	6.93 mm	45.00 mm
N 6	N 7	L 6	244.229 m	0.1770 lt/s	0.1414 lt/s	-	-	0.64 pulg	16.35 mm	45.00 mm
N 7	N 8	L 7	341.961 m	0.1414 lt/s	0.1188 lt/s	-	-	0.58 pulg	14.61 mm	45.00 mm
N 20	N 19	L 19	474.795 m	0.4565 lt/s	0.4285 lt/s	70%	100%	1.03 pulg	26.26 mm	45.00 mm
N 20	N 28	L 28	303.968 m	0.1957 lt/s	0.1214 lt/s	30%		0.68 pulg	17.19 mm	45.00 mm
N 28	N 8	L 29	113.804 m	0.0364 lt/s	0.0137 lt/s	30%	100%	0.29 pulg	7.42 mm	45.00 mm
N 28	N 19	L 38	272.805 m	0.0850 lt/s	0.0569 lt/s	70%		0.45 pulg	11.33 mm	45.00 mm
N 8	N 9	L 8	545.020 m	0.1325 lt/s	0.0913 lt/s	-	-	0.56 pulg	14.15 mm	45.00 mm
N 19	N 18	L 18	266.783 m	0.4853 lt/s	0.4446 lt/s	-	-	1.07 pulg	27.07 mm	45.00 mm
N 18	N 9	L 39	152.455 m	0.1112 lt/s	0.0700 lt/s	25%	100%	0.51 pulg	12.96 mm	45.00 mm
N 18	N 17	L 17	207.765 m	0.3335 lt/s	0.2714 lt/s	75%		0.88 pulg	22.44 mm	45.00 mm
N 9	N 29	L 30	179.235 m	0.1290 lt/s	0.0700 lt/s	80%	100%	0.55 pulg	13.96 mm	45.00 mm
N 9	N 10	L 9	279.424 m	0.0323 lt/s	0.0005 lt/s	20%		0.27 pulg	6.98 mm	45.00 mm
N 29	N 30	L 31	93.551 m	0.0441 lt/s	0.0113 lt/s	63%	100%	0.32 pulg	8.16 mm	45.00 mm
N 29	N 12	L 43	244.560 m	0.0259 lt/s	0.0025 lt/s	37%		0.25 pulg	6.25 mm	45.00 mm
N 17	N 16	L 16	138.218 m	0.1900 lt/s	0.1260 lt/s	70%	100%	0.67 pulg	16.94 mm	45.00 mm
N 17	N 30	L 40	326.069 m	0.0814 lt/s	0.0486 lt/s	30%		0.44 pulg	11.09 mm	45.00 mm
N 16	N 14	L 41	298.987 m	0.0504 lt/s	0.0185 lt/s	40%	100%	0.34 pulg	8.72 mm	45.00 mm
N 16	N 15	L 15	258.685 m	0.075602 lt/s	0.0398 lt/s	60%		0.42 pulg	10.69 mm	45.00 mm
N 15	N 14	L 14	478.386 m	0.0398 lt/s	0.0079 lt/s	-	-	0.31 pulg	7.76 mm	45.00 mm
N 14	N 13	L 13	227.474 m	0.0264 lt/s	0.0049 lt/s	-	-	0.25 pulg	6.31 mm	45.00 mm
N 30	N 13	L 32	140.557 m	0.0599 lt/s	0.0384 lt/s	-	-	0.37 pulg	9.51 mm	45.00 mm
N 13	N 12	L 12	302.635 m	0.0433 lt/s	0.0198 lt/s	-	-	0.32 pulg	8.08 mm	45.00 mm
N 12	N 11	L 11	109.231 m	0.0223 lt/s	0.0109 lt/s	-	-	0.23 pulg	5.80 mm	45.00 mm
N 10	N 11	L 10	313.240 m	0.0005 lt/s	0.0000 lt/s	-	-	0.03 pulg	0.86 mm	45.00 mm

De acuerdo con lo establecido por la normativa, el diámetro mínimo permitido para la red de distribución es de 50 mm (2 pulgadas) en adelante, por lo que se optó por el uso de tuberías comerciales de PVC. En la selección de estos diámetros, se considera principalmente el diámetro interior, ya que es el que define la capacidad hidráulica real de la tubería, teniendo en cuenta además que los distintos espesores nominales incrementan su resistencia sin afectar el funcionamiento del sistema.

TABLA XVII.
DIÁMETROS ESCOGIDOS SEGÚN CÁLCULOS OBTENIDOS

Diámetro Nominal (mm)		Diámetro Interior	Espesor Nominal	Presión de Trabajo		
UNIÓN U/Z	UNIÓN E/C	mm	mm	MPa	PSI (lb/pul ²)	kgf/cm ²
	20	17.8	1.1	1.25	181	12.75
		16.8	1.6	2.00	290	20.40
	25	22.8	1.1	1.00	145	10.20
		21.8	1.6	1.60	232	16.32
	32	29.8	1.1	0.80	116	8.16
		28.8	1.6	1.25	181	12.75
	40	37.8	1.1	0.63	91	6.43
		36.8	1.6	1.00	145	10.20
		36.0	2.0	1.25	181	12.75
50		47.4	1.3	0.63	91	6.43
		46.8	1.6	0.80	116	8.16
		46.0	2.0	1.00	145	10.20
		45.0	2.5	1.25	181	12.75
63		59.8	1.6	0.63	91	6.43
		58.8	2.1	0.80	116	8.16
		58.0	2.5	1.00	145	10.20
		56.8	3.1	1.25	181	12.75
75		72.0	1.5	0.50	73	5.10
		71.2	1.9	0.63	91	6.43
		70.2	2.4	0.80	116	8.16
		69.0	3.0	1.00	145	10.20
		67.6	3.7	1.25	181	12.75
90		86.4	1.8	0.50	73	5.10
		85.4	2.3	0.63	91	6.43
		84.2	2.9	0.80	116	8.16
		82.8	3.6	1.00	145	10.20
		81.2	4.4	1.25	181	12.75
110		105.6	2.2	0.50	73	5.10
		104.6	2.7	0.63	91	6.43
		103.2	3.4	0.80	116	8.16
		101.6	4.2	1.00	145	10.20
		99.6	5.2	1.25	181	12.75
	140	134.4	2.8	0.50	73	5.10
		133.2	3.4	0.63	91	6.43
		131.4	4.3	0.80	116	8.16

b) Condiciones Estáticas

i) Presiones en Nodos

TABLA XVIII.
PRESIONES EN LOS NODOS EN ESTADO ESTÁTICO DEL CASERÍO LACÓN

Nodos	Elevación	Demanda	Gradiente Hidráulica	Presión
N	m.s.n.m	l/s	(m/m)	m.c.a
N-1	2,943.57	0.012	2,960.15	16.55
N-2	2,920.93	0.028	2,959.67	38.66
N-3	2,904.82	0.028	2,959.41	54.48
N-4	2,904.82	0.048	2,959.23	54.30
N-5	2,866.34	0.032	2,959.10	62.57
N-6	2,870.26	0.06	2,959.00	68.57
N-7	2,831.17	0.036	2,958.85	67.43
N-8	2,875.03	0.045	2,958.69	53.49
N-9	2,845.97	0.082	2,958.46	69.11
N-10	2,771.48	0.032	2,958.43	69.87
N-11	2,742.71	0.023	2,958.41	65.27
N-12	2,750.72	0.047	2,958.41	67.27
N-13	2,765.29	0.043	2,958.41	62.73
N-14	2,796.47	0.064	2,958.40	61.60
N-15	2,844.63	0.036	2,958.40	63.54
N-16	2,867.75	0.064	2,958.40	60.47
N-17	2,881.59	0.062	2,958.41	56.67
N-18	2,892.29	0.041	2,958.47	66.05
N-19	2,916.32	0.056	2,958.66	42.26
N-20	2,924.34	0.127	2,958.88	34.47
N-21	2,940.92	0.061	2,959.34	18.38
N-22	2,938.42	0.025	2,959.71	21.25
N-23	2,934.41	0.025	2,959.65	25.19
N-24	2,913.37	0.041	2,959.42	45.96
N-25	2,905.51	0.057	2,959.33	53.71
N-26	2,889.63	0.067	2,959.18	69.41
N-27	2,881.55	0.083	2,959.02	63.31
N-28	2,894.47	0.074	2,958.70	64.10
N-29	2,803.57	0.059	2,958.41	54.53
N-30	2,794.05	0.066	2,958.41	64.03

En el análisis de las presiones estáticas de la red se obtuvo una presión máxima de 69,87 m.c.a. y una presión mínima de 16,55 m.c.a., valores que se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma CPE INEN 5, Parte 9-1. Dicha normativa indica que la presión estática mínima debe ser de 10 m.c.a., mientras que la presión máxima no debe exceder los 70 m.c.a., por lo que los resultados obtenidos evidencian que el diseño hidráulico cumple con el rango permitido, garantizando condiciones adecuadas de operación y servicio en la red de distribución.

ii) Modelación Estática escenario (Q_{MD}) diagrama de presiones en los Nudos

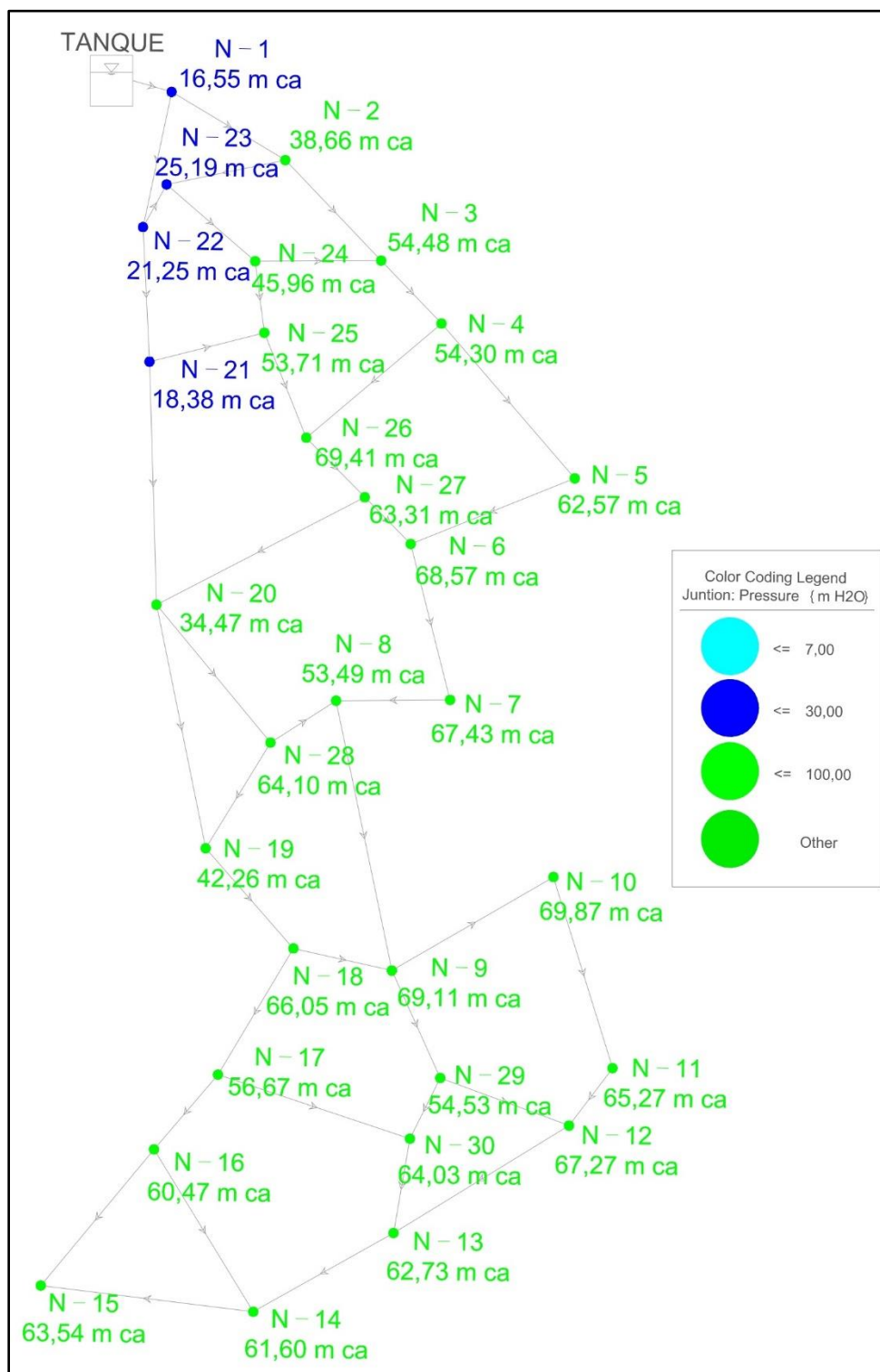


Fig 25. MODELACIÓN EN WATERGEMS, DIAGRAMA DE PRESIONES EN NUDOS

iii) Velocidades en la Tubería

TABLA XIX.
ESTADO ESTÁTICO, VELOCIDADES EN TUBERÍAS DEL CASERÍO LACÓN

Tubería	Longitud	Velocidad	Nudo		Diámetro (mm)	Material	Hazen	Caudal
			Inicial	Final			Williams	(lt/s)
T-0	56.528	0.60	TANQUE-1	N-1	56.8	PVC	150	1.522
T-1	184.874	0.30	N-1	N-2	45.0	PVC	150	0.481
T-2	193.379	0.32	N-3	N-2	45.0	PVC	150	0.509
T-3	121.584	0.40	N-4	N-3	45.0	PVC	150	0.636
T-4	284.642	0.33	N-5	N-4	45.0	PVC	150	0.525
T-5	246.209	0.31	N-6	N-5	45.0	PVC	150	0.493
T-6	223.992	0.35	N-7	N-6	45.0	PVC	150	0.557
T-7	158.88	0.33	N-7	N-8	45.0	PVC	150	0.525
T-8	383.994	0.35	N-9	N-8	45.0	PVC	150	0.557
T-9	260.154	0.36	N-10	N-9	45.0	PVC	150	0.573
T-10	278.743	0.34	N-11	N-10	45.0	PVC	150	0.541
T-11	100.356	0.30	N-12	N-11	45.0	PVC	150	0.485
T-12	286.792	0.30	N-13	N-12	45.0	PVC	150	0.485
T-13	224.147	0.30	N-14	N-13	45.0	PVC	150	0.485
T-14	298.287	0.31	N-15	N-14	45.0	PVC	150	0.486
T-15	246.739	0.31	N-16	N-15	45.0	PVC	150	0.487
T-16	136.993	0.35	N-17	N-16	45.0	PVC	150	0.559
T-17	205.039	0.31	N-18	N-17	45.0	PVC	150	0.489
T-18	185.479	0.36	N-19	N-18	45.0	PVC	150	0.574
T-19	346.328	0.33	N-20	N-19	45.0	PVC	150	0.528
T-20	338.864	0.32	N-21	N-20	45.0	PVC	150	0.515
T-21	187.674	0.38	N-22	N-21	45.0	PVC	150	0.612
T-22	67.943	0.38	N-23	N-22	45.0	PVC	150	0.608
T-23	163.352	0.33	N-23	N-24	45.0	PVC	150	0.509
T-24	100.488	0.38	N-25	N-24	45.0	PVC	150	0.603
T-25	157.574	0.38	N-25	N-26	45.0	PVC	150	0.601
T-26	116.227	0.33	N-27	N-26	45.0	PVC	150	0.519
T-27	326.659	0.32	N-20	N-27	45.0	PVC	150	0.503
T-28	249.228	0.35	N-28	N-20	45.0	PVC	150	0.561
T-29	108.44	0.35	N-8	N-28	45.0	PVC	150	0.551
T-30	164.218	0.39	N-9	N-29	45.0	PVC	150	0.620
T-31	94.565	0.34	N-29	N-30	45.0	PVC	150	0.542
T-32	133.417	0.32	N-30	N-13	45.0	PVC	150	0.516
T-33	168.928	0.36	N-23	N-2	45.0	PVC	150	0.578
T-34	175.566	0.33	N-24	N-3	45.0	PVC	150	0.526
T-35	165	0.33	N-21	N-25	45.0	PVC	150	0.532

T-36	246.568	0.33	N-26	N-4	45.0	PVC	150	0.529
T-37	91.332	0.37	N-27	N-6	45.0	PVC	150	0.589
T-38	172.899	0.36	N-19	N-28	45.0	PVC	150	0.574
T-39	140.588	0.34	N-18	N-9	45.0	PVC	150	0.548
T-40	281.929	0.31	N-30	N-17	45.0	PVC	150	0.492
T-41	265.227	0.31	N-16	N-14	45.0	PVC	150	0.497
T-42	192.574	0.47	N-1	N-22	45.0	PVC	150	0.749
T-43	191.304	0.32	N-29	N-12	45.0	PVC	150	0.512

En el análisis de las velocidades de flujo de la red se obtuvieron valores que se mantienen dentro de los rangos recomendados por la normativa vigente, registrándose una velocidad mínima de 0,30 m/s y una velocidad máxima de 0,60 m/s. Estos resultados cumplen con lo establecido en la Norma CPE INEN 5, Parte 9-1, la cual indica que la velocidad mínima debe ser de 0,30 m/s para evitar procesos de sedimentación en las tuberías, mientras que la velocidad máxima admisible no debe superar los 2,5 m/s, garantizando así un comportamiento hidráulico adecuado del sistema de distribución.

Para escoger el diámetro de la tubería, se optó por un diámetro de tubería comercial PVC de 50 mm (2pulg), dentro de los cuales su diámetro interior es de 45 mm, y de 63 mm (2.4pulg), siendo el diámetro interior de 56.8 mm dentro de los cuales cumple con la velocidad establecida y de acuerdo con el caudal que pasa por los tramos.

iv) Modelación Estática escenario (QMD) diagrama de velocidades en Tuberías

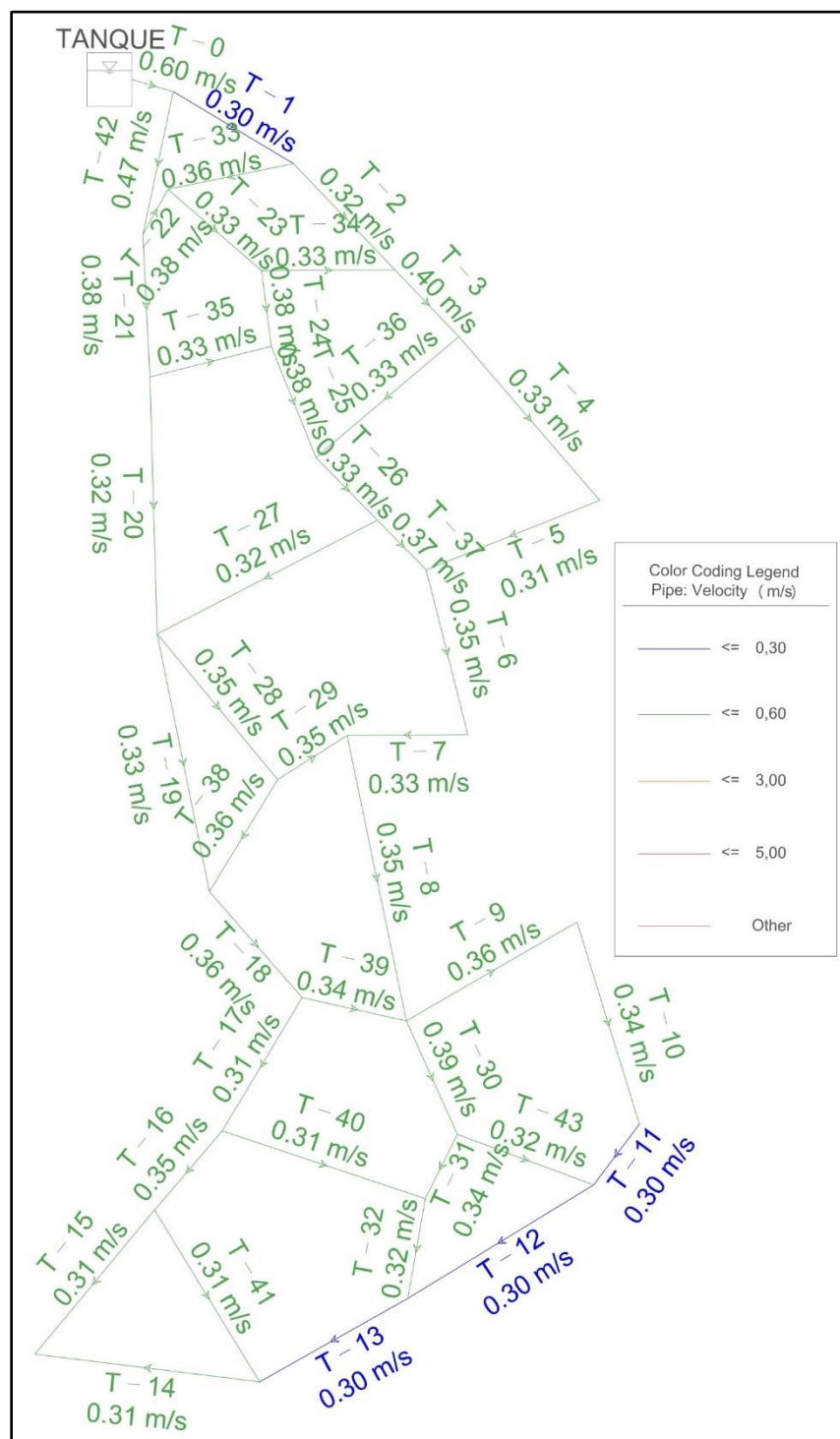


Fig 26. MODELACIÓN EN WATERGEMS, DIAGRAMA DE VELOCIDADES EN TUBERÍAS

c) *Condiciones Dinámicas*

i) *Presiones en Nodos*

TABLA XX.
PRESIONES EN LOS NODOS EN ESTADO DINÁMICO DEL CASERÍO LACÓN

Nodos	Elevación	Demanda	Gradiente Hidráulica	Presión
N	m.s.n.m	l/s	(m/m)	m.c.a
N-1	2,943.57	0.015	2,955.31	11.71
N-2	2,920.93	0.037	2,948.07	27.08
N-3	2,904.82	0.038	2,944.24	39.34
N-4	2,904.82	0.064	2,941.51	36.62
N-5	2,866.34	0.043	2,939.52	47.03
N-6	2,870.26	0.08	2,938.09	37.70
N-7	2,831.17	0.047	2,935.84	49.45
N-8	2,875.03	0.061	2,933.35	48.20
N-9	2,845.97	0.11	2,929.99	33.85
N-10	2,771.48	0.042	2,929.53	47.73
N-11	2,742.71	0.03	2,929.25	36.21
N-12	2,750.72	0.063	2,929.20	28.22
N-13	2,765.29	0.057	2,929.14	43.25
N-14	2,796.47	0.085	2,929.03	26.92
N-15	2,844.63	0.048	2,929.02	46.44
N-16	2,867.75	0.085	2,929.04	50.32
N-17	2,881.59	0.083	2,929.23	47.54
N-18	2,892.29	0.054	2,930.12	37.75
N-19	2,916.32	0.075	2,932.96	16.61
N-20	2,924.34	0.169	2,936.20	11.84
N-21	2,940.92	0.081	2,943.06	12.41
N-22	2,938.42	0.033	2,948.69	10.25
N-23	2,934.41	0.033	2,947.75	13.32
N-24	2,913.37	0.054	2,944.32	30.89
N-25	2,905.51	0.076	2,942.99	37.4
N-26	2,889.63	0.09	2,940.68	50.95
N-27	2,881.55	0.11	2,938.30	36.56
N-28	2,894.47	0.099	2,933.47	38.92
N-29	2,803.57	0.079	2,929.27	42.56
N-30	2,794.05	0.088	2,929.19	45.68

En el análisis de las presiones estáticas de la red se obtuvo una presión máxima de 50.95 m.c.a. y una presión mínima de 10.25 m.c.a., valores que se encuentran dentro de los límites establecidos por la Norma CPE INEN 5, Parte 9-1. A pesar de que la presión máxima pasa un poco dentro del rango establecido, cumple con la presión permisible y tiene funcionalidad adecuada. Dicha normativa indica que la presión estática mínima debe ser de 10 m.c.a., mientras que la presión máxima no debe exceder los 50 m.c.a. para el caso dinámico, por lo que los resultados obtenidos evidencian que el diseño hidráulico cumple con el rango permitido, garantizando condiciones adecuadas de operación y servicio en la red de distribución.

ii) Modelación Dinámica escenario (Q_{MH}) diagrama de presiones en los Nudos

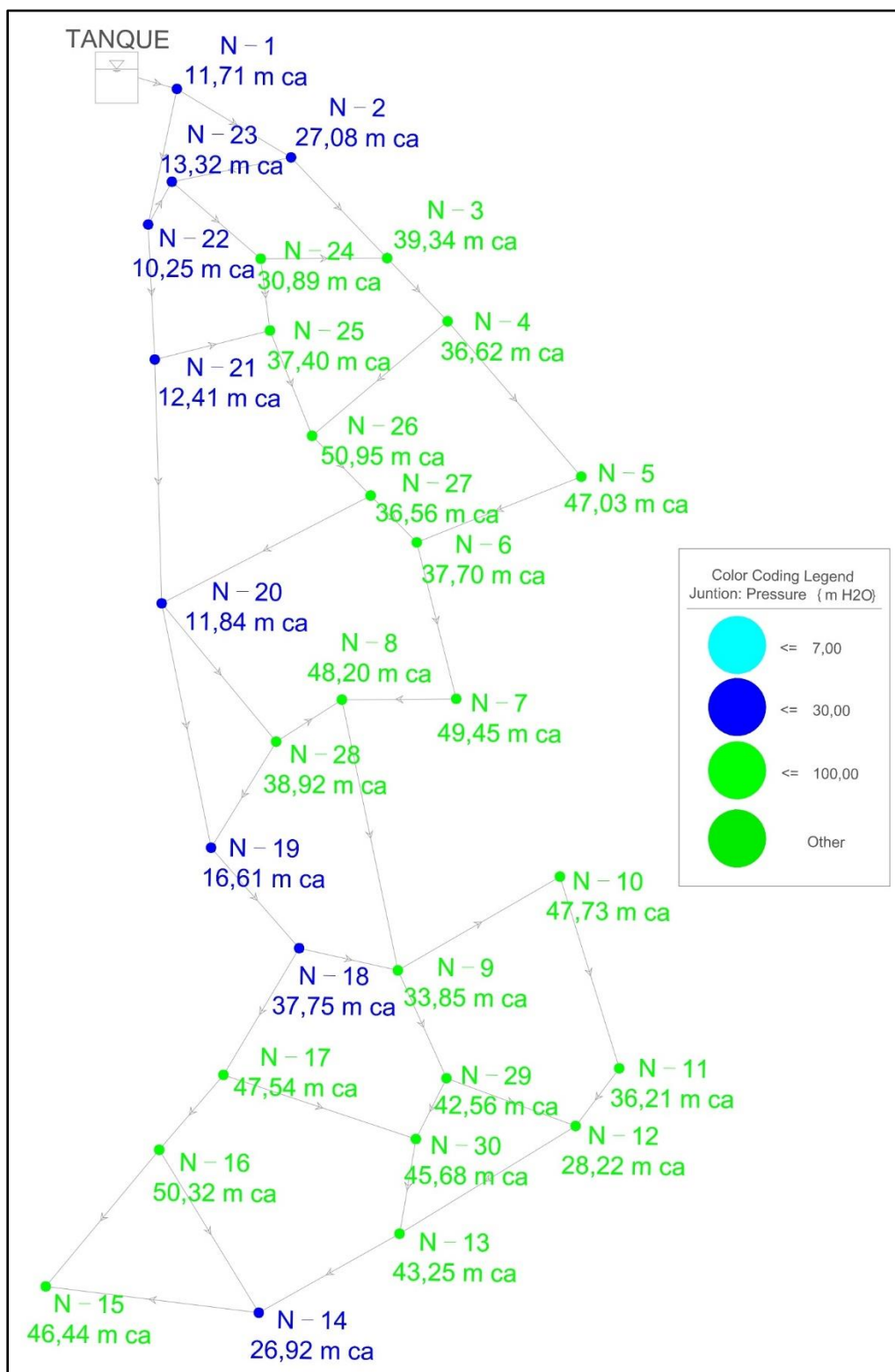


Fig 27. MODELACIÓN EN WATERGEMS, DIAGRAMA DE PRESIONES EN NUDOS

En el análisis de las velocidades de flujo de la red se obtuvieron valores que se mantienen dentro de los rangos recomendados por la normativa vigente, registrándose una velocidad mínima de 0,30 m/s y una velocidad máxima de 0,72 m/s. Estos resultados cumplen con lo establecido en la Norma CPE INEN 5, Parte 9-1, la cual indica que la velocidad mínima debe ser de 0,30 m/s para evitar procesos de sedimentación en las tuberías, mientras que la velocidad máxima admisible no debe superar los 2,5 m/s, garantizando así un comportamiento hidráulico adecuado del sistema de distribución.

Para escoger el diámetro de la tubería, se optó por un diámetro de tubería comercial PVC de 50 mm (2pulg), dentro de los cuales su diámetro interior es de 45 mm, y de 63 mm (2.4pulg), siendo el diámetro interior de 59.8 mm dentro de los cuales cumple con la velocidad establecida y de acuerdo con el caudal que pasa por los tramos.

iii) Velocidades en la Tubería

TABLA XXI.
ESTADO DINÁMICO, VELOCIDADES EN TUBERÍAS DEL CASERÍO LACÓN

<i>Tubería</i>	<i>Longitud</i>	<i>Velocidad</i>	<i>Nudo</i>		<i>Diámetro</i>	<i>Material</i>	<i>Hazen</i>	<i>Caudal</i>
			<i>Inicial</i>	<i>Final</i>	<i>(mm)</i>		<i>Williams</i>	<i>(lt/s)</i>
T-0	56.528	0.72	TANQUE-1	N-1	59.8	PVC	150	2.030
T-1	184.874	0.49	N-1	N-2	45.0	PVC	150	0.781
T-2	193.379	0.37	N-3	N-2	45.0	PVC	150	0.587
T-3	121.584	0.39	N-4	N-3	45.0	PVC	150	0.624
T-4	284.642	0.42	N-5	N-4	45.0	PVC	150	0.669
T-5	246.209	0.36	N-6	N-5	45.0	PVC	150	0.578
T-6	223.992	0.48	N-7	N-6	45.0	PVC	150	0.768
T-7	158.88	0.43	N-7	N-8	45.0	PVC	150	0.679
T-8	383.994	0.47	N-9	N-8	45.0	PVC	150	0.752
T-9	260.154	0.31	N-10	N-9	45.0	PVC	150	0.489
T-10	278.743	0.33	N-11	N-10	45.0	PVC	150	0.533
T-11	100.356	0.40	N-12	N-11	45.0	PVC	150	0.632
T-12	286.792	0.30	N-13	N-12	45.0	PVC	150	0.478
T-13	224.147	0.31	N-14	N-13	45.0	PVC	150	0.496
T-14	298.287	0.33	N-15	N-14	45.0	PVC	150	0.522
T-15	246.739	0.44	N-16	N-15	45.0	PVC	150	0.695
T-16	136.993	0.30	N-17	N-16	45.0	PVC	150	0.482
T-17	205.039	0.33	N-18	N-17	45.0	PVC	150	0.524
T-18	185.479	0.38	N-19	N-18	45.0	PVC	150	0.599

T-19	346.328	0.43	N-20	N-19	45.0	PVC	150	0.682
T-20	338.864	0.36	N-21	N-20	45.0	PVC	150	0.567
T-21	187.674	0.46	N-22	N-21	45.0	PVC	150	0.727
T-22	67.943	0.54	N-23	N-22	45.0	PVC	150	0.856
T-23	163.352	0.35	N-23	N-24	45.0	PVC	150	0.555
T-24	100.488	0.30	N-25	N-24	45.0	PVC	150	0.478
T-25	157.574	0.30	N-25	N-26	45.0	PVC	150	0.480
T-26	116.227	0.38	N-27	N-26	45.0	PVC	150	0.606
T-27	326.659	0.31	N-20	N-27	45.0	PVC	150	0.487
T-28	249.228	0.37	N-28	N-20	45.0	PVC	150	0.587
T-29	108.44	0.37	N-8	N-28	45.0	PVC	150	0.589
T-30	164.218	0.30	N-9	N-29	45.0	PVC	150	0.481
T-31	94.565	0.36	N-29	N-30	45.0	PVC	150	0.578
T-32	133.417	0.43	N-30	N-13	45.0	PVC	150	0.682
T-33	168.928	0.43	N-23	N-2	45.0	PVC	150	0.683
T-34	175.566	0.30	N-24	N-3	45.0	PVC	150	0.481
T-35	165	0.37	N-21	N-25	45.0	PVC	150	0.587
T-36	246.568	0.38	N-26	N-4	45.0	PVC	150	0.598
T-37	91.332	0.36	N-27	N-6	45.0	PVC	150	0.579
T-38	172.899	0.39	N-19	N-28	45.0	PVC	150	0.627
T-39	140.588	0.45	N-18	N-9	45.0	PVC	150	0.710
T-40	281.929	0.37	N-30	N-17	45.0	PVC	150	0.581
T-41	265.227	0.36	N-16	N-14	45.0	PVC	150	0.574
T-42	192.574	0.54	N-1	N-22	45.0	PVC	150	0.865
T-43	191.304	0.30	N-29	N-12	45.0	PVC	150	0.480

iv) Modelación Dinámica escenario (Q_{MH}) diagrama de velocidades en Tuberías

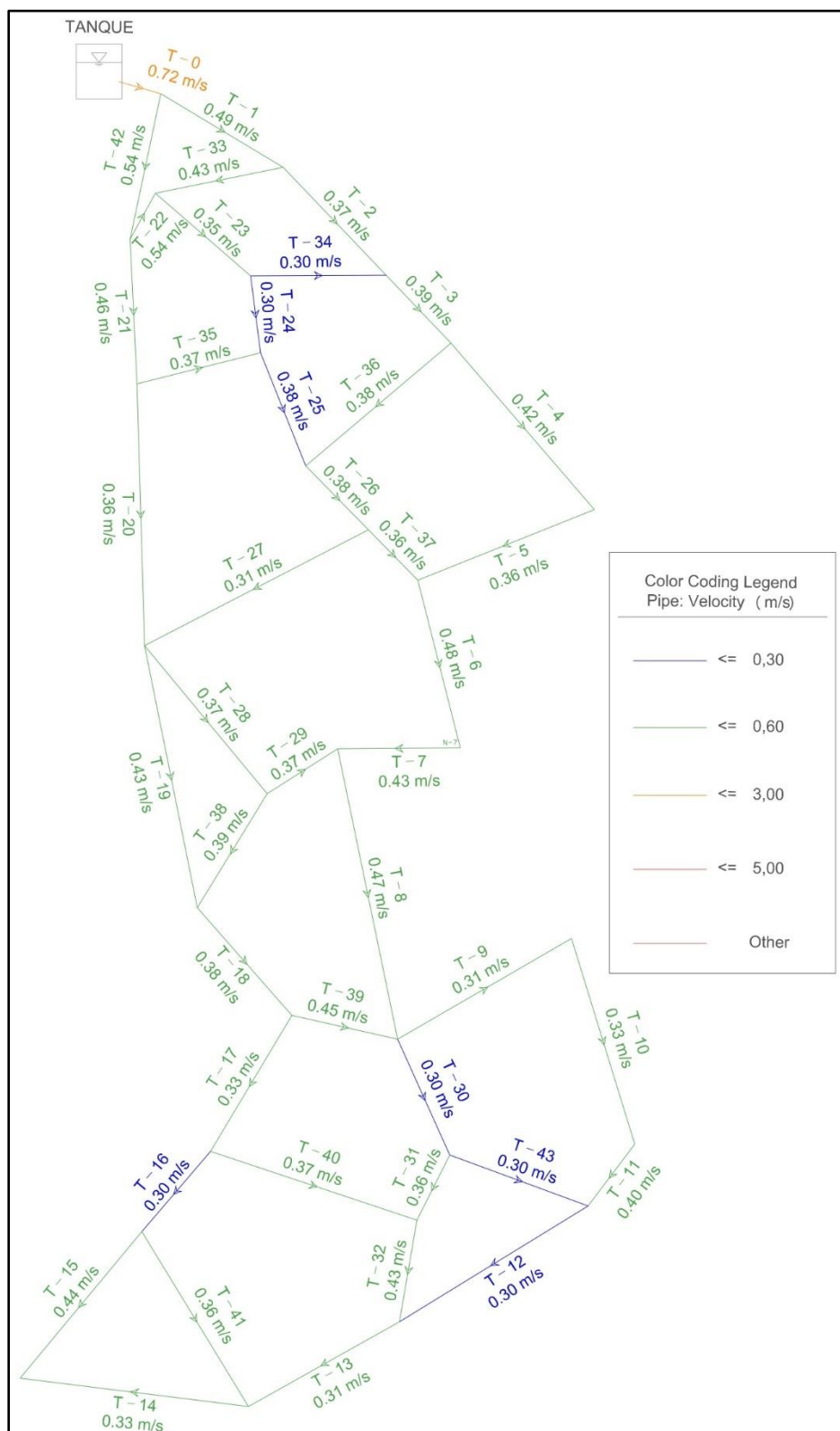


Fig 28. MODELACIÓN EN WATERGEMS, DIAGRAMA DE VELOCIDADES EN TUBERÍAS

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

I. CONCLUSIONES

- El levantamiento topográfico del área de estudio fue fundamental para el diseño de la red de distribución de agua potable, ya que permitió identificar puntos de control, definir curvas de nivel y establecer la ruta más adecuada para la conducción, optimizando la longitud total de la tubería (9 925,61 m) y delimitando el área de intervención del proyecto (70,14 ha), lo que facilitó la comprensión de la morfología del terreno, la distribución eficiente en cada tramos y la estimación de las áreas de aportación.
- Las encuestas realizadas a la población es un factor clave ya que permitieron estimar una población aproximada de 400 habitantes, distribuidos en 158 viviendas, información clave para determinar los parámetros de diseño hidráulico y proyectar un sistema que responda adecuadamente a la demanda actual y futura, garantizando así un servicio eficiente y sostenible para la población de Lacón.
- La población futura se determinó mediante el método aritmético, obteniéndose un total de 998 habitantes para un periodo de diseño de 20 años. Este valor permitió proyectar la demanda futura, considerando que la dotación media actual, calculada a partir de las lecturas de consumo, es de 72 L/hab·día, y ajustando la dotación futura a 88 L/hab·día para garantizar el abastecimiento durante todo el periodo de diseño.
- Como conclusión, a partir de la dotación media futura de 88 L/hab·día se determinaron los caudales del sistema, obteniéndose un caudal máximo diario de 1,52 L/s y un caudal máximo horario de 2,03 L/s, valores clave para el análisis en escenarios tanto estáticos como dinámicos.
- A partir de los resultados obtenidos mediante el uso de software especializado, se determinó que las presiones, velocidades y diámetros seleccionados, definidos en función de la población proyectada, cumplen con los criterios establecidos en la Norma CPE INEN 5, Partes 9-1 y 9-2, tanto para los modelamientos estático y dinámico. En el análisis estático se registraron presiones comprendidas entre 16,55 m.c.a. y 69,87 m.c.a., con velocidades que varían entre 0,30 m/s y 0,60 m/s; mientras que en el modelamiento dinámico las presiones oscilaron entre 10,25 m.c.a. y 50,95 m.c.a., con velocidades mínimas de 0,30 m/s

y máximas de 0,72 m/s. Estos resultados fueron posibles gracias a la adecuada selección de diámetros comerciales predominantes de 50 mm (2 pulgadas), con un diámetro interior de 45 mm, lo que permitió verificar mediante la simulación hidráulica el cumplimiento el diseño propuesto.

- Tras el análisis de precios unitarios, con los precios actualizados, se obtiene un presupuesto referencial de DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS DIECISIETE DOLARES, 21/100 CENTAVOS, siendo el rubro más fuerte el del tubo PVC (50 mm), el cual abarca una longitud de 9925.61 m.

II. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, para la determinación de la dotación media diaria, se utilicen las lecturas reales de los medidores del sector, ya que estos datos permiten obtener valores más representativos del consumo real. Tal como se evidenció en el presente proyecto, el uso de esta información contribuye a realizar estimaciones más precisas y a mejorar la confiabilidad de los cálculos hidráulicos, fortaleciendo el dimensionamiento adecuado del sistema de distribución de agua potable.
- Se recomienda llevar controles periódicos de presión y pérdidas en tuberías, así como limpieza de conexiones y tanque, para evitar episodios de turbidez reportados por algunos usuarios en las encuestas.
- Aunque la mayoría de personas encuestadas considera el agua de buena calidad, las encuestas mostraron que un pequeño porcentaje sí percibe problemas, indicando que aún existen aspectos del servicio por mejorar. Se sugiere realizar análisis físico – químicos y bacteriológicos regulares, conforme a las normas INEN aplicadas en el estudio.
- Es importante el registro de los consumos mensuales, así como la actualización de los beneficiarios, ya que estos datos permitieron estimar dotaciones y caudales con precisión.

- Se recomienda realizar una verificación de campo en el sector mediante el uso de un equipo GPS, con el fin de identificar con precisión los tramos donde existen vías y elementos actuales que condicionan el trazado de la red de distribución. Esta actividad es necesaria debido a que las imágenes satelitales u ortofotos disponibles en los softwares pueden corresponder a años anteriores y no reflejar las condiciones actuales del territorio, lo que podría generar discrepancias en el diseño si no se actualiza la información mediante levantamiento en sitio.
- Se recomienda a la Junta Administradora de Agua Potable implementar un sistema de registro, ya sea automatizado o sistematizado, que permita el monitoreo continuo del caudal horario en el tanque de almacenamiento, con el fin de disponer de información confiable y oportuna sobre los volúmenes consumidos en cada intervalo de tiempo; ello facilitará la obtención de los factores de gasto y la elaboración de la curva de demanda con variación horaria de manera más eficiente, además de constituir una herramienta fundamental para el análisis y la simulación del comportamiento dinámico del sistema de abastecimiento del sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] GAD PINLLO, “GAD Parroquial SAN BARTOLOME DE PINLLO | GAD Parroquial SAN BARTOLOME DE PINLLO”. Consultado: el 15 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://gadpinllo.gob.ec/?utm_source=chatgpt.com
- [2] SEIDLaboratory, “Agua potable y Normativa NTE INEN 1108 - Seidlaboratory”. Consultado: el 15 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.seidlaboratory.com.ec/cursos/agua-potable-y-normativa-nte-inen-1108/>
- [3] WATER, “Agua: Panorama general”. Consultado: el 15 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>
- [4] CPE INEN 005-9-2, “CPE INEN 005-9-2: Código Ecuatoriano de la construcción. (C.E.C) diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. : Institut...”. Consultado: el 8 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://archive.org/details/ec.cpe.5.9.2.1997/page/n25/mode/2up>
- [5] G. Leonel Pinargote Véliz, I. Stephenson Xavier Molina Arce, y M. -Ecuador, “Evaluación de la Eficiencia Hídrica del Plano de Presiones mediante un Modelo Hidráulico con el software EPANET, de los Circuitos No. 4 y 6 de la Red de Distribución de Agua Potable del Cantón Jipijapa.”, 2022, Consultado: el 4 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/4763>
- [6] J. L. Toainga Yansaguano, “Diseño de la red de distribución del agua potable de los barrios Yatchil Central y Huapante Chico perteneciente a la parroquia San Andrés, cantón Píllaro, provincia de Tungurahua”, 2016, *Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica. Carrera de Ingeniería Civil*. Consultado: el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/24045>

- [7] UNICEF, “WHO/UNICEF Joint Monitoring Program for Water Supply, Sanitation and Hygiene (JMP) – Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2022: Special focus on gender | UN-Water”. Consultado: el 15 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.unwater.org/publications/who/unicef-joint-monitoring-program-update-report-2023?utm_source=chatgpt.com
- [8] ARCA, “ARCA emitió el Boletín Estadístico Agua Potable y Saneamiento – Agencia de Regulacion y Control del Agua”. Consultado: el 15 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.regulacionagua.gob.ec/arca-emitio-el-boletin-estadistico-agua-potable-y-saneamiento/?utm_source=chatgpt.com
- [9] CENSO, “Resultados - Censo Ecuador”. Consultado: el 15 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/?utm_source=chatgpt.com
- [10] F. E. Aguilar Gómez, M. Vinicio, T. Chimbaina, F. Fernando, y G. Ávila, “Análisis de la eficiencia hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia Bayas perteneciente al cantón Azogues - Diagnóstico del sistema actual y propuesta de mejoras”, el 31 de mayo de 2023, *Universidad de Cuenca*. Consultado: el 5 de enero de 2026. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/41990>
- [11] M. T. Iñaquiza Chicaiza, “Propuesta para el diseño de la red de distribución de agua potable de la junta administradora Uyumbicho, sección sur, cantón Mejía, provincia de Pichincha”, 2024, Consultado: el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27244>
- [12] R. A. Plua Quevedo, “Diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad Casas Viejas de la Parroquia Pedro Pablo Gómez del cantón Jipijapa”, 2019, Consultado: el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1707>
- [13] J. Abraham Chiquito Sánchez y I. Carlos Enrique Parrales García, “Diseño de la red de distribución de agua potable de la ciudadela El Mirador del cantón Puerto López.”,

- feb. 2021, Consultado: el 19 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2729>
- [14] NTE INEN 1108, “Nte Inen 1108 | PDF | Agua potable | Agua”. Consultado: el 8 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/468762493/nte-inen-1108>
- [15] N. Adhav, V. Zerikunthe, A. Sasane, y A. Deshmukh, “Analysis and Redesign of 24/7 Water Distribution Network using Watergem Software”, *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, vol. 10, núm. 6, pp. 2054–2059, ene. 2022, doi: 10.22214/IJRASET.2022.44100.
- [16] Aspe Pipeline, “Hazen-Williams and Darcy-Weisbach Equations: Similarities and Differences - ASPE Pipeline”. Consultado: el 21 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://aspe.org/pipeline/hazen-williams-and-darcy-weisbach-equations-similarities-and-differences/?utm_source=chatgpt.com
- [17] Weather Atlas, “Anual y Mensual del Tiempo - Ambato, Ecuador”. Consultado: el 8 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.weather-atlas.com/es/ecuador/ambato-clima?utm_source=chatgpt.com
- [18] “NTE INEN 1529 1 | PDF”. Consultado: el 8 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/slideshow/nte-inen-1529-1/11359946>
- [19] A. V. M. Machado, P. A. D. Oliveira, y P. G. Matos, “Review of Community-Managed Water Supply—Factors Affecting Its Long-Term Sustainability”, *Water 2022, Vol. 14, Page 2209*, vol. 14, núm. 14, p. 2209, jul. 2022, doi: 10.3390/W14142209.
- [20] Scribbr, “Coefficient of Determination (R2) | Calculation & Interpretation”. Consultado: el 8 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.scribbr.com/statistics/coefficient-of-determination/?utm_source=chatgpt.com

- [21] Plastigama, “Catálogo de productos Agrícola | Plastigama Wavin”. Consultado: el 8 de diciembre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://wavin.com/ec/catalogos-de-producto/agricola>

ANEXO_1

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA



LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA



ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO

DATOS DE MUESTRA

Lugar donde se tomó la muestra: JAAP Lacón – Vertiente

Fecha y hora de toma de muestra: 9 de Octubre, 08h35

Fecha y hora de toma de llegada al laboratorio: 11 de Octubre, 11h50

Tipo de muestra: Agua Cruda

Dirección: Provincia Tungurahua, Cantón Ambato, Parroquia Pinllo, Caserío, Lacón

Código de verificación del muestreo: 008

Fecha emisión de informe: 08 de Noviembre del 2025

Responsable de la Muestra: Janier Eduardo Matute Tunja

PARÁMETROS	UNIDADES	NORMA REFERENTE: DE ACUERDO A NTE INEN 1108	RESULTADOS	CUMPLIMIENTO
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS				
COLOR	Pt-Co	<15	3	OK
TURBIDEZ	NTU	<5	0.6	OK
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS				
pH	Und.	6-sep	5.73	OK
TDS	mg/L	<1000	117.3	OK
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	<1500	200.6	OK
NITRATOS	mg/L	<50	1.2	OK
SULFATOS	mg/L	<1.5	<0.03	OK
FLORUROS	mg/L	<1.5	<0.01	OK
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO REALIZADOS				
COLIFORMES FECALES	NMP/100mL	0	<1.5	NO

**Profesional
responsable:**

Ing. Janier Eduardo Matute Tunja

Los resultados obtenidos solo afectan a las muestras recibidas en el laboratorio.

ANEXO_2

FORMATO DE ENCUESTA

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO TÉCNICO: “DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA”			
TUTOR:	Ing. Mg. Jorge Javier Guevara Robalino	FECHA:	Dd/mm/aaaa
TESISTA:	Guerrero Acurio Juan Pablo	CÓDIGO:	E-nn
1. ENCUESTA SOCIO ECONÓMICA			
SECTOR	PROPIETARIO	INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA	
		1.1. ¿Cuántas personas hacen uso permanente del inmueble?	
1.2. Cobertura/disponibilidad de servicios básicos		Si dispone	No dispone
- Energía eléctrica			
- Agua potable			
- Alcantarillado			
- Pozo séptico/letrina/otro			
2. ENCUESTA SOBRE LA CALIDAD DEL SERVICIO DEL SISTEMA DEL AGUA POTABLE			
2.1. ¿Usted, cuenta con acometida de agua potable?		2.9. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?	
a) Si	b) No		
2.2. ¿Cuántos predios se abastecen de la acometida de agua potable?		2.10. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?	
2.3. ¿Paga usted por el servicio de agua potable?		2.11. ¿Cómo considera que es la cantidad de agua que recibe?	
a) Si	b) No	a) Suficiente	b) Insuficiente
2.4. ¿Cómo calificaría la tarifa que paga por el servicio de agua potable?		2.12. ¿Se abastece de otra fuente?	
a) Bajo	b) Justo	c) Elevado	a) Si
2.5. ¿Cómo calificaría usted el servicio de agua potable?		2.13. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?	
a) Bueno	b) Regular	c) Malo	a) Río/ Lago
2.6. ¿Con qué presión llega el agua potable al predio?		b) Camión Cisterna	
a) Baja	b) Suficiente	c) Alto	c) Acequia
2.7. ¿Cómo calificaría usted la calidad del agua?		d) Lluvia	
a) Buena	b) Regular	c) Mala	e) Vertiente
2.8. ¿El agua llega limpia o turbia?		f) Otros:	
a) Limpia todo el año	b) Turbia por días	2.14. ¿Qué usos le da al agua que viene de la red pública?:	
c) Turbia por meses	d) Turbia todo el año	a) Consumo y alimentos	b) Lavado de ropa
		c) Higiene personal	d) Limpieza de la vivienda
		e) Agricultura	f) Otros:

ANEXO_3
LECTURAS DE AGUA
POTABLE

JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE LACÓN

LECTURAS DE ENERO A SEPTIEMBRE 2025											
id	cuenta	Razón Social	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1	1	BUSTOS LOPEZ LEONEL MAURICIO	0	0	488	488	488	488	488	488	0
2	2	CASTRO VALLE CARLOS MARIA	627	636	644	663	663	671	677	689	696
3	3	CASTRO GAMBOA FAUSTO OCTAVIO	64	68	76	89	89	89	89	90	93
4	4	CASTRO VALLE LUIS ALBERTO	2646	2646	2646	2648	2648	2648	2648	2648	2648
5	5	CHANO MINIGUANO OLGA JANETH	2216	2230	2247	2277	2277	2294	2304	2318	0
6	6	CHULUNCHANA MOPOSITA JUAN CARLOS	2389	2424	2478	2554	2554	2593	2624	2657	2688
7	7	CHULUNCHANA MOPOSITA MARIA CLEMENCIA	1443	1459	1473	1488	1488	1504	1514	1528	1542
8	8	CRUZ GAMBOA EDISON GASPÁR	393	396	398	398	398	401	408	408	408
9	9	CUNACHI PILAPANTA JOSE IGNACIO	2728	2740	2755	2764	2764	2785	2796	2816	2830
10	10	DE LA CRUZ POAQUIZA JILSON ELUISES	0	0	1898	1946	1946	1964	1982	1998	2011
11	11	ECHEVERRIA RAMOS IRMA IRENE	1002	1006	1009	1020	1020	1020	1022	1026	1028
12	12	GAMBOA RAMOS CARLOS SEGUNDO	38	42	47	49	49	51	52	53	59
13	13	AZOGUE AZOGUE MIGUEL ANGEL	458	471	485	512	512	530	544	561	576
14	14	GAMBOA RAMOS ROSA HERLINDA	3543	5345	3548	3562	3562	3568	3570	3572	3572
15	15	RAMOS GAMBOA ROSA VIRGINIA	1067	1067	1067	1068	1068	1069	1069	1076	1076
16	16	GUACHA MINIGUANO JUAN ALBERTO	1162	1162	1164	1166	1166	1167	1167	1170	1175
17	17	LOPEZ MOYA BOLIVAR GERMANICO(1)	1920	1930	1954	1971	1971	1981	2007	2016	2026
18	19	LOPEZ LOPEZ ASUNCION CARMITA	2029	2037	2044	2062	2062	2069	2075	2078	2087
19	20	LOPEZ LOPEZ RAQUEL MARIBEL	161	165	166	173	173	174	187	192	198
20	21	LOPEZ MINIGUANO AIDA LUCILA	2217	2225	2232	2246	2246	2253	2264	2273	2282
21	22	LOPEZ MOYA DELFA HERMINIA GARAGE	1036	1044	1050	1058	1058	1065	1080	1081	1083
22	23	LOPEZ MOYA DELFA HERMINIA ANGEL	2517	2524	2535	2562	2562	2567	2577	2578	2585
23	24	LOPEZ MOYA DELFA HERMINIA CASA VIEJA	38	38	38	38	38	38	38	39	39
24	25	LOPEZ MOYA TRAJANO RODOLFO	3627	3650	3682	3725	3725	3745	3775	3787	3806
25	26	LOPEZ MOYA ISAIAS MEDARDO	0	0	10168	10236	10236	10253	10257	10265	10273
26	27	LOPEZ RAMOS ELSA LEONOR	304	373	411	498	498	540	571	660	701
27	28	LOPEZ RAMOS MARIETHA IRENE	2322	2338	2352	2390	2390	2410	2436	2461	2481
28	29	LOPEZ RAMOS MARINA GUILLERMINA	3543	3543	3543	3543	3543	3543	3543	0	0
29	30	LOPEZ RIVERA SEGUNDO PEDRO	2814	2823	2834	2853	2853	2865	2874	2885	2912
30	31	LOPEZ RIVERA VICTOR LAQUILLO	0	0	477	477	477	477	0	0	0
31	32	LOPEZ MINIGUANO ELSA MAGDALENA	907	917	927	928	928	929	930	932	933
32	33	LOPEZ MINIGUANO HILDA LAURA	1124	1131	1138	1139	1139	1144	1148	1152	1154
33	34	LOPEZ RAMOS GRETTA GUADALUPE	339	348	349	352	352	353	359	367	375
34	35	LOZADA NUÑEZ JULIO ALONSO	3810	3822	3822	3838	3838	3845	3846	3856	3865
35	36	LOZADA NUÑEZ EDID GUADALUPE	5185	5189	5193	5202	5202	5207	5211	5216	5220
36	37	LOZADA NUÑEZ GLANDY MARGOTH	2193	2209	2247	2289	2289	2307	2322	2342	2350
37	38	LOZADA NUÑEZ PRIDE JANET	2382	2392	2402	8	8	17	27	37	49
38	39	LOZADA PEREZ ISAAC AZAEL	6948	6977	7005	7076	7076	7111	7136	7164	7186
39	40	LOZADA RAMOS MARTHA YOLANDA	714	729	742	760	760	772	789	805	822
40	41	LOZADA VELASTEGUI CARLOS ORLANDO	616	616	616	616	616	616	617	617	617
41	42	LOZADA RAMOS ROSA ELENA	424	434	445	464	464	474	485	496	507
42	43	LUISA MOYOLEMA CECILIA GUADALUPE	924	988	1053	1169	1169	1224	1273	1328	1371
43	44	LUISA MOYOLEMA MARIA UVALDINA	1685	1767	1837	1929	1929	1929	1947	1947	1968
44	46	MASQUIZA PILATASIG WILMA ALEXANDRA	1161	1183	1200	1225	1225	1240	1252	1270	1285
45	47	MATSABALIN TISALEMA MANUEL	1569	1592	1614	1664	1664	1692	1705	1735	1758
46	48	MATSABALIN SOGSO MARIA MAGDALENA	1630	1631	1637	1667	1667	1681	1691	1701	1717
47	49	MENA CASTRO HECTOR GUSTAVO	4676	4708	4731	4780	4780	4804	4825	4881	4911
48	50	MINIGUANO RAMOS GIL ESTUARDO	2718	2735	2756	2789	2789	2801	2814	2838	2857
49	51	MINIGUANO VALLE BLANCA GEORGINA	1288	1292	1296	1321	1321	1331	1336	1345	1353
50	52	MINIGUANO CAHUANA WASHINGTON ADAN	1267	1279	1288	1317	1317	1331	1341	1357	1370
51	53	MINIGUANO GUTIERREZ HOLGUER	878	917	950	1007	1007	1036	1057	1090	1127

52	54	MINIGUANO RAMOS LOURDES PIEDAD	409	414	417	426	426	430	433	437	440
53	55	MINIGUANO RAMOS EDGAR FILOMENTOR	362	385	385	385	385	385	386	391	398
54	56	RIVERA CHANO JULIO ANTONIO	1553	1564	443	445	445	445	448	450	452
55	57	MONTACHANA GUASA MARTHA LUCIA	0	0	194	194	194	194	194	194	200
56	58	MONTACHANA PILATASIG MARIA FILOMENA	616	621	630	652	652	664	672	679	687
57	59	MOYA LOPEZ NELSON KLEVER	1170	1183	1198	1226	1226	1244	1258	1275	1294
58	60	LÓPEZ MOYA NANCY CATALINA	15	15	16	17	17	18	18	18	19
59	61	MOYA VALLE SEGUNDO SERGIO	984	986	990	996	996	1001	1005	1015	1019
60	62	NARVAEZ CARPIO OTON MANUEL	62	62	62	66	66	66	66	68	68
61	63	NUÑEZ PAREDES WASHINGTON FABIAN	4995	5007	5019	5040	5040	5052	5064	5085	0
62	64	PAREDES ALDAS EDILMA NOEMI	444	450	458	476	476	485	494	506	516
63	65	PAREDES ALDAS MANUEL	1172	1184	1197	1228	1228	1244	1257	1272	1287
64	66	PAUCAR CASTRO ELSA DEL PILAR	3345	3363	3377	3426	3426	3431	3436	3453	3460
65	67	PEREZ SANTANA DELIA ETEL VINA	2873	2873	2873	2873	2873	2873	2873	2873	2873
66	68	PILAPANTA QUINQUIGUANO JULIO AMABLE	1241	1262	1279	1324	1324	1347	1359	1371	1383
67	69	POAQUIZA TOAZA LOURDES JEANNET	5114	5155	5199	5265	5265	5302	5327	5361	5398
68	70	PORTERO JUAN	1763	1772	1781	1790	1790	6	17	34	68
69	71	PORTERO MINIGUANO CESAR MANUEL	7257	7274	7291	7337	7337	7362	7387	7411	0
70	72	PORTERO MINIGUANO MIGUEL ANGEL	2551	2561	2561	2561	2561	2561	2565	2568	2568
71	73	PORTERO GUADALUPE	1606	1606	1606	1624	1624	1627	1628	1631	0
72	74	QUISPE PILAPANTA HOLGUER POLIBIO	1632	1648	1661	1695	1695	1709	1720	1737	1754
73	75	RAMOS BONILLA TARQUINO ANGEL	1539	1551	1562	1593	1593	1607	1615	1627	1640
74	76	RAMOS BONILLA MARTHA ALICIA	482	483	531	533	533	533	534	536	537
75	77	RAMOS GAMBOA ANGELA ERNESTINA	795	802	810	824	824	830	833	841	850
76	78	RAMOS GAMBOA BLANCA HERMINIA	6265	6269	6275	6295	6295	6305	6309	6319	0
77	79	RAMOS GAMBOA DOLORES SUSANA	381	381	381	381	381	381	381	381	381
78	80	RAMOS GAMBOA MANUEL MESIAS	1039	1053	1062	1079	1079	1090	1100	1114	1127
79	81	RAMOS GAMBOA ROSA MERCEDES	2191	2213	2237	2301	2301	2326	2352	2379	7
80	82	PILATASIG RIVERA MILTON NICANOR	3943	3949	3958	3980	3980	3992	3997	4004	4014
81	83	RAMOS MINIGUANO SEGUNDO TOMAS	194	200	208	222	222	231	240	250	258
82	84	RAMOS PORTERO CARLOS IVAN	0	0	1350	1380	1380	1395	1395	1395	0
83	85	RAMOS RAMOS NESTOR ANGEL	4269	4273	4281	4295	4295	4301	4304	4309	4312
84	86	RAMOS SANCHEZ GLADIS ERLINDA	1060	1071	1082	1109	1109	1129	1142	1158	1170
85	87	RAMOS SANCHEZ HOMERO ROGERIO	0	0	5	5	5	5	6	6	0
86	88	CORREA RAMOS ELIAS EFRAIN	1385	1395	1405	1420	1420	1430	1440	1448	1456
87	90	RAMOS MAYORGA OLMEDO	0	0	3215	3215	3215	3215	3215	0	0
88	91	RAMOS RAMOS ANITA LUCIA	210	210	210	210	210	210	210	210	210
89	92	RAMOS RAMOS FERNANDO GIOVANY	3262	3274	3297	3326	3326	3339	3349	3363	3387
90	93	RAMOS RAMOS GENARO OCTAVIO	920	920	920	920	920	920	920	920	0
91	94	RIBERA PILATASIG NELSON TARQUINO	324	337	341	351	351	355	359	368	376
92	95	RIVERA CHANO JULIO ANTONIO	0	0	1575	1600	1600	1615	1636	1658	1676
93	96	RIVERA CASTRO ANITA MAGDALENA	701	714	739	759	759	764	774	777	788
94	97	RIVERA HIDALGO CLARA LEONILA	407	417	425	442	442	449	454	462	468
95	98	RIVERA CASTRO JOSE ADAN	1705	1706	1707	1720	1720	1722	1724	1742	1754
96	99	RUIZ CRUZ LIDIA GUILLERMINA	2021	2068	2113	2185	2185	2200	2256	2293	2323
97	100	SANTAMARIA BUSTOS PEDRO ANTONIO	5082	5094	5108	5131	5131	5146	5157	5174	5190
98	101	SANTAMARIA CRUZ FRANKLIN ANIBAL	1	1	1	1	1	1	1	1	1
99	102	SANTAMARIA VALLE RAFAEL TARQUINO	465	471	480	498	498	513	528	549	560
100	103	SANTAMARIA CASTRO ANGEL HOMERO	722	734	742	756	756	762	767	787	792
101	104	SANTAMARIA CASTRO GLADYS GUILLERMINA	1249	1252	1254	1264	1264	1278	1278	1278	1278
102	105	SANTAMARIA LOPEZ ANGEL ONOFRE	8876	8903	8930	8956	8956	9015	9036	9064	9088
103	106	SANTAMARIA REYES MELANIA MARIANELA	2313	2322	2333	2359	2359	2370	2377	2389	2398
104	107	SANTAMARIA REYES SELENY PAULINA	1219	1236	1242	1252	1252	1258	1265	1272	1279
105	108	TIPAN LAZO SEGUNDO ANTONIO	0	0	3290	3328	3328	3347	3366	3385	3404
106	109	TIPAN VACACELA JESSENIA ALEXANDRA	2049	2054	2059	2068	2068	2073	2076	2081	2083

107	110	TIPAN LAZO JOSE LEONARDO	820	833	849	867	867	878	886	900	915
108	111	TIPAN VACACELA FREDDY LEONARDO	2062	2078	2099	2141	2141	2158	2191	2210	2226
109	112	TIPAN VACACELA PRISCILA DE LOS ANGELES 2	208	211	211	212	212	216	216	221	224
110	113	TIPAN VACACELA PRISCILA DE LOS ANGELES 1	2148	2158	2170	2197	2197	2213	2220	2229	2239
111	114	TORO TOBAR CARLOS ENRIQUE	589	616	639	696	696	723	748	784	821
112	115	TORRES CASTRO SEGUNDO ANGEL	2381	2382	2382	2385	2385	2386	2386	2387	2389
113	116	TORRES YANEZ JUAN MANUEL	6792	6802	6813	6847	6847	6868	6889	6913	0
114	117	VILLACRESES RAMOS SANTIAGO ROBERTO	497	531	550	563	563	575	611	655	686
115	118	VEGA LOPEZ CARLOS MARIA	1288	1319	1347	1395	1395	1411	1421	1442	0
116	119	VEGA MINIGUANO VICTOR ARMANDO	75	84	97	108	108	116	123	133	141
117	120	VELASCO VILLAVICENCIO VERONICA DE LAS MERCEDES	6120	6145	6162	6206	6206	6219	6228	6264	6277
118	121	VELASTEGUI ALTAMIRANO NELSON ALFONSO	1334	1336	1339	1345	1345	1347	1348	1351	1355
119	122	PEREZ ORTIZ EUDOCIA NOEMI	1275	1276	1276	1277	1277	1278	1282	1283	1283
120	123	VILLACIS RUIZ MODESTO ISRAEL	628	647	663	685	685	707	721	745	770
121	124	MOPOSITA FRANCISCO	611	638	659	688	688	700	713	726	739
122	125	VEGA LOPEZ MARTHA GEORGINA	1145	1158	1168	1181	1181	1200	1208	1220	1230
123	126	LOPEZ RAMOS SONNIA MARITZA	99	99	99	99	99	99	99	99	99
124	127	PAEDES FREIRE MAYRA CATALINA	1576	0	1618	1639	1639	1647	1684	0	0
125	128	PAEDES FREIRE RODOLFO GEOVANNY	1002	1012	1026	1056	1056	1066	1075	1085	1097
126	129	CHANO CUNACHI HENRY JESUS	0	0	2134	2134	2134	2153	2175	2211	2239
127	130	CRUZ GAMBOA FAUSTO ALFREDO	0	0	4330	4416	4416	4416	4416	4416	0
128	131	PILATASIG POAQUIZA KLEVER ORLANDO	2323	2339	2354	2384	2384	2400	2411	2430	2442
129	132	RAMOS MINIGUANO JOSE E.	1825	1835	1839	1849	1849	1854	1857	1863	1867
130	133	LOPEZ LOPEZ BOLIVAR FERNANDO	0	0	1027	1061	1061	1073	1096	1114	1128
131	134	RAMOS RAMOS LUCIA MARGOTH	40	40	40	40	40	40	40	40	40
132	135	JUNTA AGUA ESTADIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	136	LOZADA PEREZ MARIA LUISA SERAFINA	254	255	262	263	263	268	268	268	268
134	137	QUINATA ENCARNACION DARWIN EFRAIN	1411	1434	1464	1499	1499	1510	1517	1530	1547
135	138	PILATASIG MINIGUANO BYRON RUBEN	127	127	127	128	128	128	128	129	129
136	139	PUNINA FAVICELA MARIA JUANA	595	604	610	660	660	678	684	693	700
137	140	ECHEVERRIA RAMOS TERESA DE JESUS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
138	141	RAMOS MAYORGA GERARDO HOMERO	534	542	553	570	570	581	587	597	606
139	142	MOYA BONILLA CRISTINA DORALUZ	141	143	144	148	148	158	168	168	168
140	143	MOYA LOPEZ FRANKLIN MEDARDO	10	11	11	11	11	11	12	12	12
141	144	RAMOS MAYORGA CARLOS ERNESTO	157	157	157	158	158	161	161	167	173
142	145	CORTEZ ITURRALDE BEATRIZ MARINA	43	43	43	43	43	43	43	43	43
143	146	RAMOS RAMOS DELIA LIVINA	120	120	120	122	122	122	122	127	127
144	147	RAMOS MAYORGA CARLOS	81	0	0	0	0	0	0	0	0
145	148	ECHEVERIA RAMOS TERESA	82	83	85	92	92	92	92	95	95
146	149	CHULUNCHANO MOPOSITA ENMA NARCISA	109	111	114	114	114	114	115	116	116
147	150	MOPOSITA GUANGASI GLADYS JHOANA	332	341	348	360	360	366	371	382	387
148	151	TOAPANTA TIPANTASIG MONICA PIEDAD	320	334	343	364	364	376	389	404	418
151	154	GUACHA MOPOSITA LUIS ALFONSO	162	165	168	170	170	172	175	177	178
152	155	MINIGUANO RAMOS ROSA GENOVEVA	159	159	159	159	159	159	160	164	180
153	156	LOPEZ AYALA ANGELICA PAOLA	81	82	83	85	85	94	105	120	138
154	157	AZOGUE AZOGUE MIGUEL ANGEL	12	12	13	43	43	66	74	86	98
155	158	POAQUIZA TOASA LUIS ROBERTO	0	0	0	14	14	25	33	43	54
156	159	QUISPE QUISINTUÑA SEGUNDO MANUEL	0	0	0	0	0	0	0	4	6
157	160	JARRIN CHAVEZ JOSE EDGAR	0	0	0	0	0	0	0	5	10
158	161	MINIGUANO PILATASIG GERARDO ISRAEL	0	0	0	0	0	0	0	0	13

-	-	PROMEDIO DE CONSUMO MENSUAL	1437.783	1448.934	1606.519	1611.167	1611.167	1609.526	1615.385	1572.494	1320.731
---	---	-----------------------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

ANEXO_4
EVIDENCIA
FOTOGRAFICA

<i>Evidencia de Fotos</i>	
<i>Imagen_1</i>	<i>Imagen_2</i>
	
<i>Posicionamiento del Punto de Control para el Levantamiento</i>	<i>Posicionamiento del Punto de Control para el Levantamiento</i>
<i>Imagen_3</i>	<i>Imagen_4</i>
	
<i>Posicionamiento del Punto de Control para el Levantamiento</i>	<i>Toma de Punto del Sector</i>

<i>Evidencia de Fotos</i>	
<i>Imagen_5</i>	<i>Imagen_6</i>
	
<i>Toma de Punto del Sector</i>	<i>Entrevista a los Moradores del Sector</i>
<i>Imagen_7</i>	<i>Imagen_8</i>
	
<i>Entrevista a las Moradores del Sector</i>	<i>Toma de Puntos para el Levantamiento en el Transporte de JAAP Lacón</i>

ANEXO_5
PRESUPUESTO
REFERENCIAL

OFERENTE: Juan Pablo Guerrero Acurio

PROYECTO: *Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua*

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

<u>No.</u>	<u>Rubro / Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Precio unitario</u>	<u>Precio global</u>
	TRABAJOS PRELIMINARES				
1	Limpieza y desbroce	M2	3,972.00	1.32	5,243.04
2	Replanteo y nivelación (con equipo de precisión) Agua potable	M	9,930.00	0.86	8,539.80
3	Excavación de zanja a máquina en suelo sin clasificar (H=0.00 a 2.00m)	M3	4,766.40	8.55	40,752.72
4	Desalojo a máquina (Retro+Volqueta)	M3	4,766.40	2.46	11,725.34
5	Cama de arena e=0,05 m	M3	198.60	21.57	4,283.80
	INSTALACIÓN DE REDES				
6	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.25 MPa E/C D=50mm incl. accesorios y prueba	M	9,930.00	15.42	153,120.60
	RELLENO Y COMPACTACION				
7	Relleno compactado de zanja en capas de 20 cm máx	M3	2,815.40	3.89	10,951.91
				TOTAL:	234,617.21

SON : DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS DIECISIETE DOLARES, 21/100 CENTAVOS

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE

7

UNIDAD:

M2

RUBRO :

1

DETALLE :

Limpieza y desbroce

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN T O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.06
SUBTOTAL M					0.06
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/H R B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIEN T O R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peón EO E2	1.00	4.23	4.23	0.140	0.59
Maestro mayor ejec. obra civil EO C1	1.00	4.75	4.75	0.140	0.67
SUBTOTAL N					1.26
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL O					0.00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.32
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.32
VALOR UNITARIO	1.32

SON: UN DOLAR, 32/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL ELABORADO

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE
7

RUBRO : 2

UNIDAD:
KM

DETALLE : Replanteo y nivelación (con equipo de precisión) Agua potable

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Cadenero EO D2	2.00	4.28	8.56	0.010	0.09
Peon EO E2	2.00	4.23	8.46	0.010	0.08
SUBTOTAL N					0.17
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Tiras 2.5 x 2.5 x 250 cm		u	0.050	10.00	0.50
Clavos (2 y 4)"		kg	0.010	1.10	0.01
Pintura esmalte		galón	0.003	22.00	0.07
Estacas (4 * 4 * 30)cm		u	0.250	0.25	0.06
Hitos de eje		u	0.010	4.00	0.04
SUBTOTAL O					0.68
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.86
INDIRECTOS (%) 0.00%	0.00
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.86
VALOR UNITARIO	0.86

SON: CERO DOLARES, 86/100
CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL ELABORADO

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 7

RUBRO : 3

UNIDAD:
M3

DETALLE : Excavación de zanja a máquina en suelo sin clasificar (H=0.00 a 2.00m)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.39
SUBTOTAL M					0.39
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/H R B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIEN T O R	COSTO D=CxR
PEÓN EO E2	3.00	4.23	12.69	0.400	5.08
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.28	4.28	0.400	1.71
INSPECTOR DE OBRA EO B3	0.50	4.76	2.38	0.400	0.95
SUBTOTAL N					7.74
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Mezcla de Material Cohesivo 70%		m3	0.040	10.50	0.42
SUBTOTAL O					0.42
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	8.55
INDIRECTOS (%) 0.00%	0.00
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8.55
VALOR UNITARIO	8.55

SON: OCHO DOLARES, 55/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL ELABORADO

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 7

RUBRO : 4

UNIDAD:
M3

DETALLE : Desalojo a máquina (Retro+Volqueta)

EQUIPO DESCRIPCION	- 8.28E+08	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.03
RETROEXCAVADORA		1.00	25.00	25.00	0.04	1.00
VOLQUETA		1.00	20.00	20.00	0.04	0.80
SUBTOTAL M						1.83
MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OP. DE RETROEXCAVADORA OP C1		1.00	4.75	4.75	0.040	0.19
CHOFER : VOLQUETAS CH C1		1.00	6.22	6.22	0.040	0.25
PEÓN EO E2		1.00	4.23	4.23	0.04	0.17
MAESTRO MAYOR EJEC. OBRA CIVIL EO C1		0.10	4.75	0.48	0.04	0.02
SUBTOTAL N						0.63
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B		COSTO C=AxB
SUBTOTAL O						0.00
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B		COSTO C=AxB
SUBTOTAL P						0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.46
INDIRECTOS (%) 0.00%	0.00
UTILIDAD (%) 0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.46

VALOR UNITARIO 2.46

SON: DOSDOLARES, 46/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL ELABORADO

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE
7

RUBRO :

5

UNIDAD:
M3

DETALLE :

Cama de arena e=0,10 m

ESPECIFICACIONES: Espesor 5
centímetros

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.17
SUBTOTAL M					0.17
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	1.00	4.23	4.23	0.400	1.69
ALBAÑIL EO D2	1.00	4.28	4.28	0.400	1.71
SUBTOTAL N					3.40
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
ARENA LAVADA		M3	1.200	15.00	18.00
SUBTOTAL O					18.00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>		<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	21.57
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	21.57
VALOR UNITARIO	21.57

SON: VEINTIÚN DOLARES, 57/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL ELABORADO

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 7

RUBRO : 6

UNIDAD: M

DETALLE : Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.25 MPa E/C D=50mm incl. accesorios y prueba

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
SUBTOTAL M					0.01
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Maestro may ejec obras civiles EO C1	1.00	4.75	4.75	0.015	0.07
Plomero EO D2	1.00	4.28	4.28	0.015	0.06
Peón EO E2	1.00	4.23	4.23	0.015	0.06
SUBTOTAL N					0.19
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Tubería pvc e/c 50 mm - 1.25 mpa	m	1.000	0.00	0.00	
Cemento solvente para pvc	gl	0.002	50.00	0.10	
Limpiador para pvc	gl	0.002	60.00	0.12	
Lecho de arena de 0.10 cm de espesor por ancho de zanja	m	1.000	15.00	15.00	
SUBTOTAL O					15.22
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15.42
INDIRECTOS (%) 0.00%	0.00
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.42
VALOR UNITARIO	15.42

SON: QUINCE DOLARES, 42/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL ELABORADO

PROYECTO: Diseño de la red de distribución de agua potable para la junta administradora de agua del Caserío Lacón de la parroquia San Bartolomé de Pinllo, cantón Ambato, provincia de Tungurahua

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 7

RUBRO : 7

UNIDAD:
M3

DETALLE : Relleno compactado de zanja en capas de 20 cm max

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.17
Compactador manual	1.00	1.02	1.02	0.250	0.26
SUBTOTAL M					0.43
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Maestro may ejec obras civiles EO C1	0.10	4.75	0.48	0.250	0.12
Peón EO E2	1.00	4.23	4.23	0.250	1.06
Operador de equipo liviano EO D2	1.00	4.28	4.28	0.250	1.07
Albañil EO D2	1.00	4.28	4.28	0.250	1.07
SUBTOTAL N					3.32
MATERIALES DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Agua		m3	0.150	0.90	0.14
SUBTOTAL O					0.14
TRANSPORTE DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.89
INDIRECTOS (%) 0.00%	0.00
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.89
VALOR UNITARIO	3.89

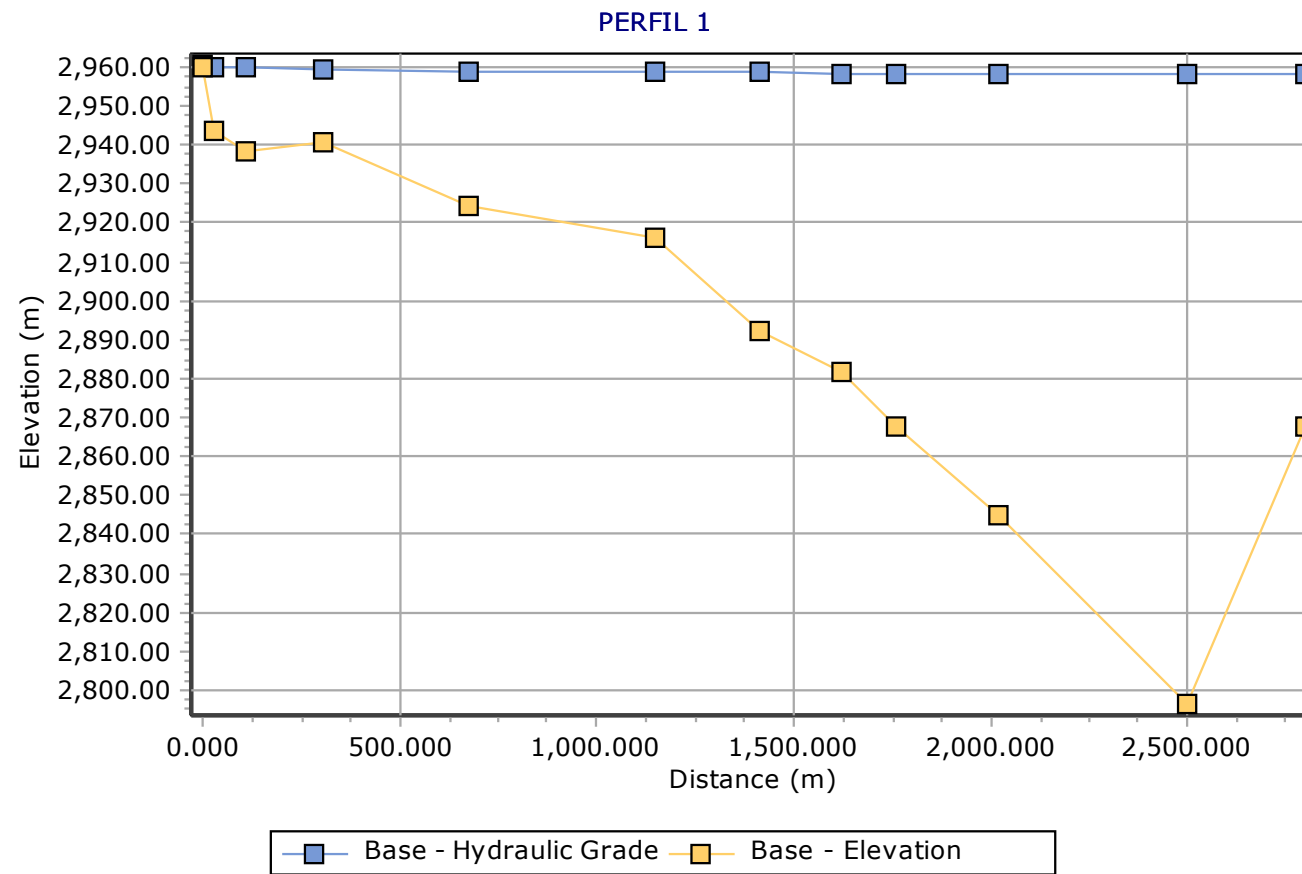
SON: TRES DOLARES, 89/100 CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

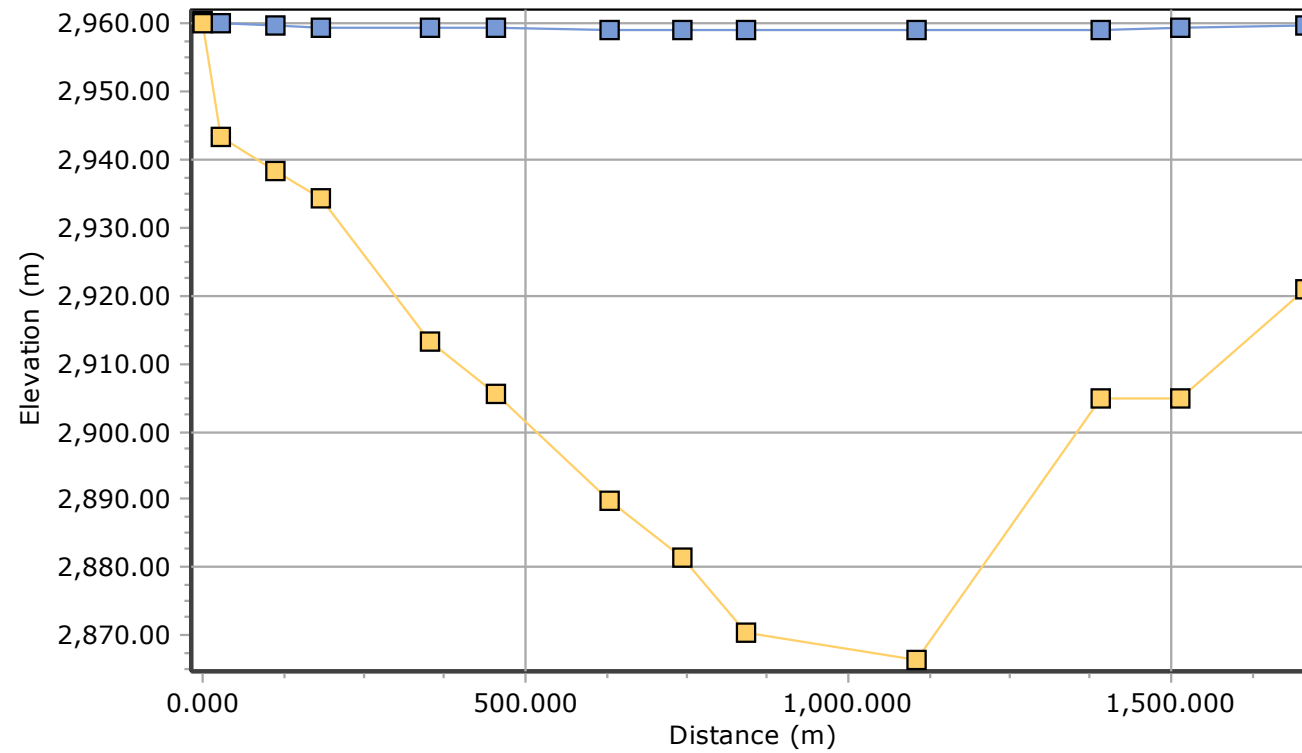
FIRMA DEL ELABORADO

ANEXO_6

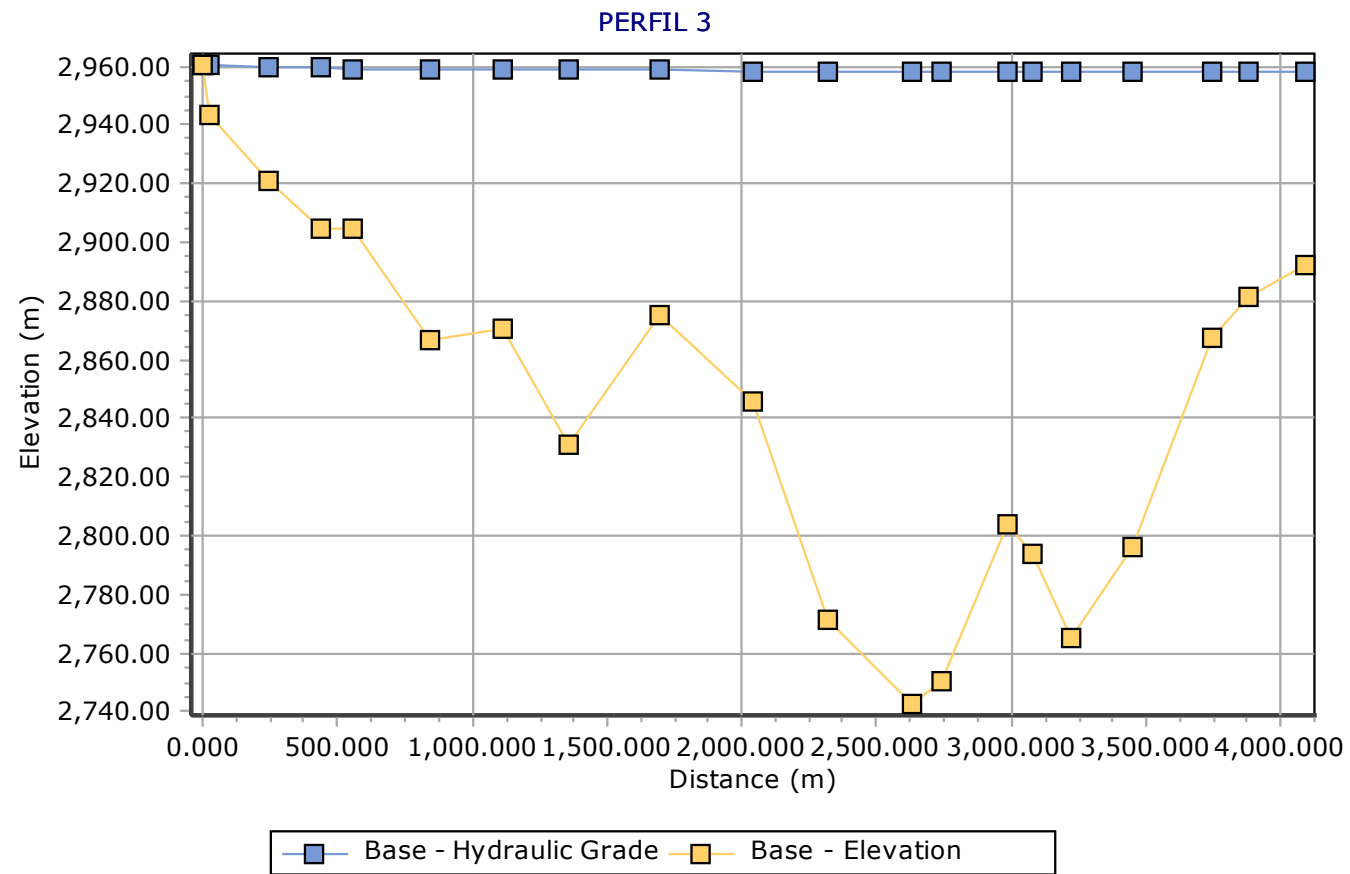
LÍNEA PIEZOMETRICA

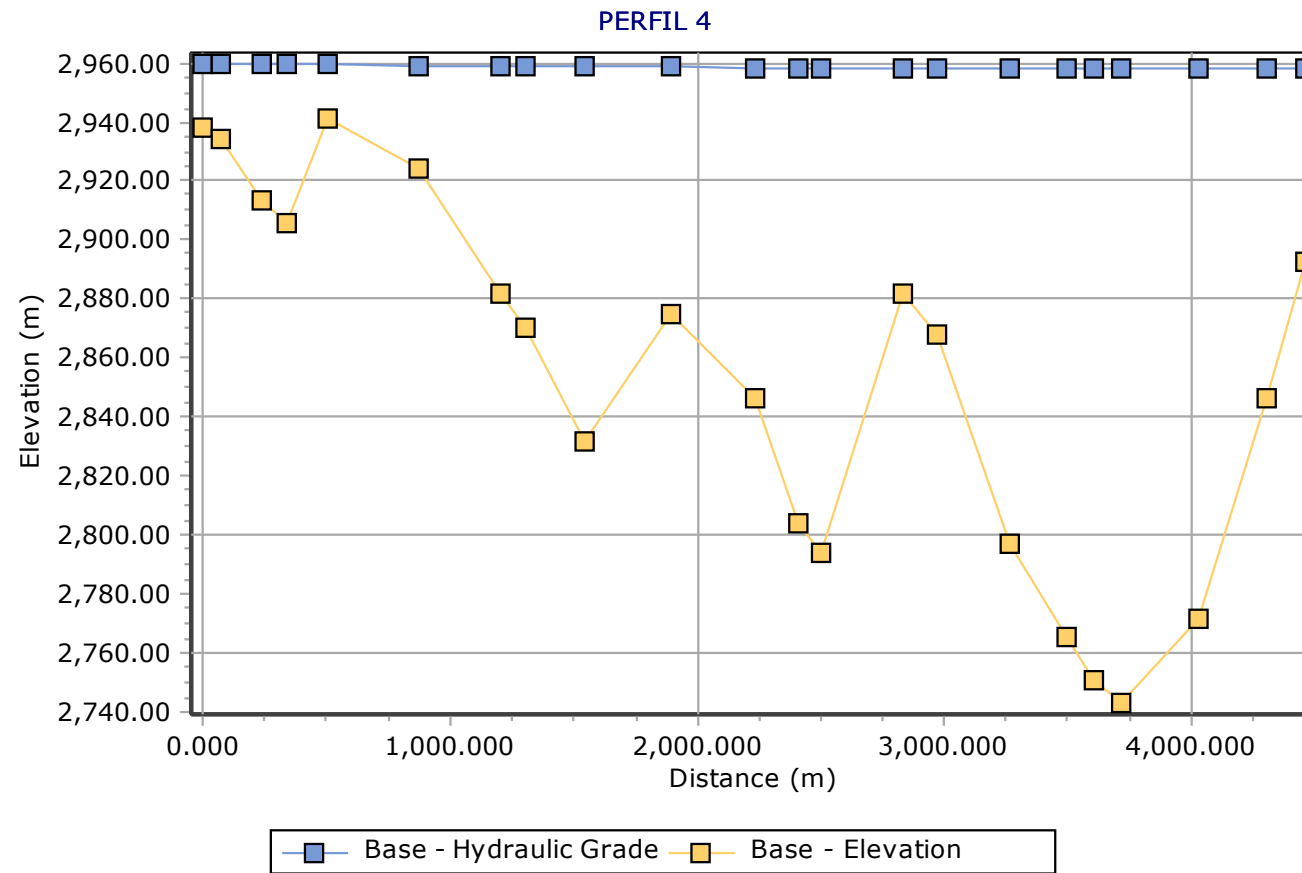


PERFIL 2



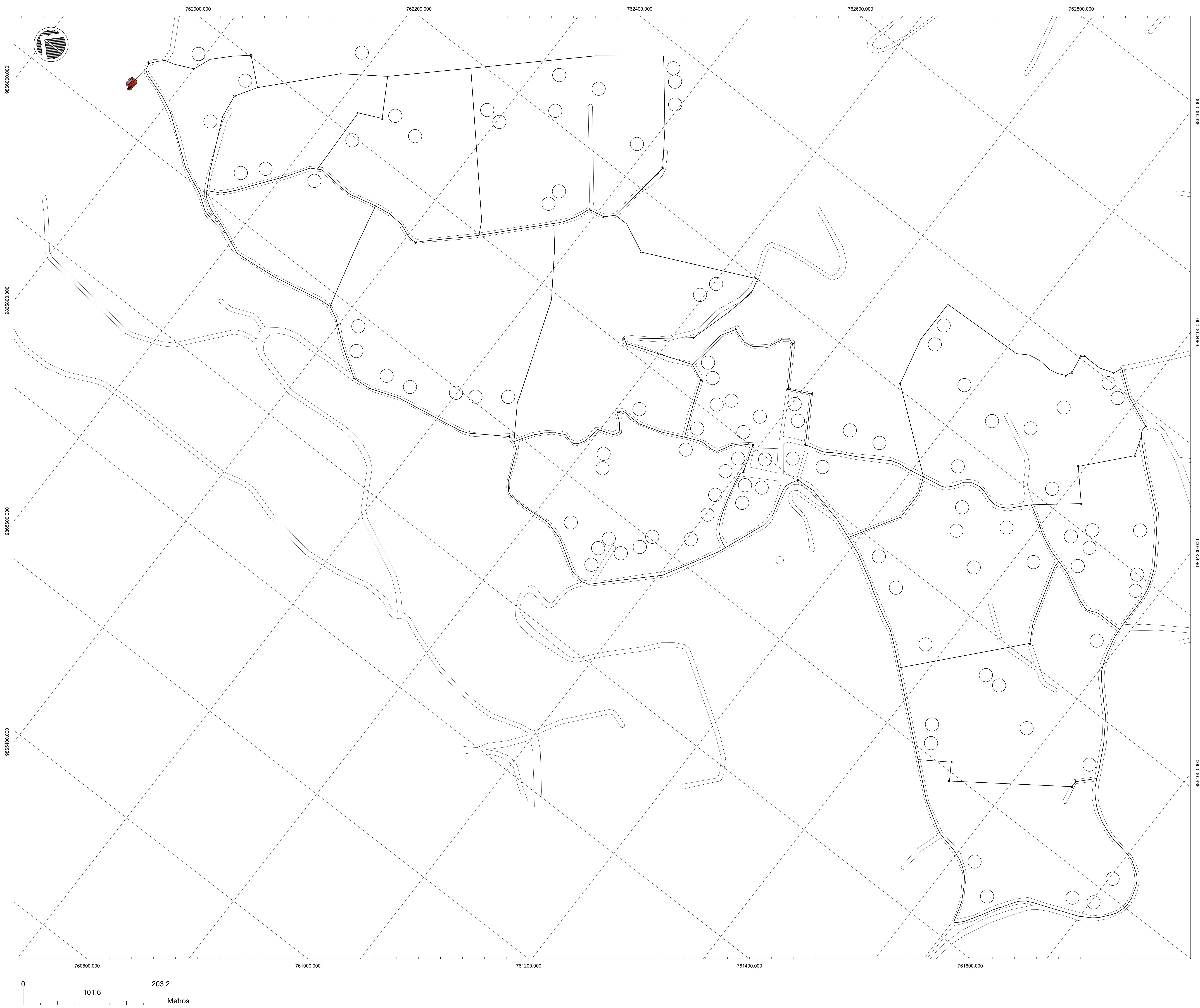
Base - Hydraulic Grade Base - Elevation



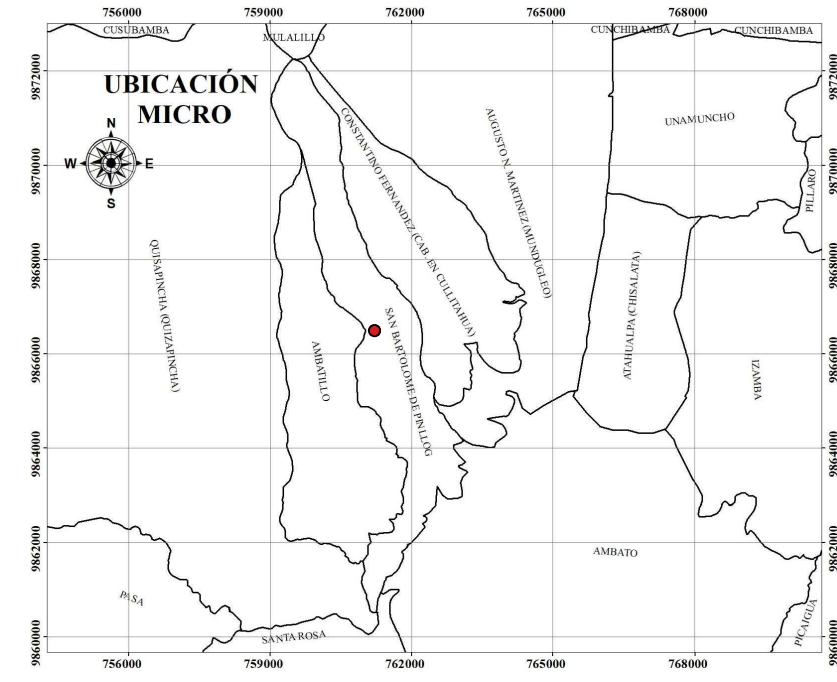


ANEXO_7

PLANOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
En convenio:
Junta Administradora de Agua Potable de Lacón



- SIMBOLOGÍA:**
- Carreteras
 - Casas
 - Línea de conducción
 - Tanque de Almacenamiento
 - Codos 90°
 - Codos 45°

Proyecto:
DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

- CONTIENE:**
- Línea de Conducción en planta
 - Perfil Longitudinal de la tubería

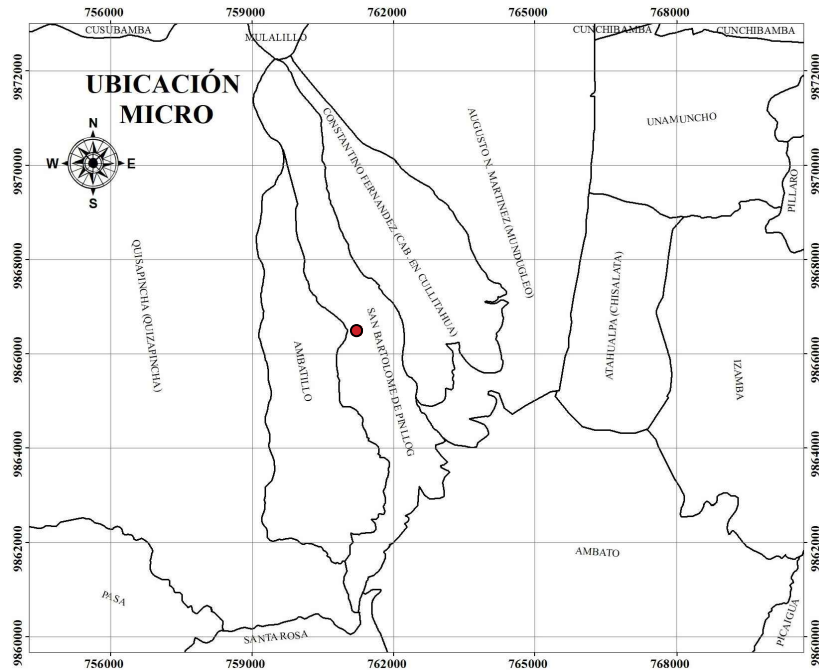
UBICACIÓN:
Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:
1 de 1

Realizado por:	Revisado por:
Juan Pablo Guerrero Acurio CI: 1500930639	Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD.

FECHA: Enero / 2026	ESCALA: 1:2000
-------------------------------	--------------------------

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Proyección Universal Transversal del Mercator, UTM Elipsoide y Datum Horizontal: Sistema Geodésico Mundial WGS84 Altitud sobre el nivel del mar	REFERENCIAS MAPAS Zona 17 S Google Maps Google Earth
---	--



- SIMBOLOGÍA:
- Curva 10 m

—

Curva 2 m

—

Cota Topográfica

—

Línea de conducción

—

Terreno Natural
- Tanque de Almacenamiento
- Codos 90°
- Codos 45°

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINILLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

- CONTIENE:
- Línea de Conducción en planta

— Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:
Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:
1 de 7

Realizado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio
CI: 1500930639

Revisado por:

Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD.

FECHA:

Enero / 2026

ESCALA:

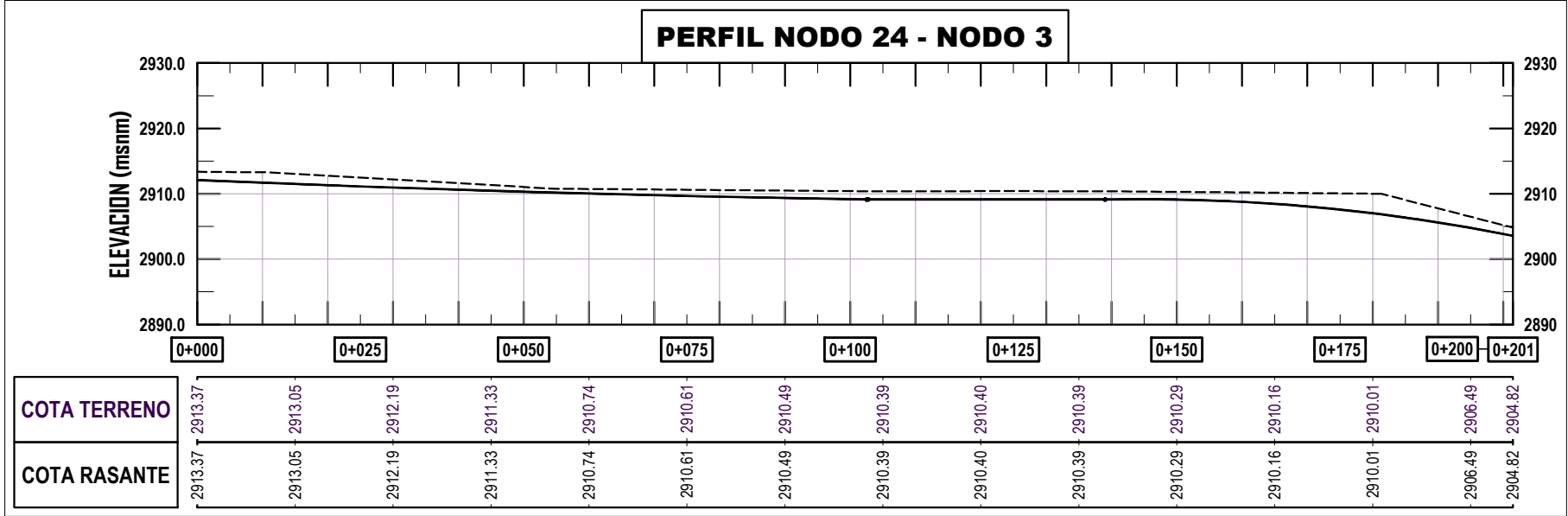
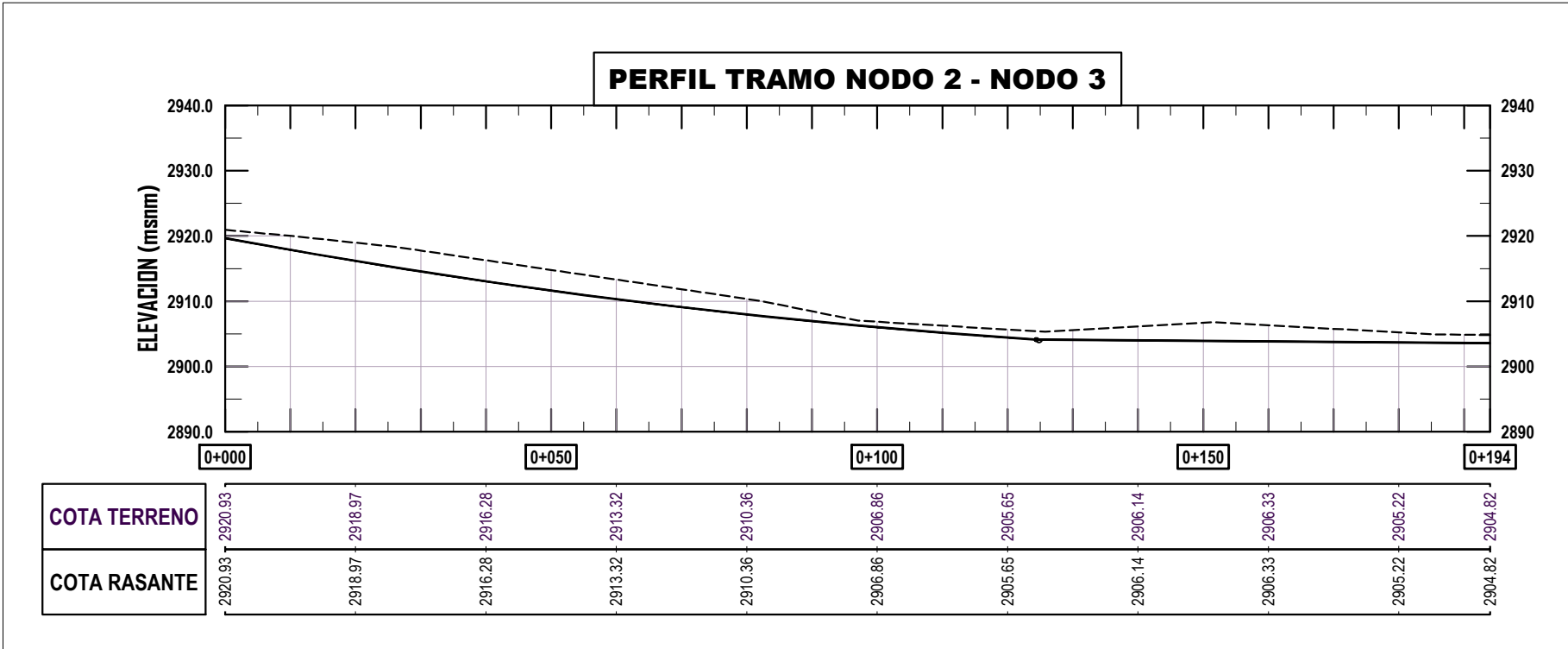
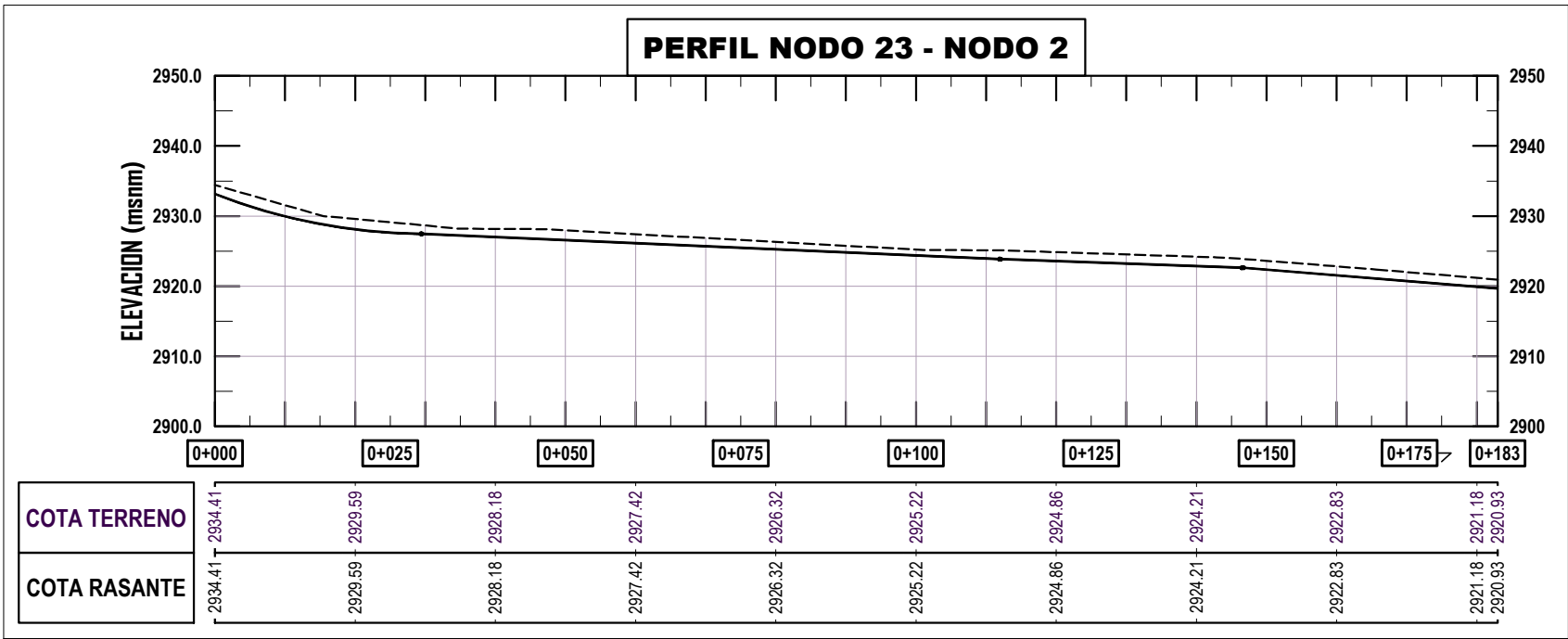
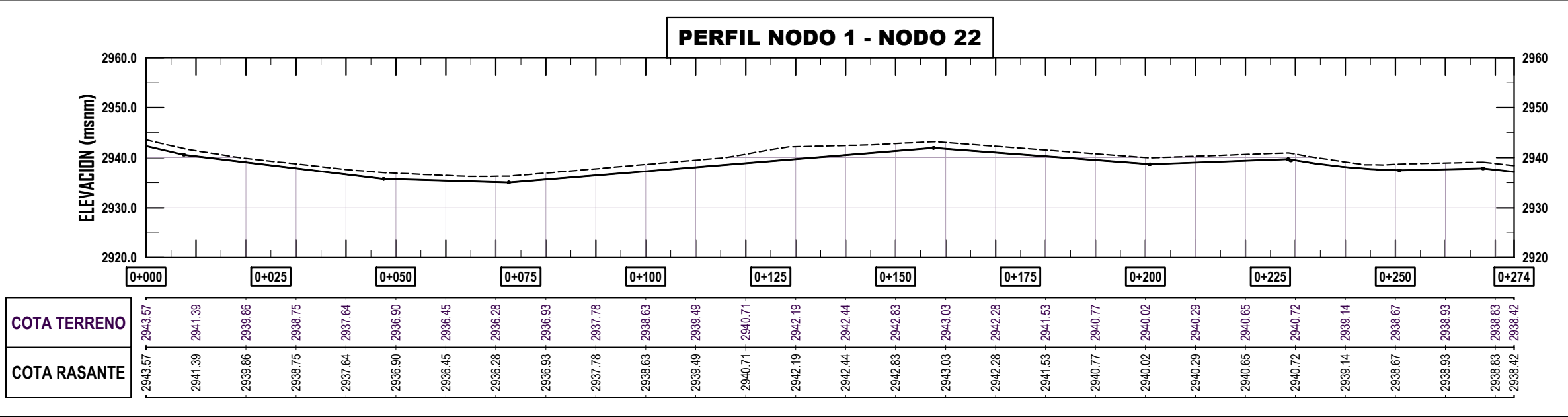
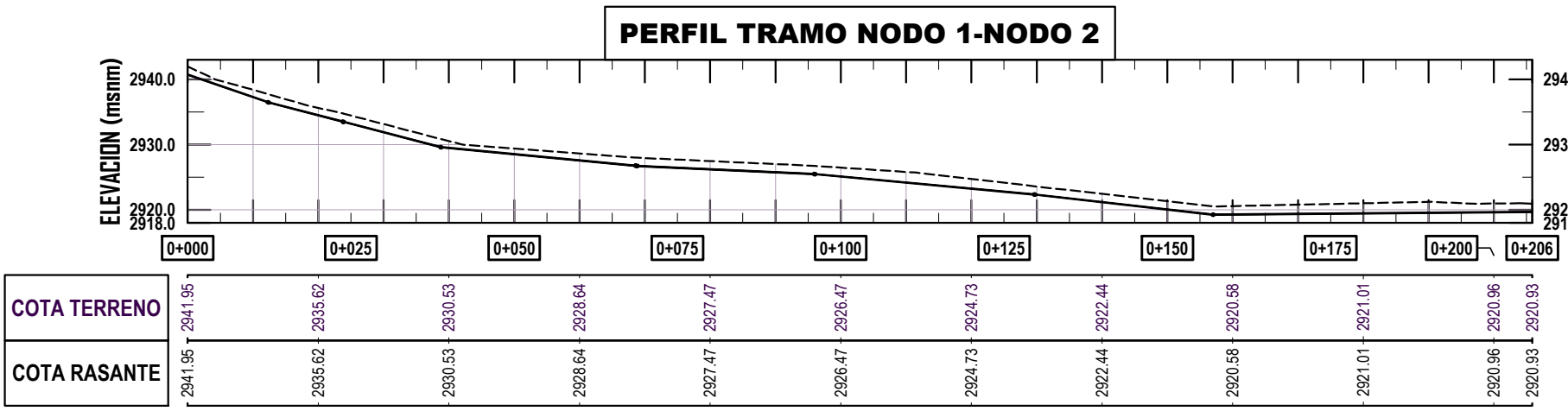
1:1000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Proyección Universal Transversal del Mercator, UTM
Elipsoide y Datum Horizontal: Sistema Geodésico Mundial WGS84
Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS MAPAS

Zona 17 S
Google Maps
Google Earth

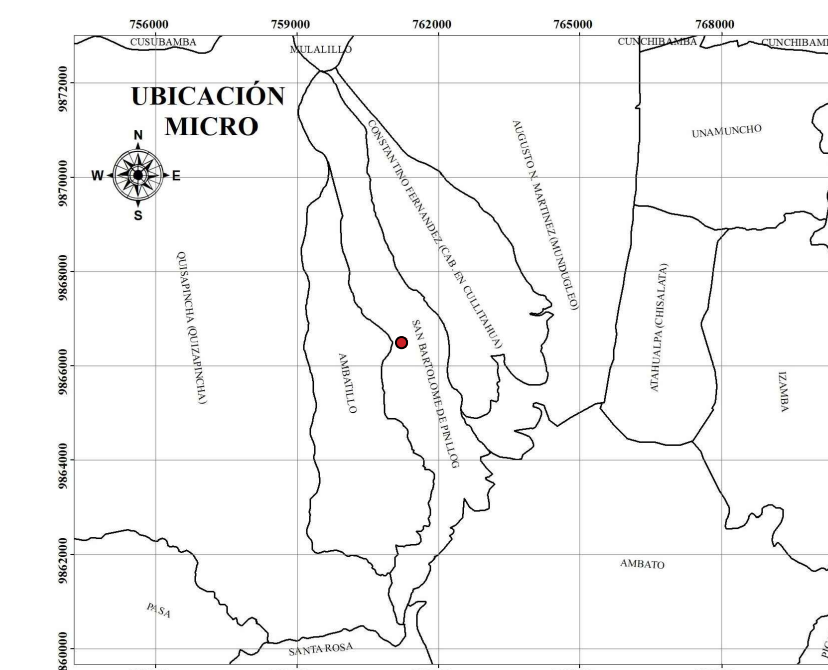




FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

En convenio:

**Junta Administradora de Agua Potable
de Lacón**



SIMBOLOGÍA:

- | | |
|--------------------------|--|
| — Curva 10 m |  Tanque de Almacenamiento |
| — Curva 2 m |  Codos 90° |
| 3020.01 Cota Topográfica |  Codos 45° |
| — Línea de conducción | |
| — Terreno Natural | |

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA
ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN
BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

CONTIENE:

- Línea de Conducción en planta
- Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:

Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:

2 de 7

Realizado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio
CI: 1500930639

Revisado por:

Ing. Jorge Javier Guevara
Robalino, PhD.

FECHA:

Enero / 2026

ESCALA:

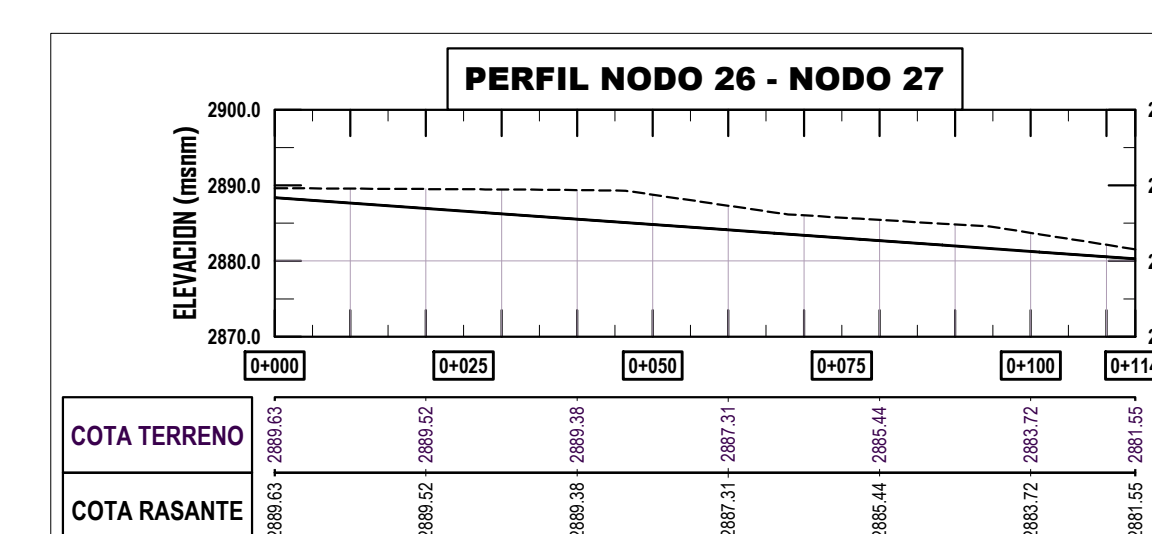
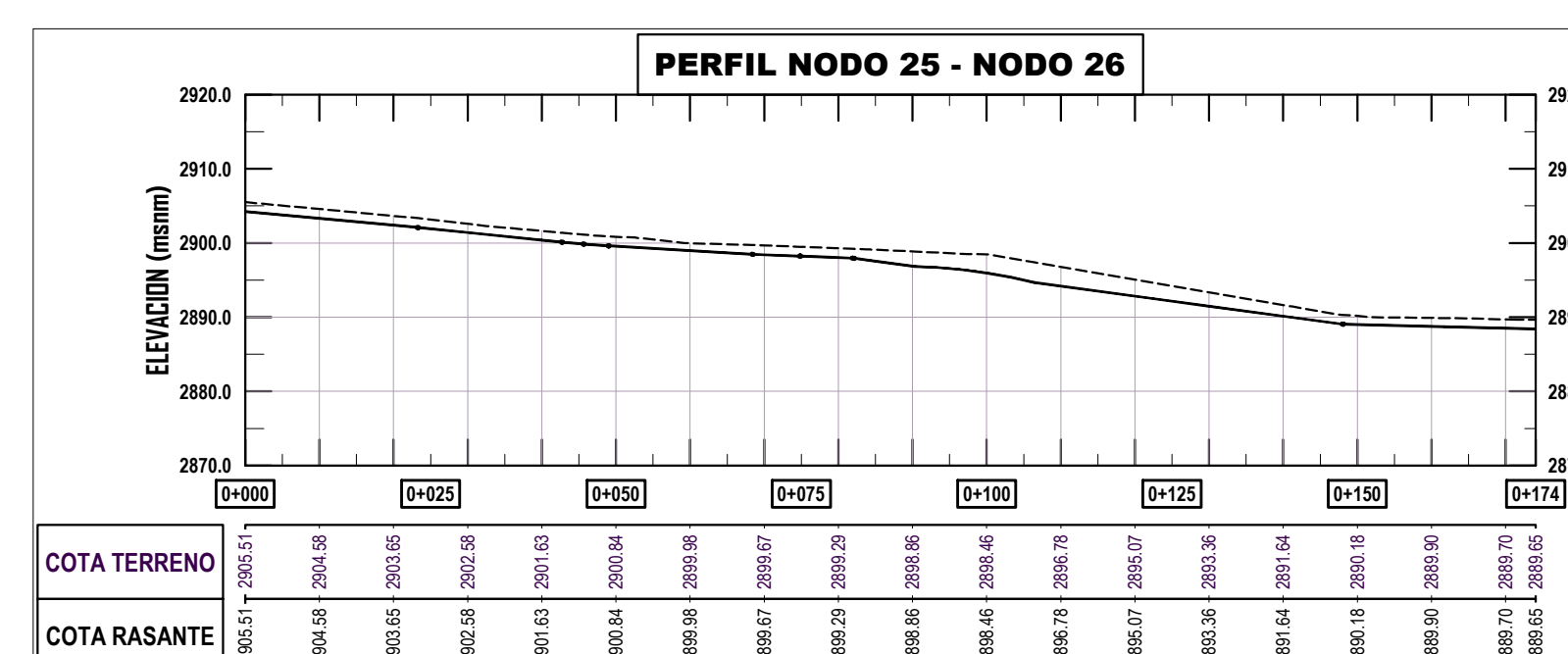
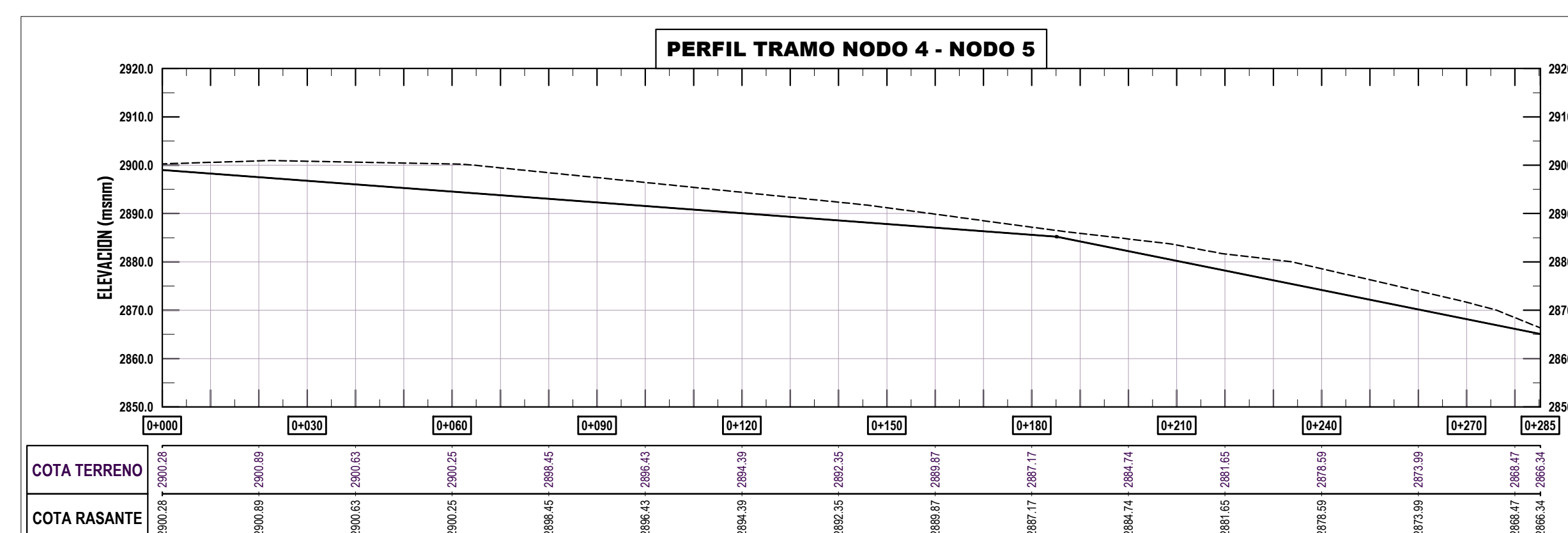
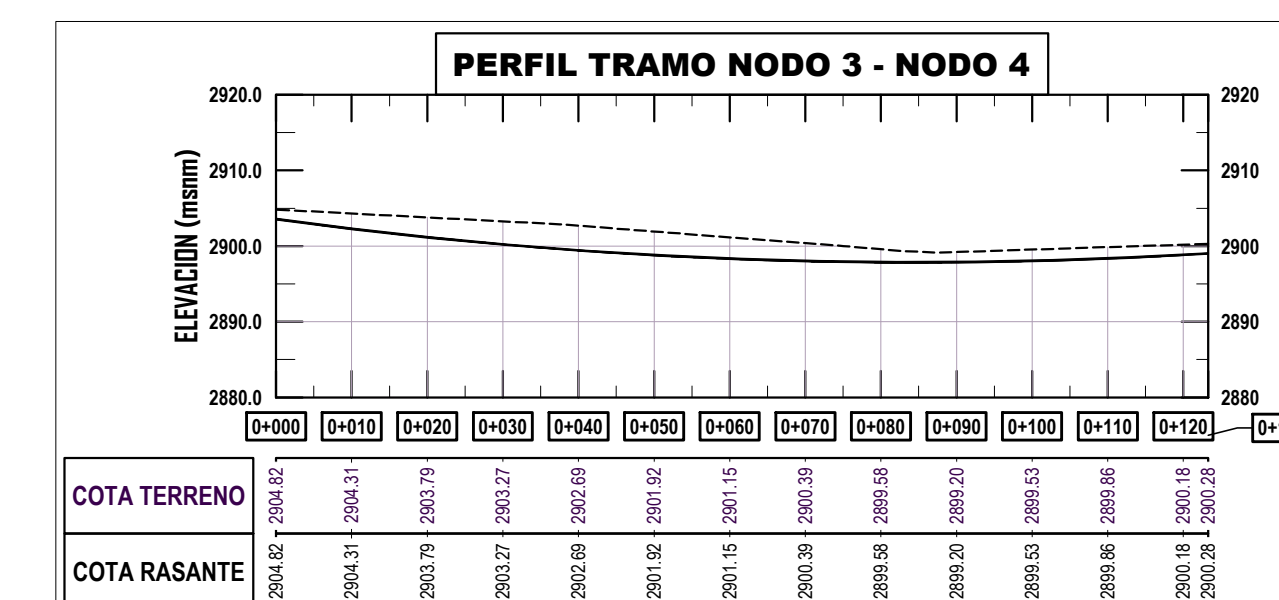
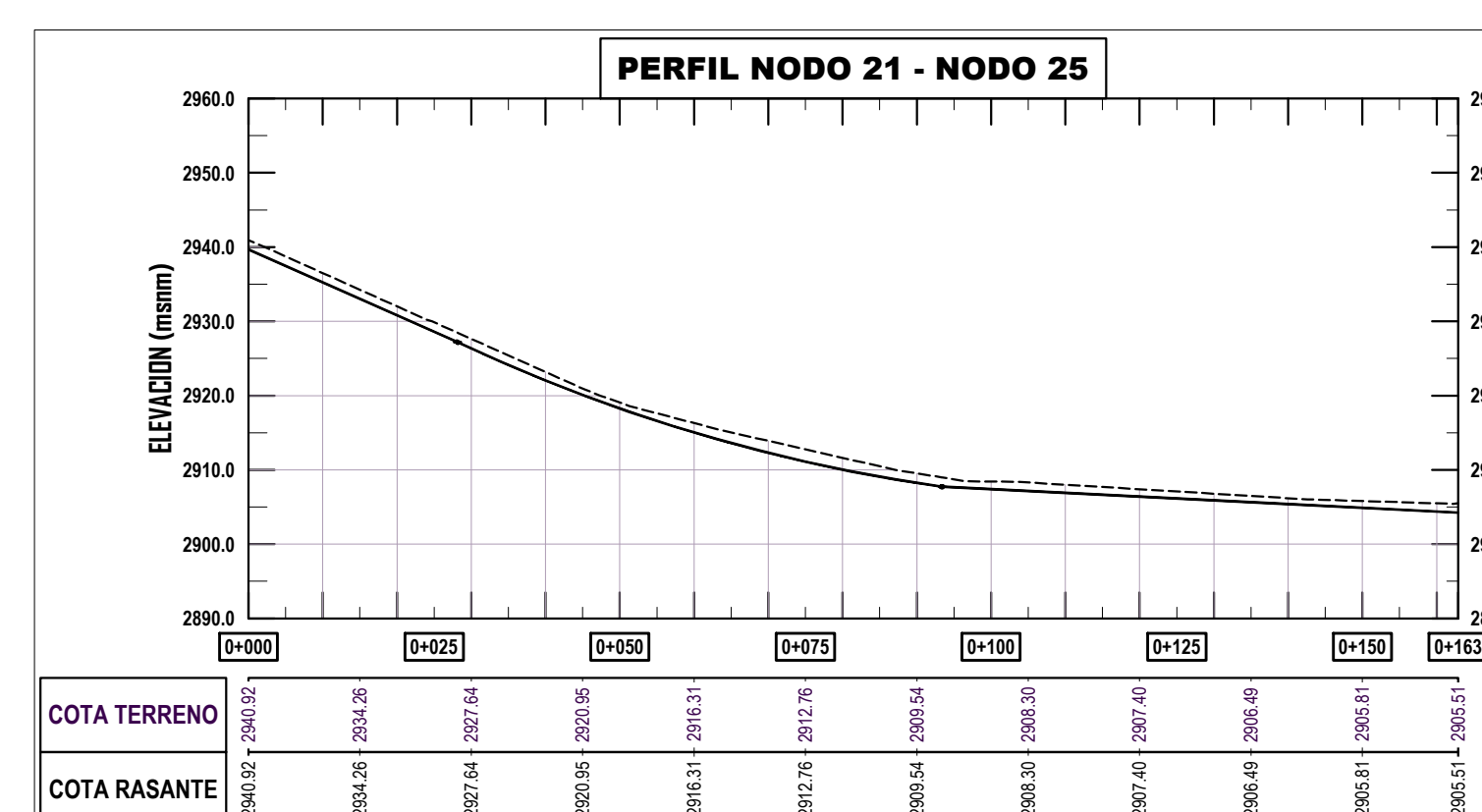
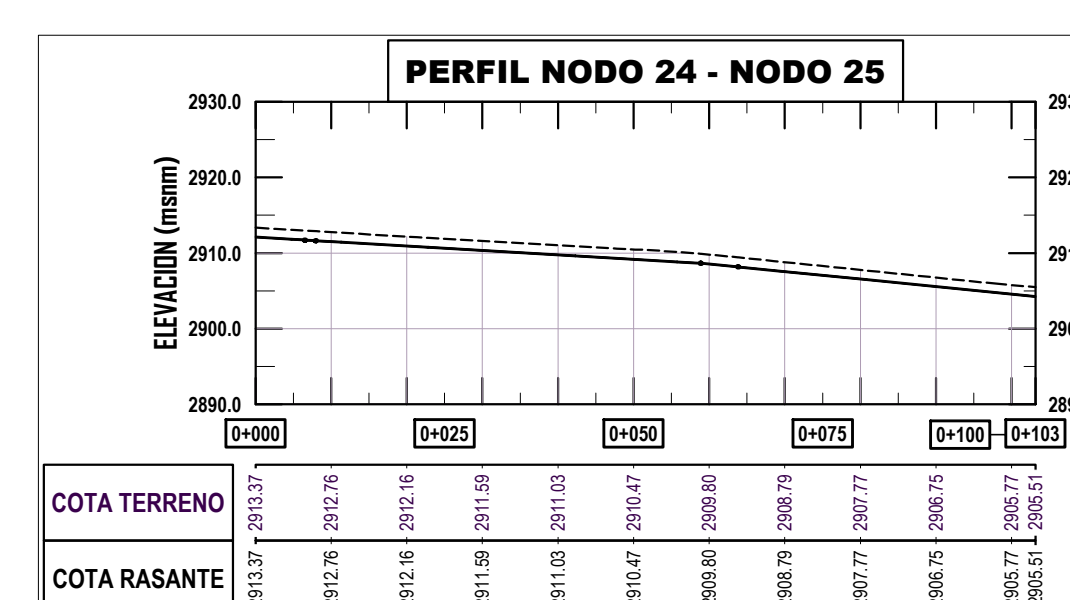
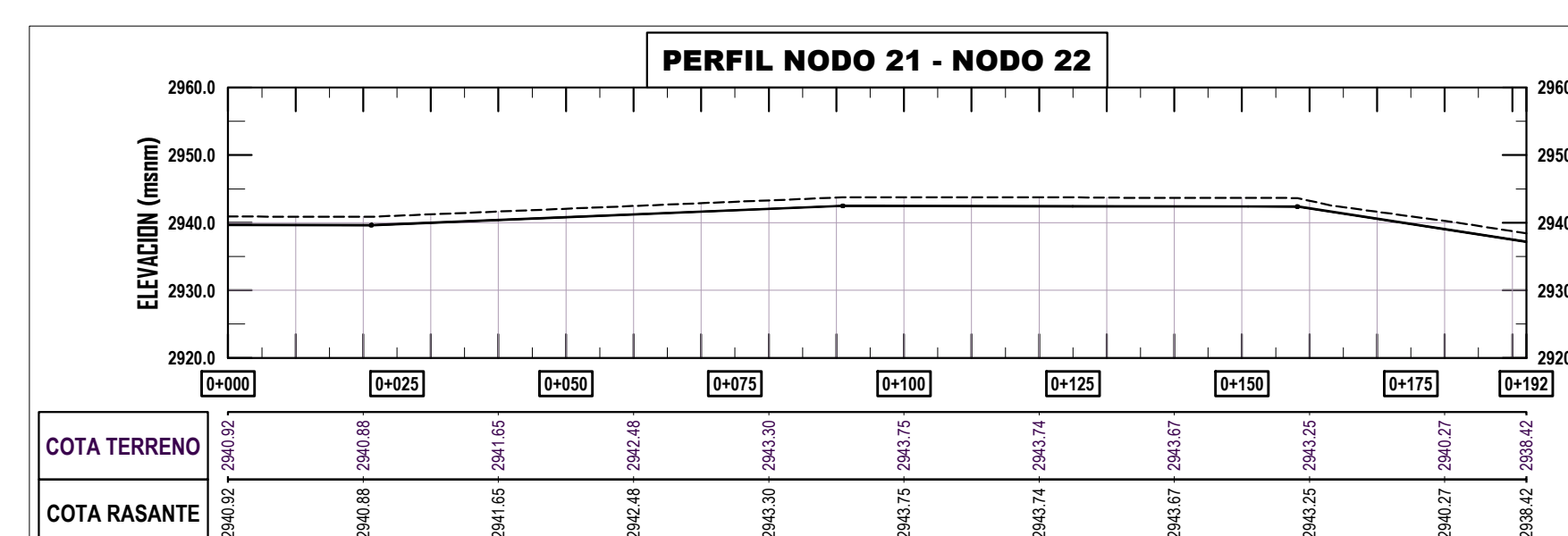
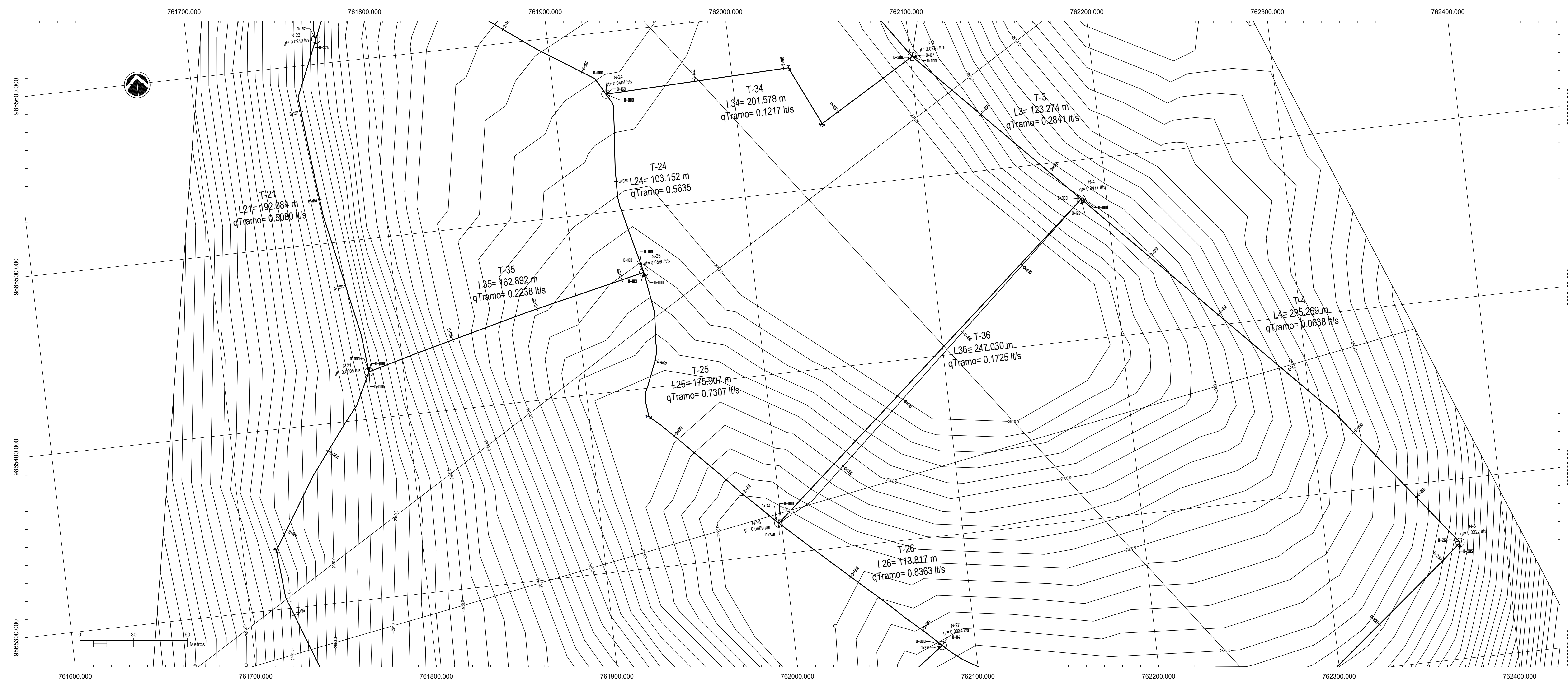
1:1000

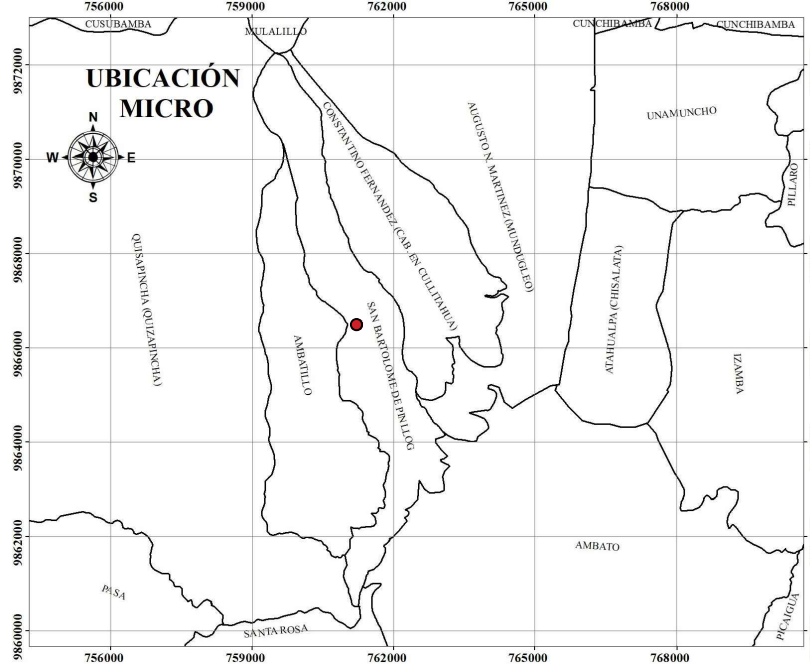
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Proyección Universal Transversal del
Mercator, UTM
Elipsoide y Datum Horizontal:
Sistema Geodésico Mundial WGS84
Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS
MAPAS

Zona 17 S
Google Maps
Google Earth





- SIMBOLOGÍA:**
- Curva 10 m
 - Curva 2 m
 - Cota Topográfica
 - Línea de conducción
 - Terreno Natural
 - Tanque de Almacenamiento
 - Codos 90°
 - Codos 45°

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

- CONTIENE:**
- Línea de Conducción en planta
 - Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:
Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:
3 de 7

Realizado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio
CI: 1500930639

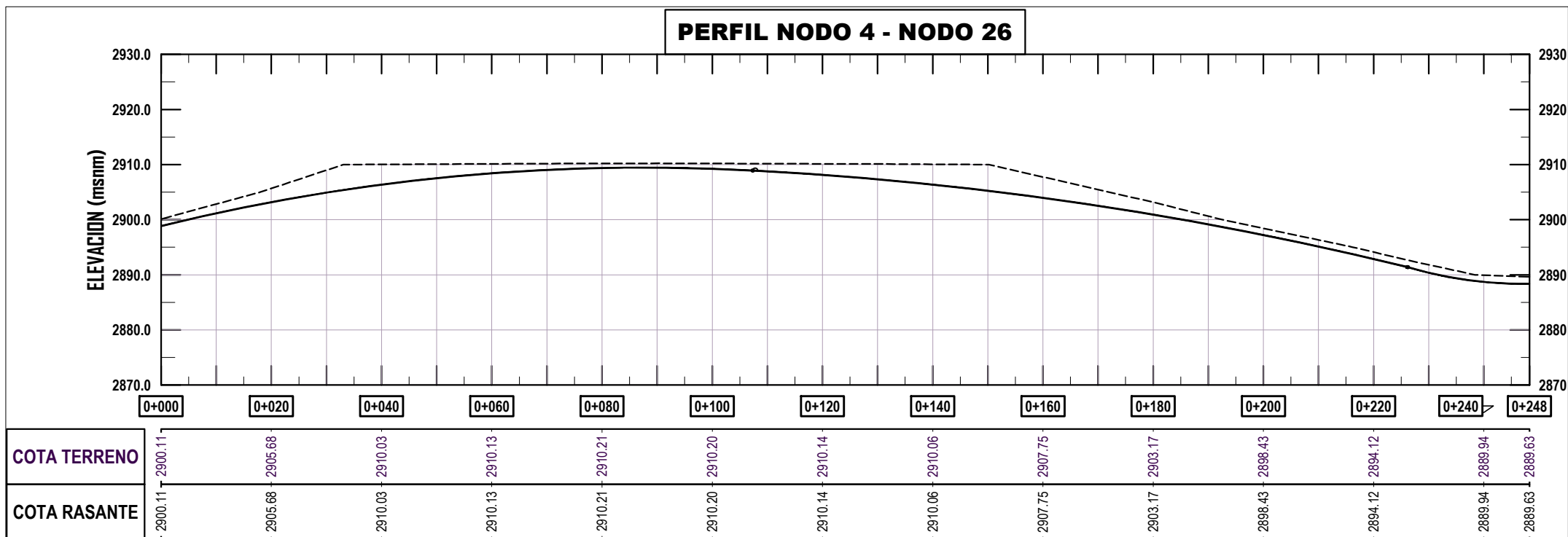
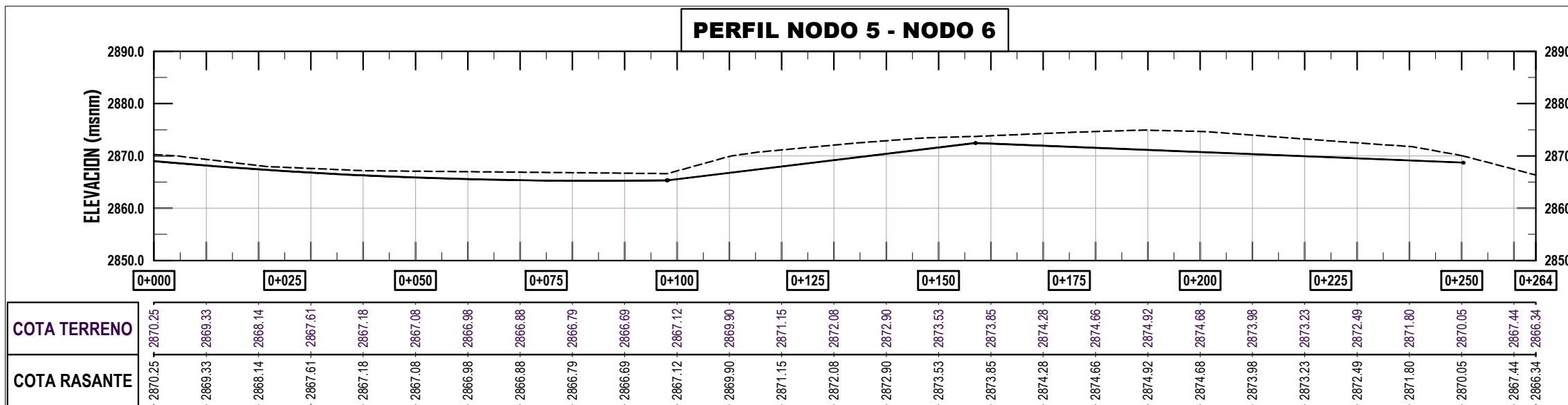
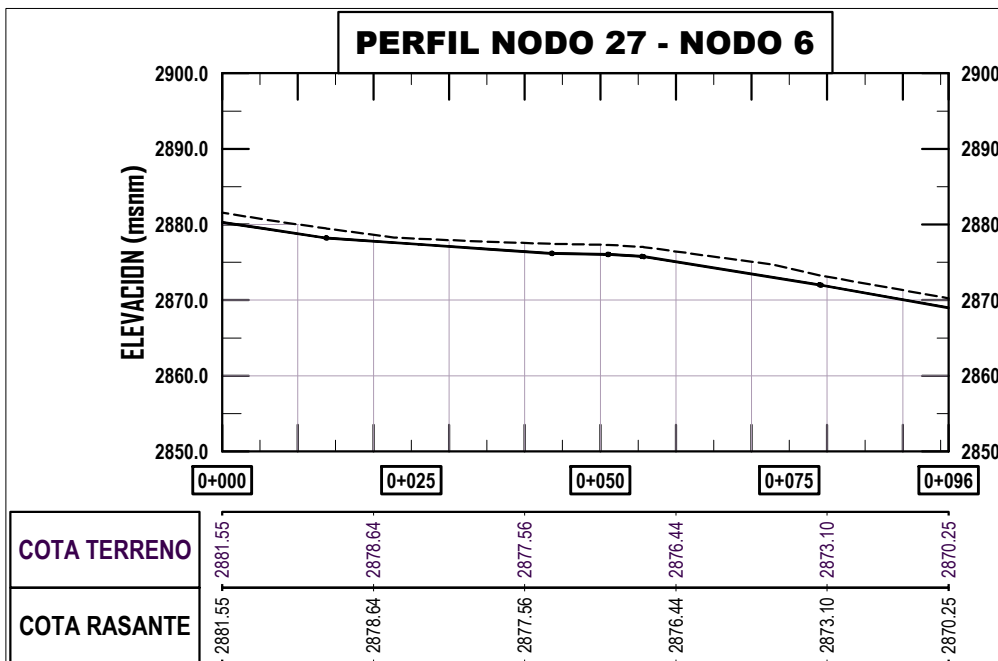
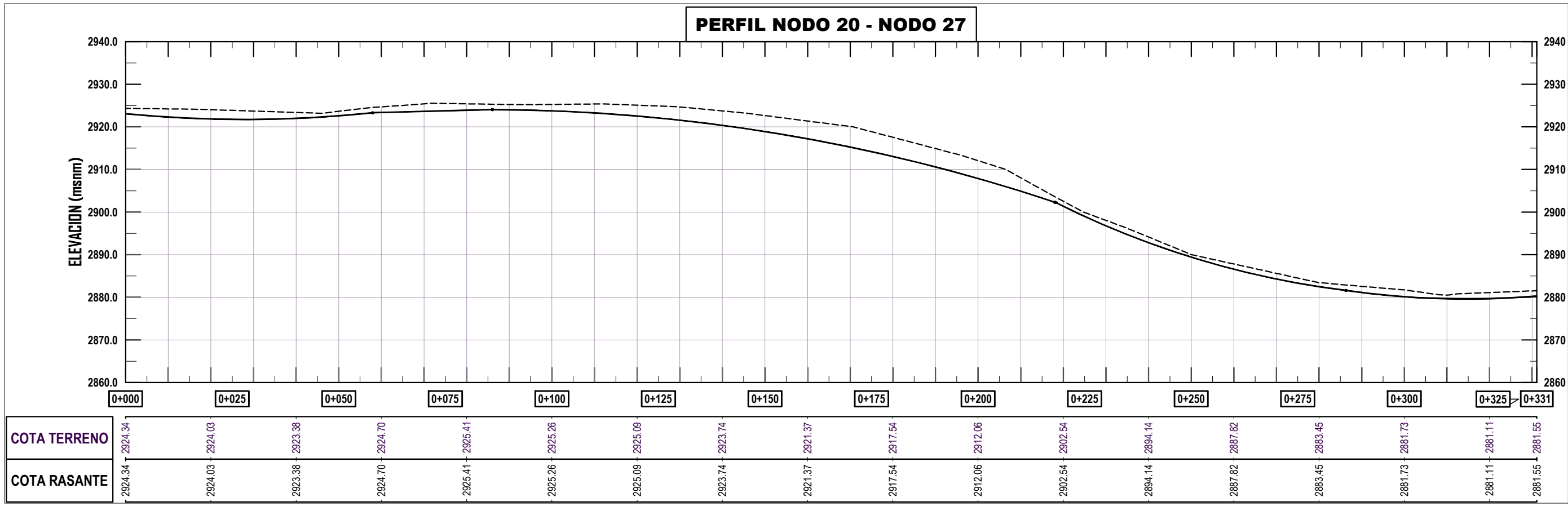
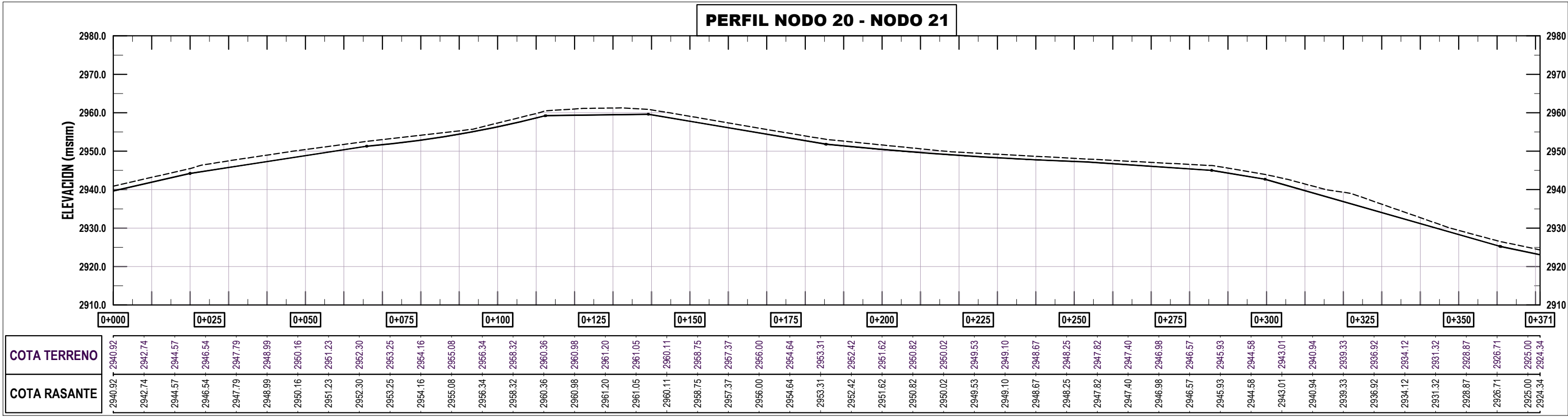
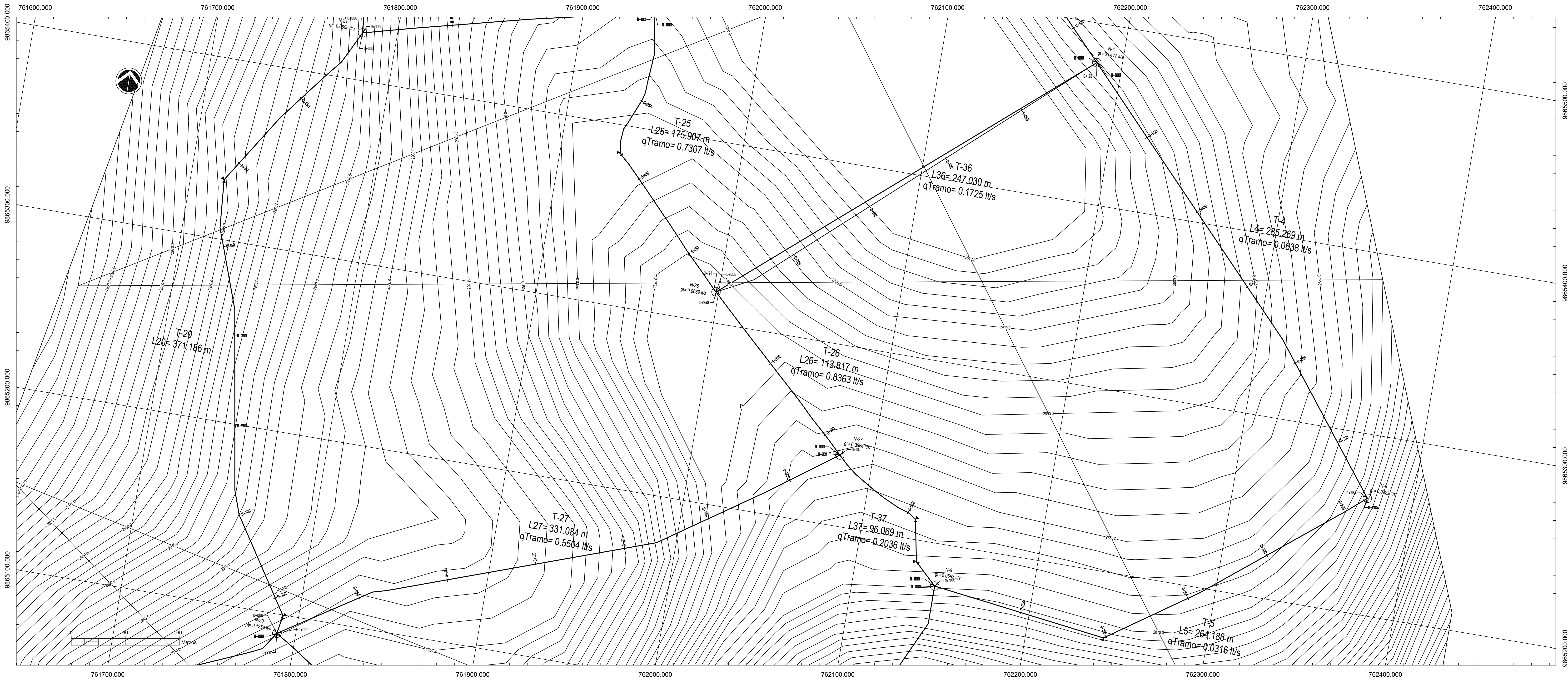
Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD.

FECHA:
Enero / 2026

ESCALA:
1:1000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Proyección Universal Transversal del Mercator, UTM
Elipsoide y Datum Horizontal: Sistema Geodésico Mundial WGS84
Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS MAPAS
Zona 17 S
Google Maps
Google Earth

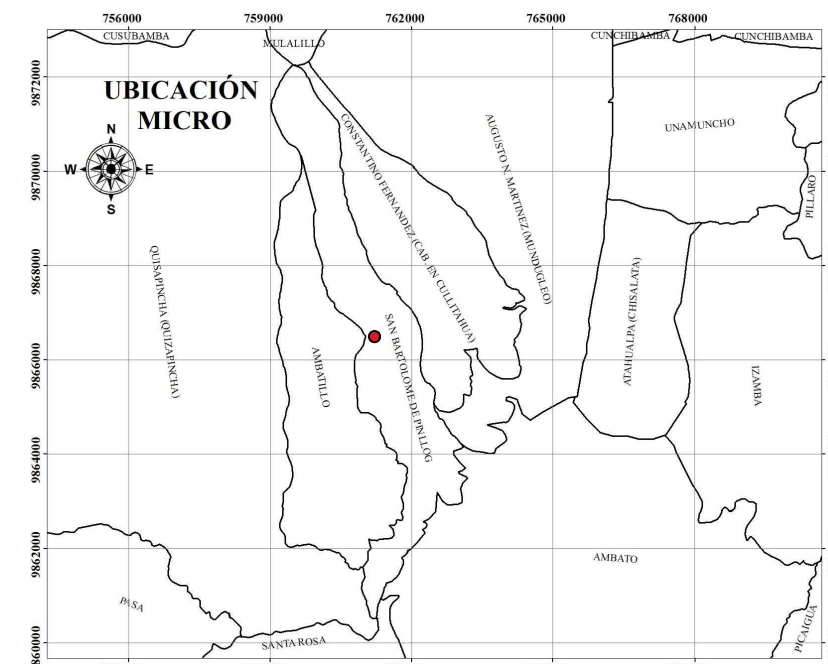




FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

En convenio:

**Junta Administradora de Agua Potable
de Lacón**



SIMBOLOGÍA:

- | | | |
|--------------------------|---|--------------------------|
| — Curva 10 m |  | Tanque de Almacenamiento |
| — Curva 2 m |  | Codos 90° |
| 3020.01 Cota Topográfica |  | Codos 45° |
| — Línea de conducción | | |
| — Terreno Natural | | |

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA
ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN
BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

CONTIENE:

- Línea de Conducción en planta
- Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:

Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:

4 de 7

Realizado por:

Revisado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio
CI: 1500930639

Ing. Jorge Javier Guevara
Robalino, PhD.

FECHA:

Enero / 2026

ESCALA:

1:1000

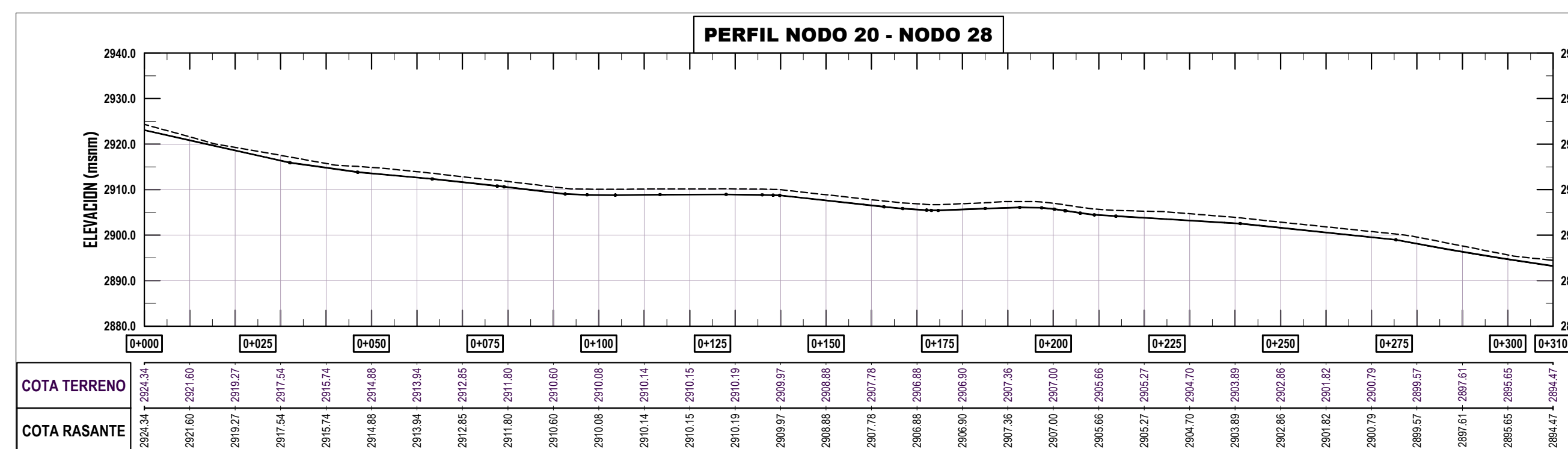
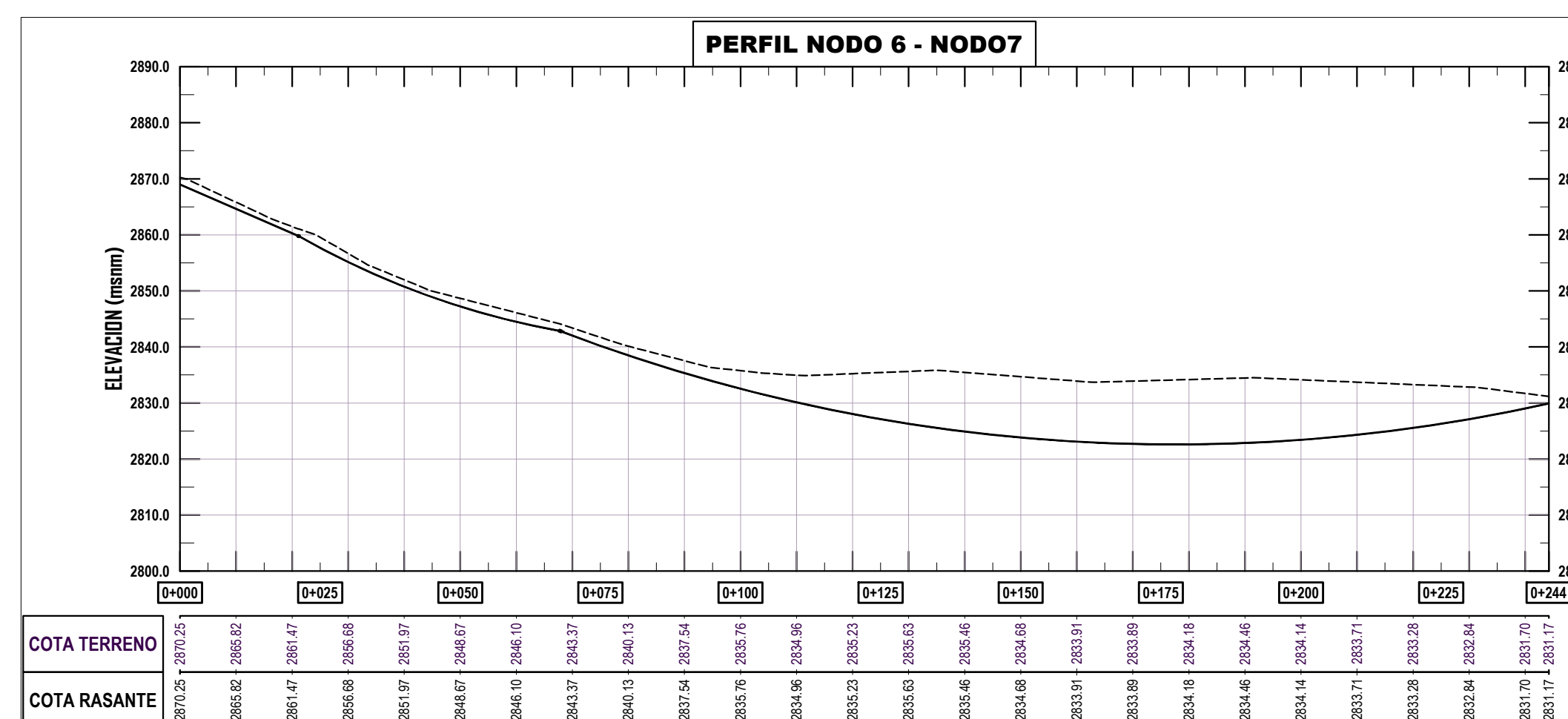
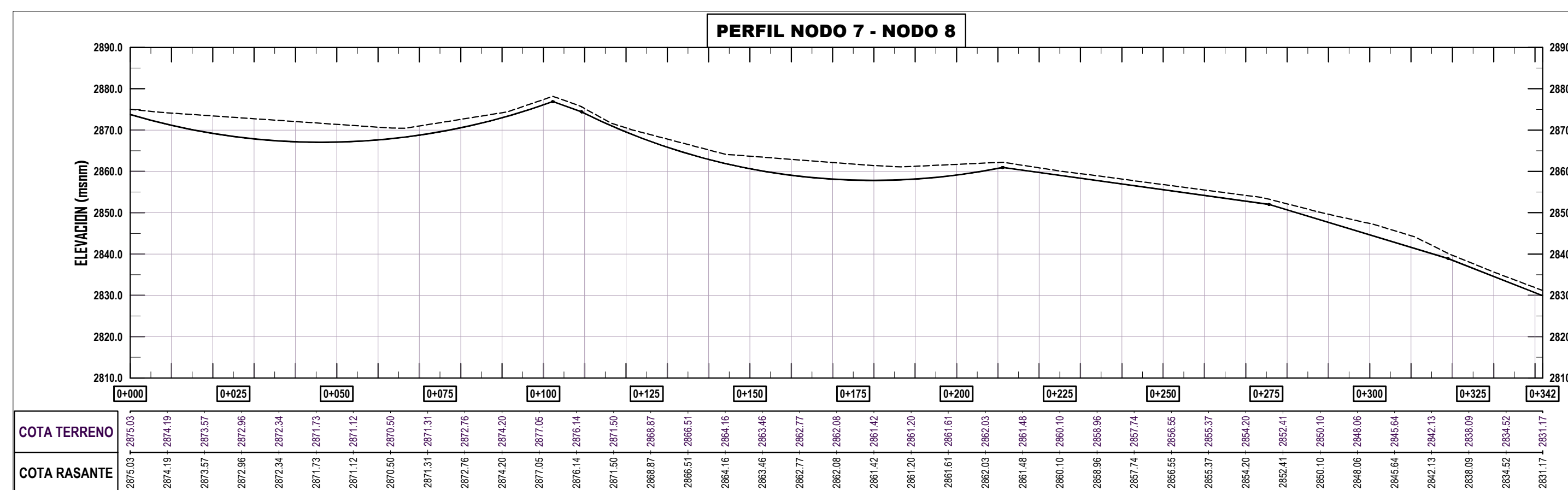
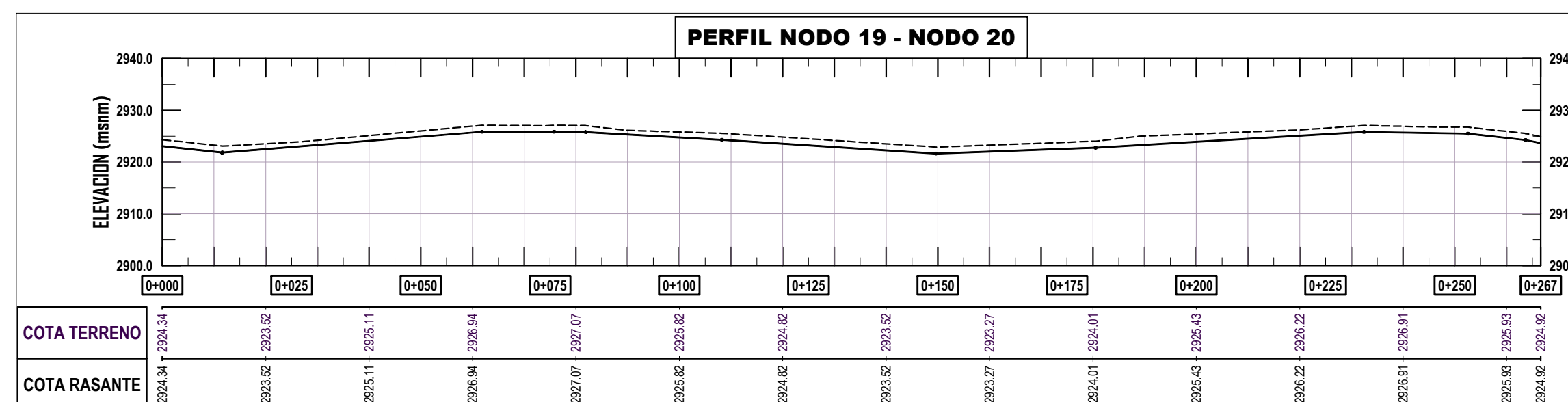
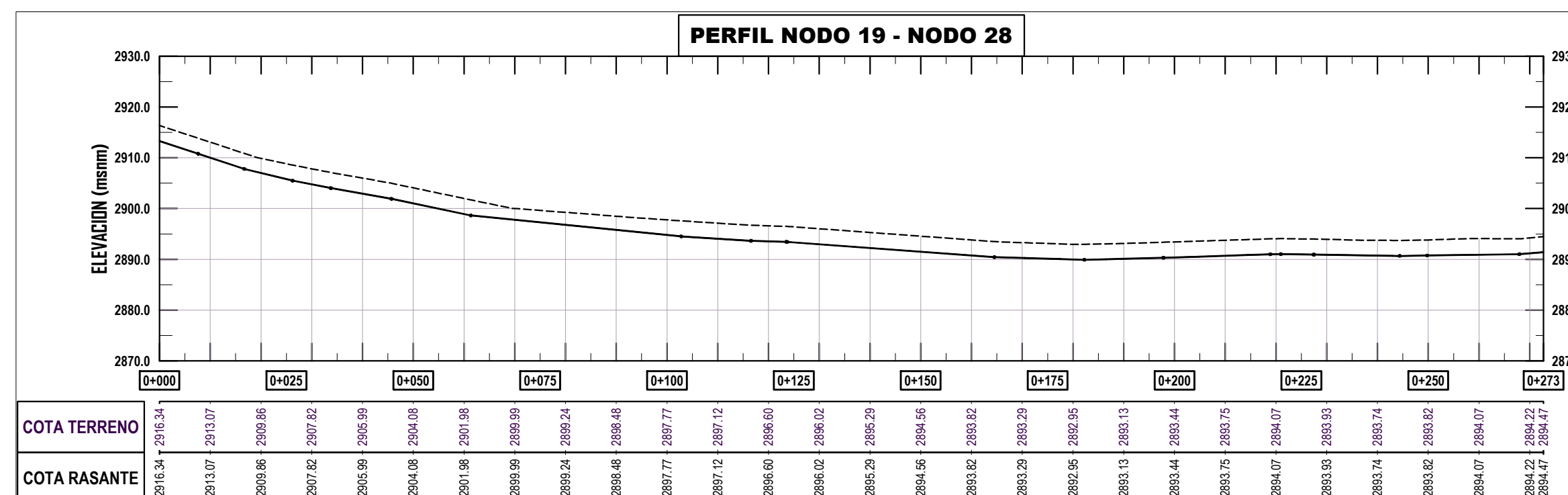
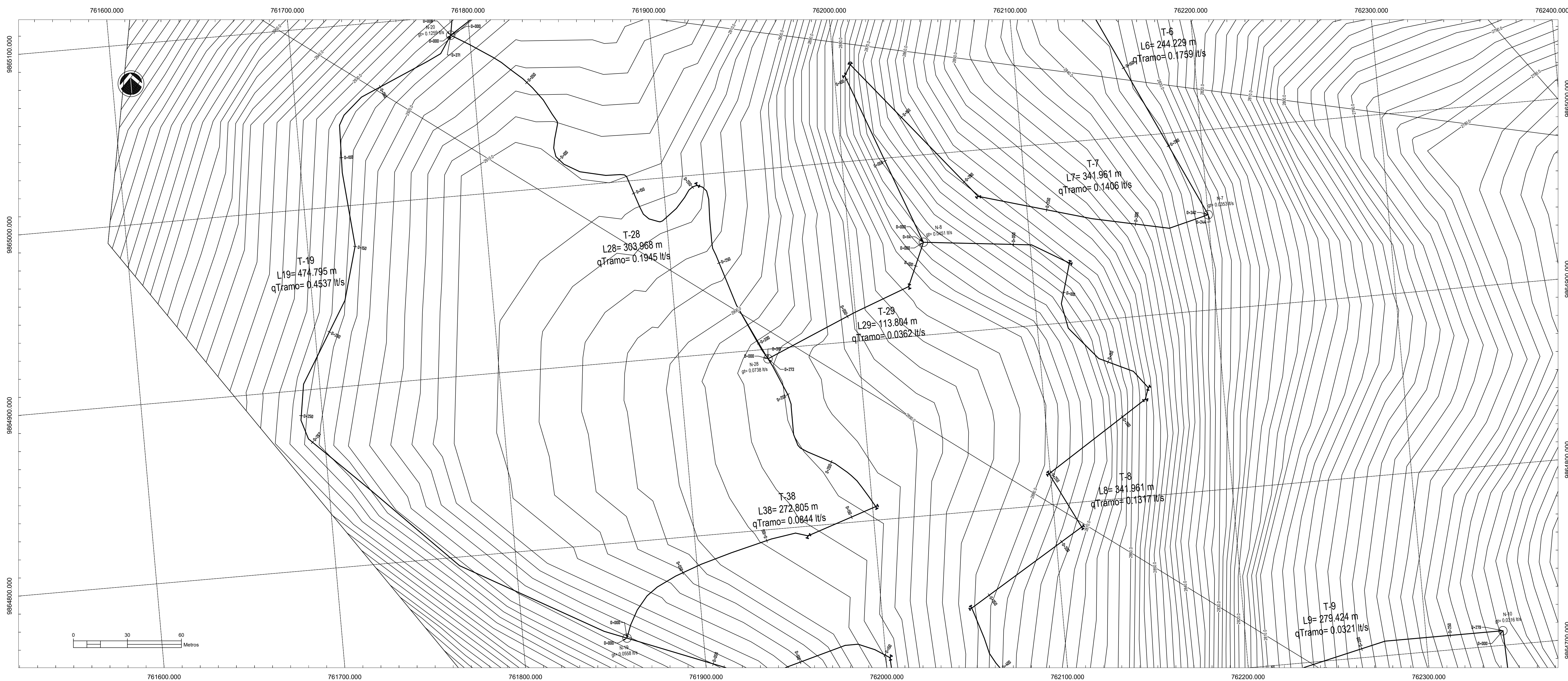
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Proyección Universal Transversal del
Mercator, UTM
Elipsoide y Datum Horizontal:
Sistema Geodésico Mundial WGS84
Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS

MAPAS

Zona 17 S
Google Maps
Google Earth

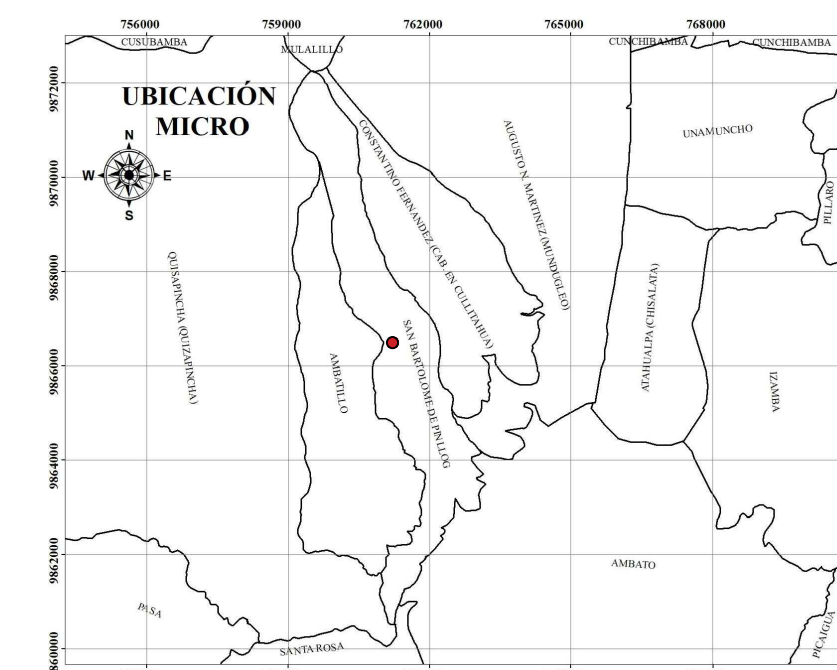




FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

En convenio:

**Junta Administradora de Agua Potable
de Lacón**



SIMBOLOGÍA:

- | | |
|--------------------------|--|
| — Curva 10 m |  Tanque de Almacenamiento |
| — Curva 2 m |  Codos 90° |
| 3020.01 Cota Topográfica |  Codos 45° |
| — Línea de conducción | |
| — Terreno Natural | |

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA
ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN
BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

CONTIENE:

- Línea de Conducción en planta
- Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:

Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:

5 de 7

Realizado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio
CI: 1500930639

Revisado por:

Ing. Jorge Javier Guevara
Robalino, PhD.

FECHA:

Enero / 2026

ESCALA:

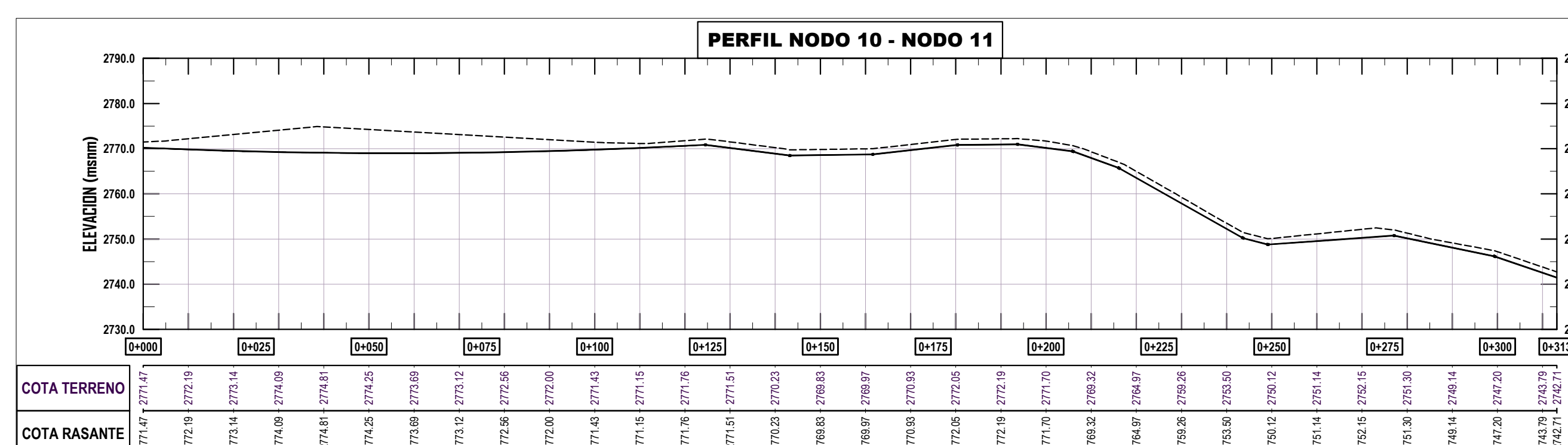
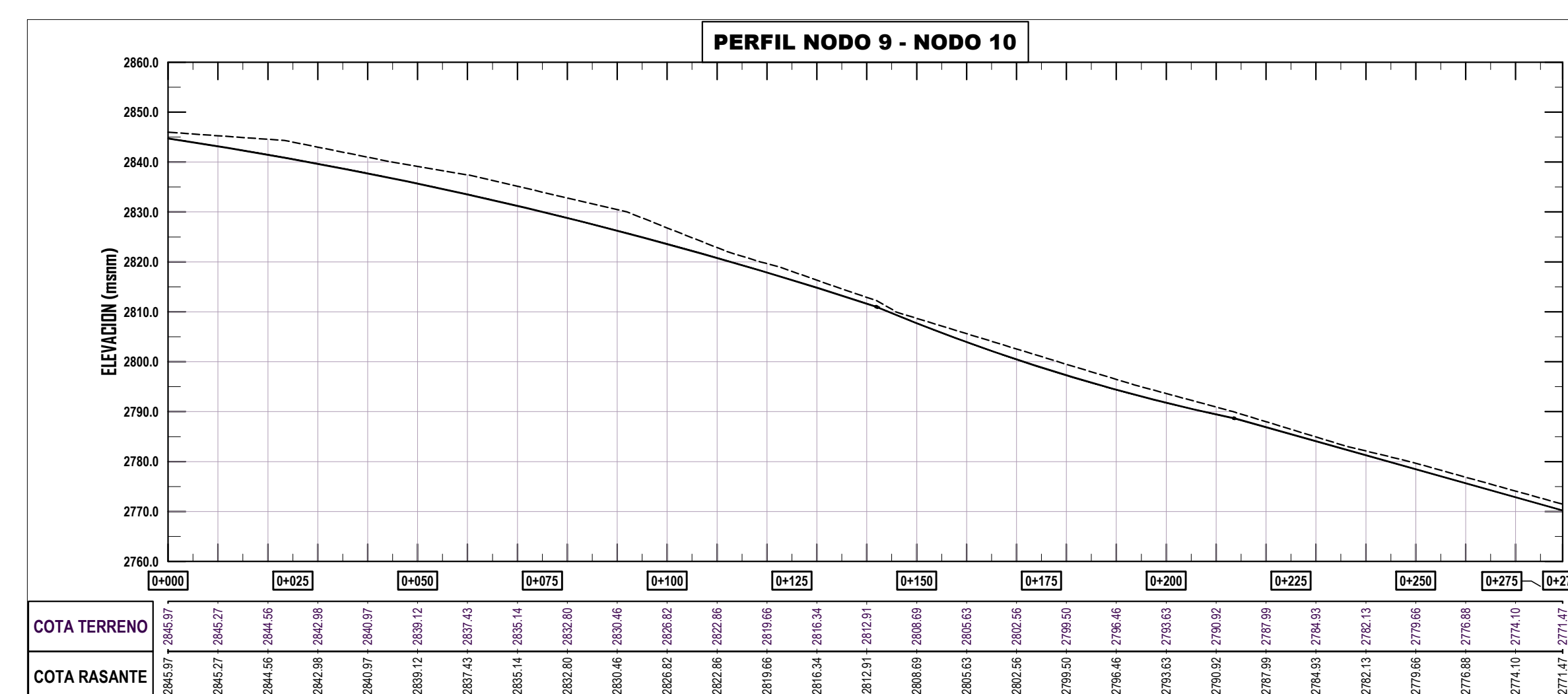
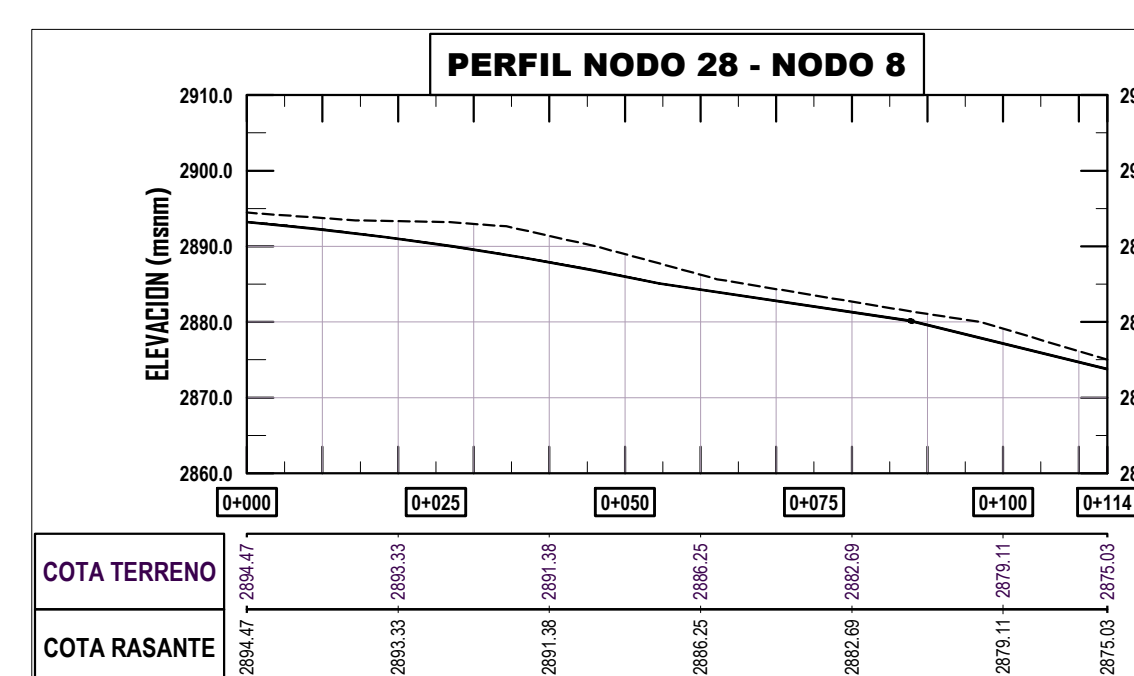
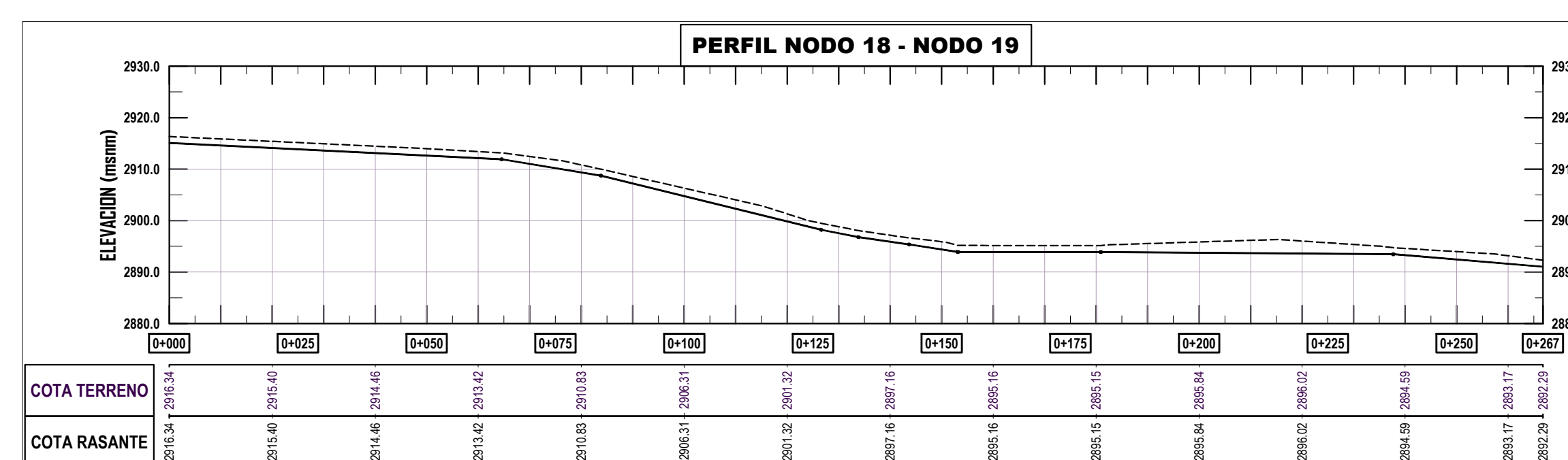
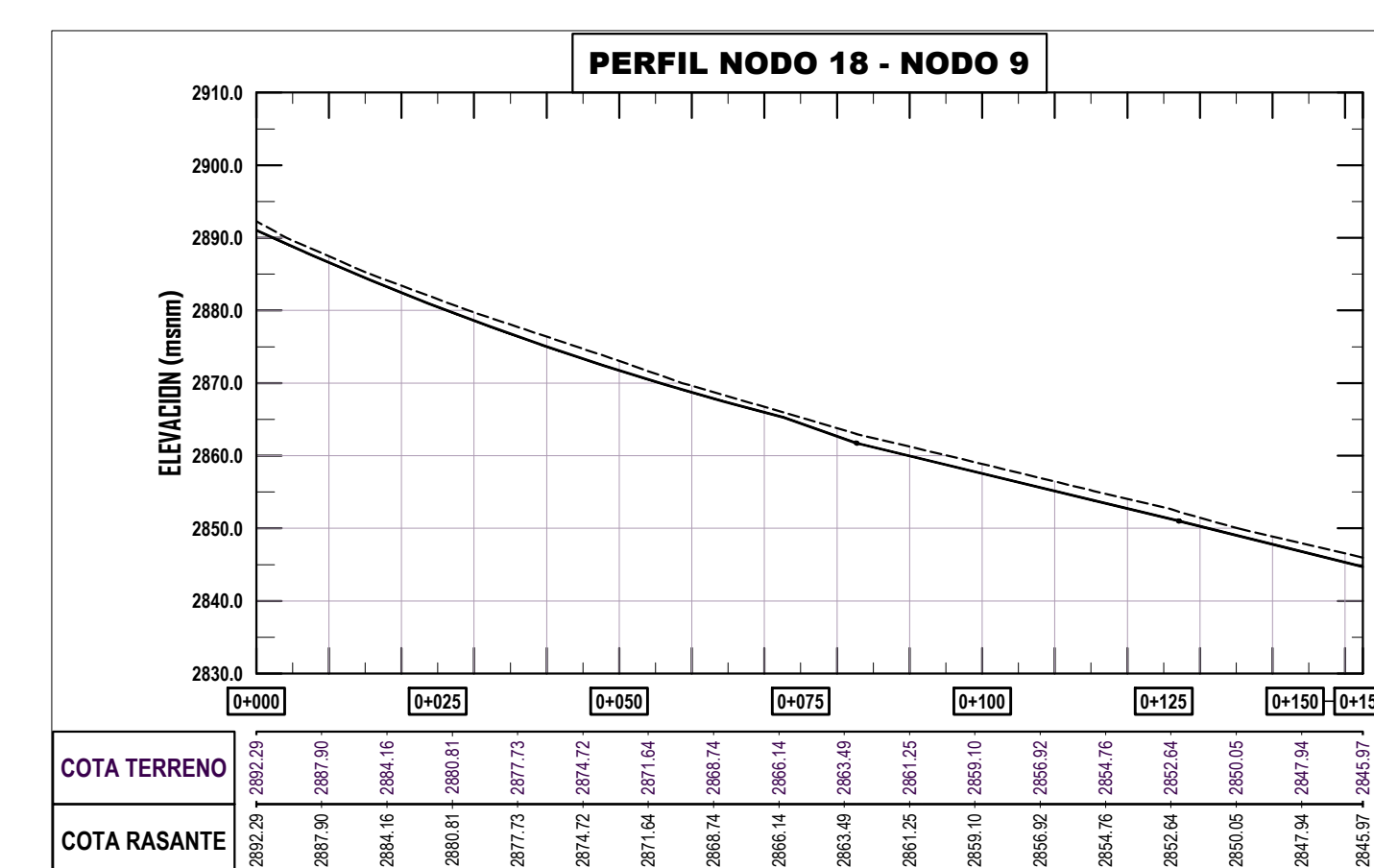
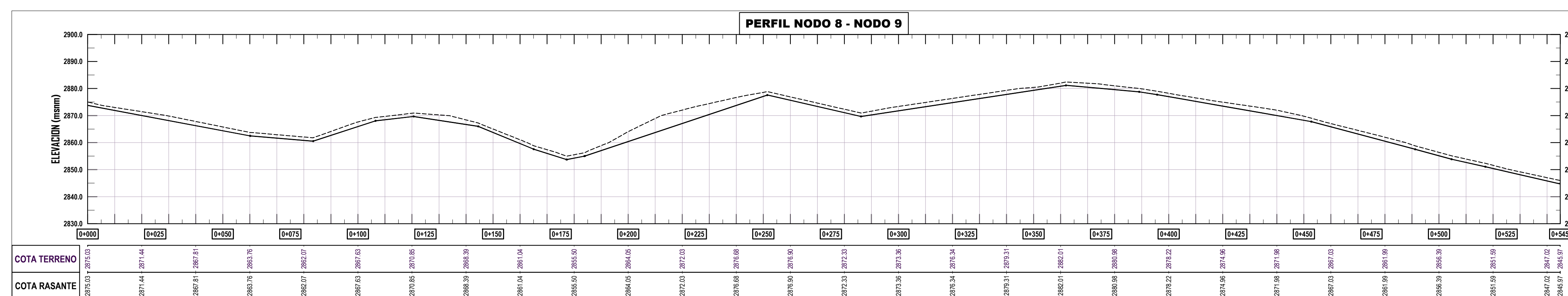
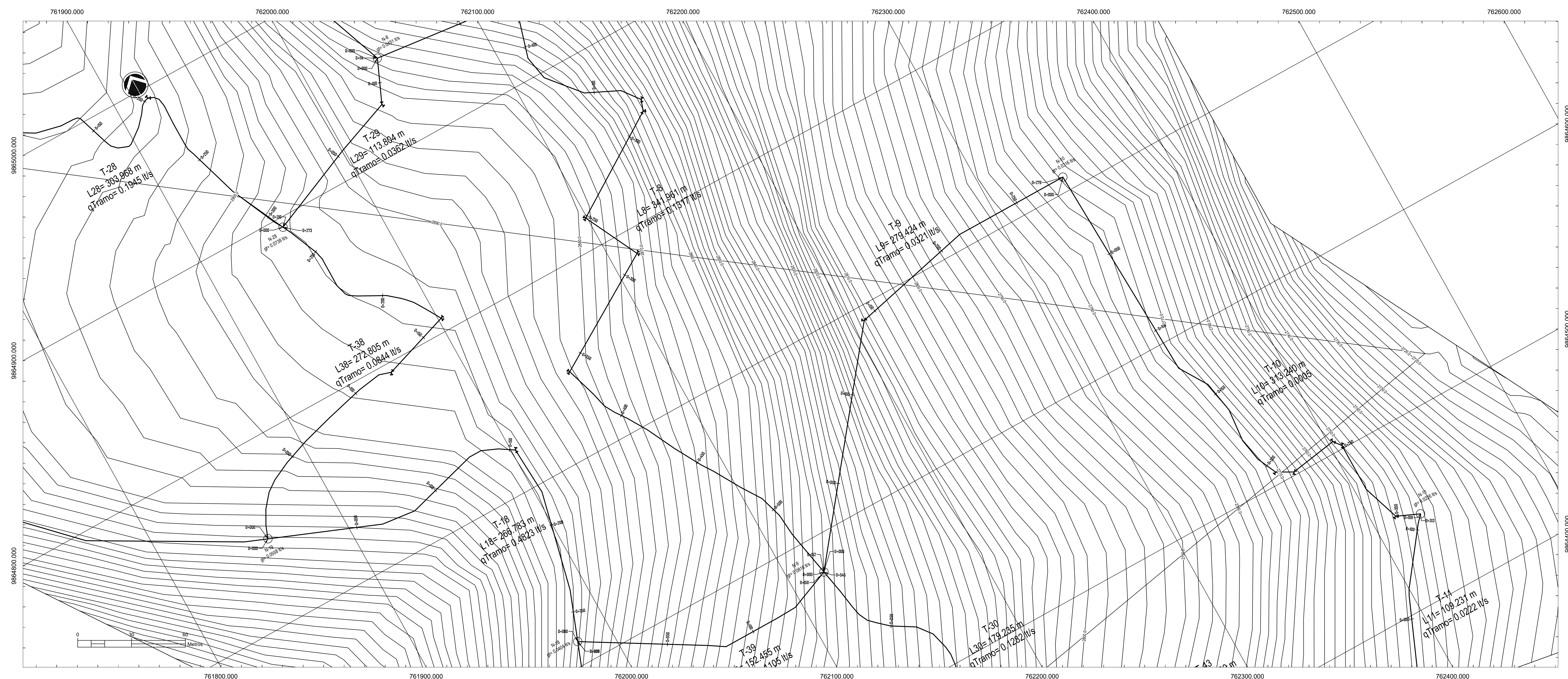
1:1000

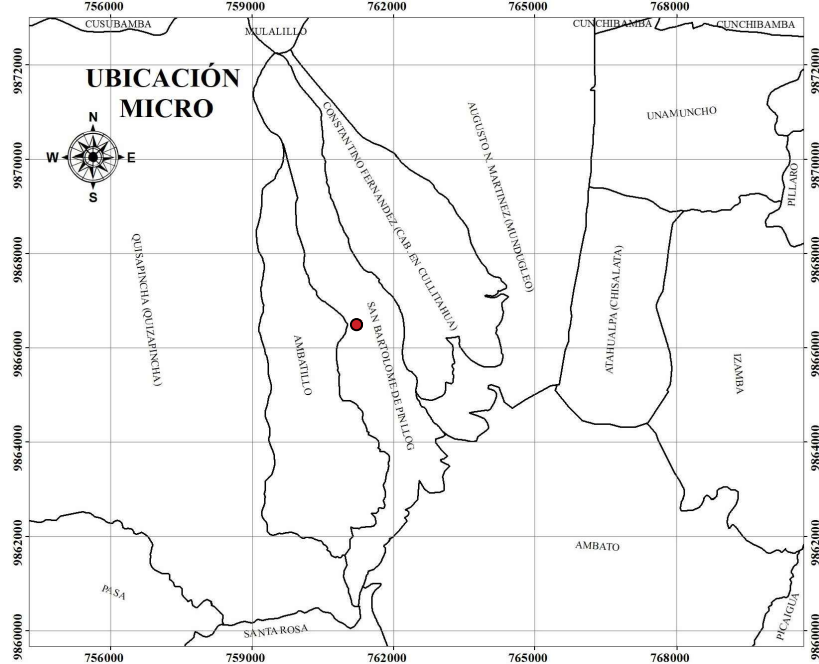
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Proyección Universal Transversal del
Mercator, UTM
Elipsoide y Datum Horizontal:
Sistema Geodésico Mundial WGS84
Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS
MAPAS

MAPAS
Zona 17 S
Google Maps
Google Earth





- SIMBOLOGÍA:
- Curva 10 m

— Curva 2 m

— Línea de conducción

— Terreno Natural

Tanque de Almacenamiento

Codos 90°

Codos 45°

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

- CONTIENE:
- Línea de Conducción en planta

— Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:
Provincia: Tungurahua
Cantón: Ambato
Sector: Lacón

LÁMINA:
6 de 7

Realizado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio
CI: 1500930639

Revisado por:

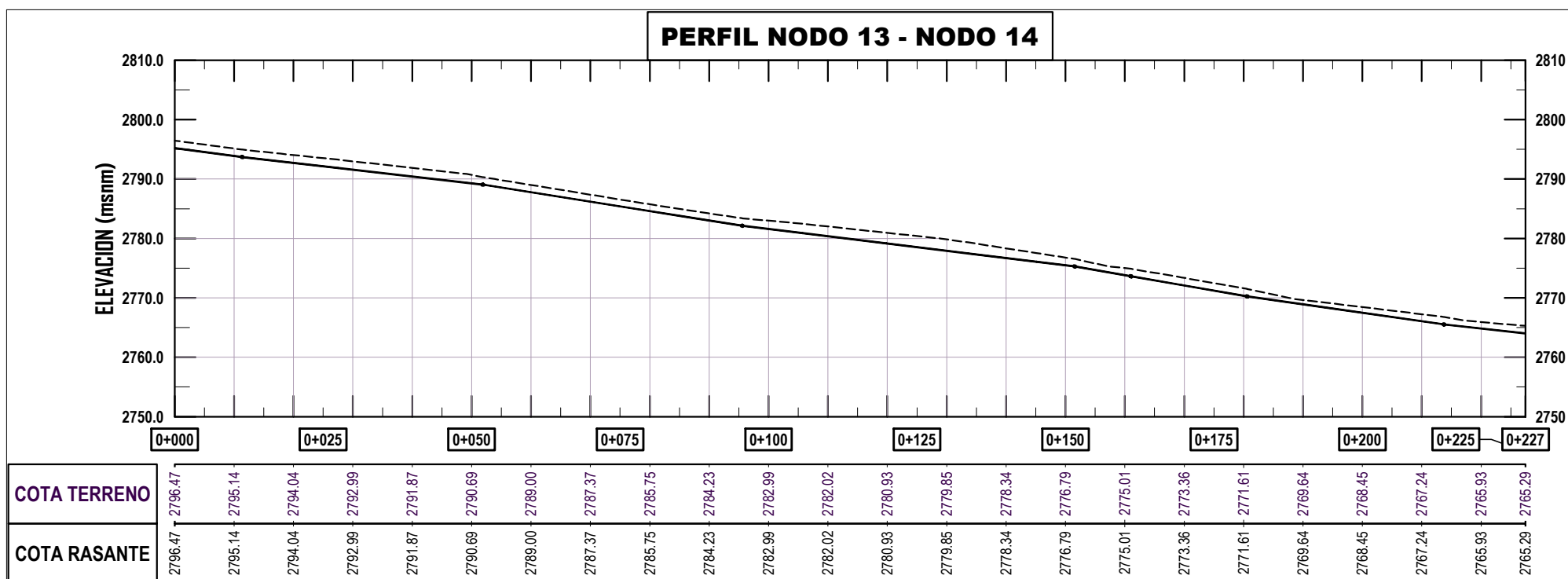
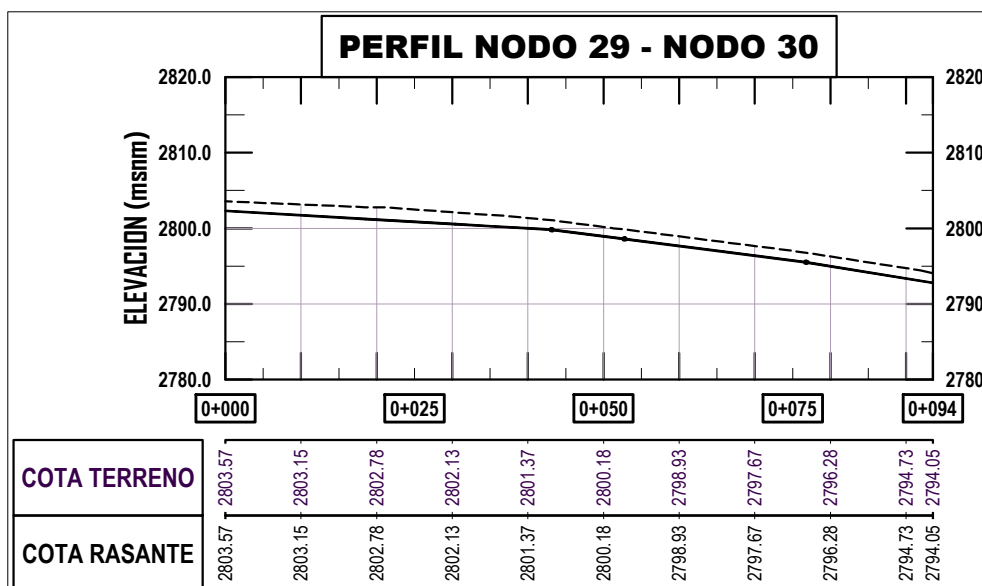
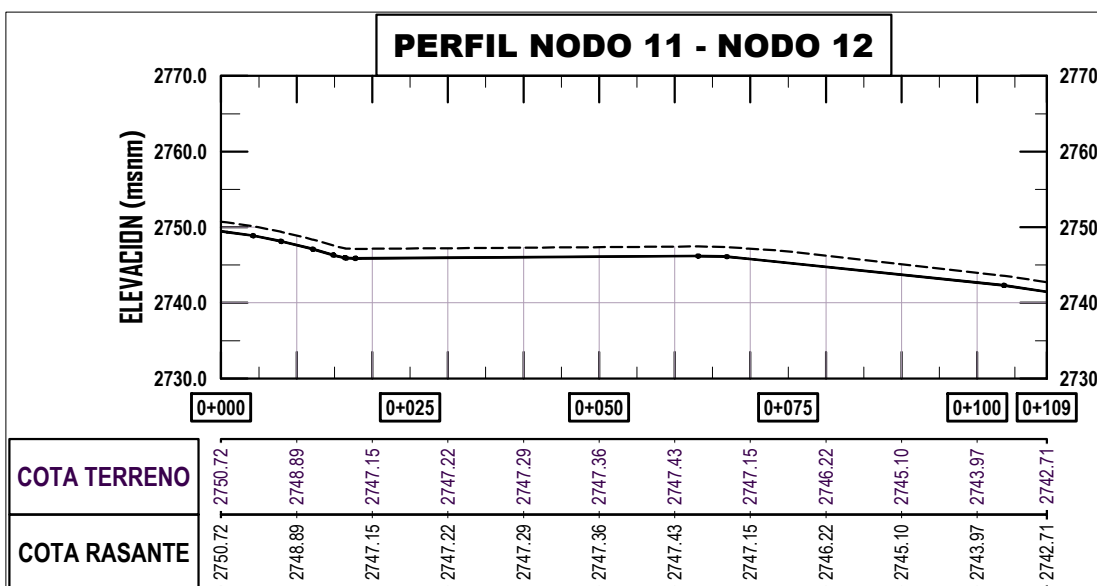
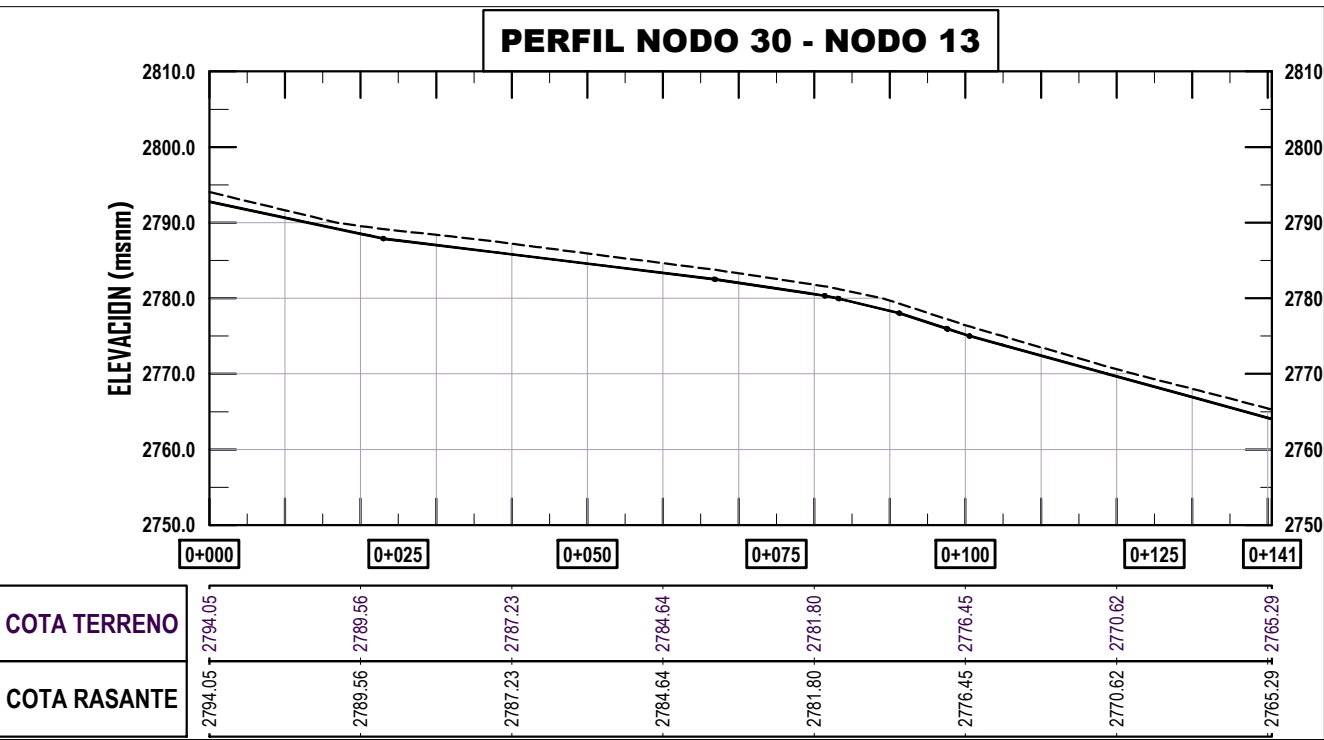
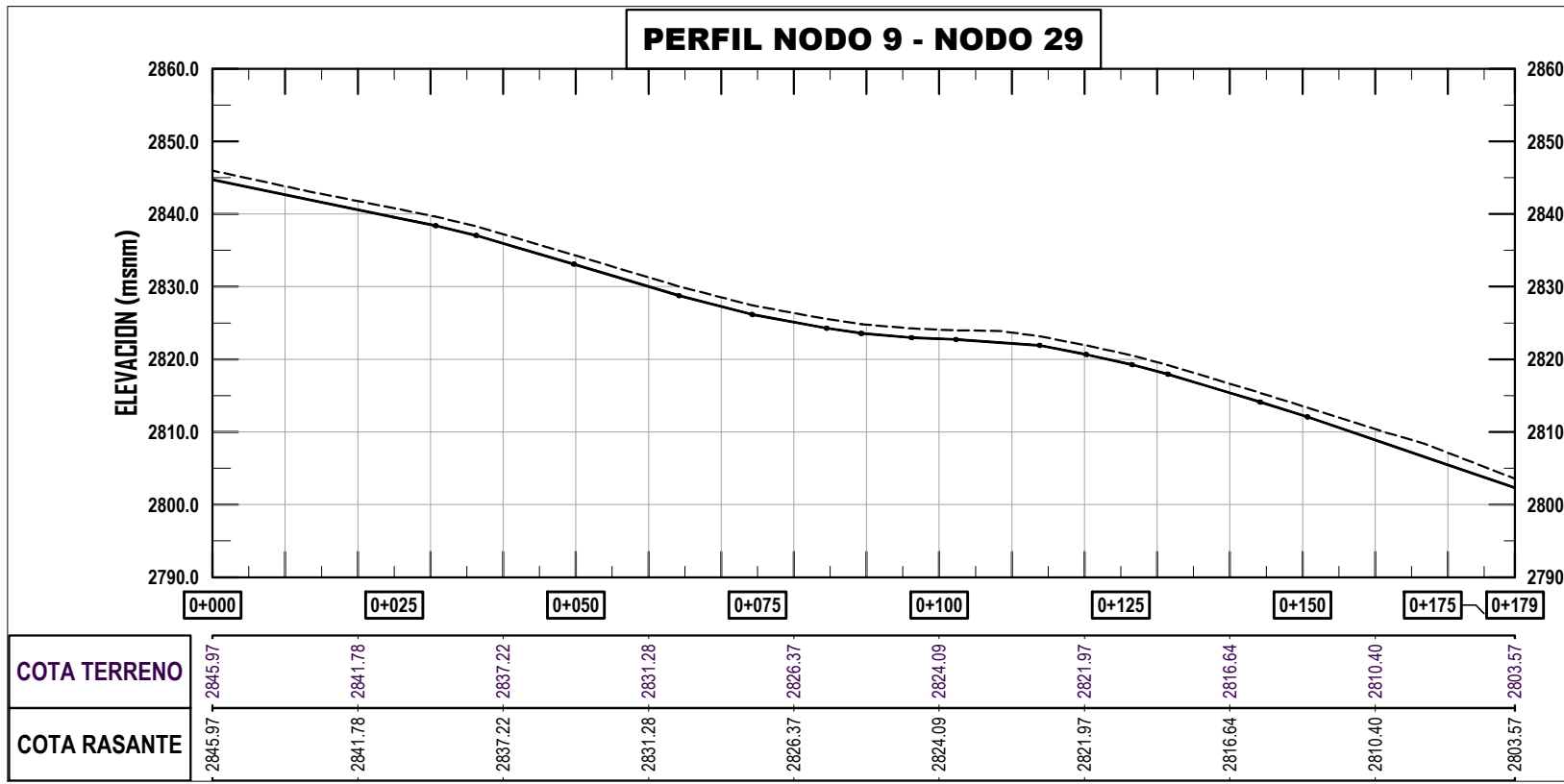
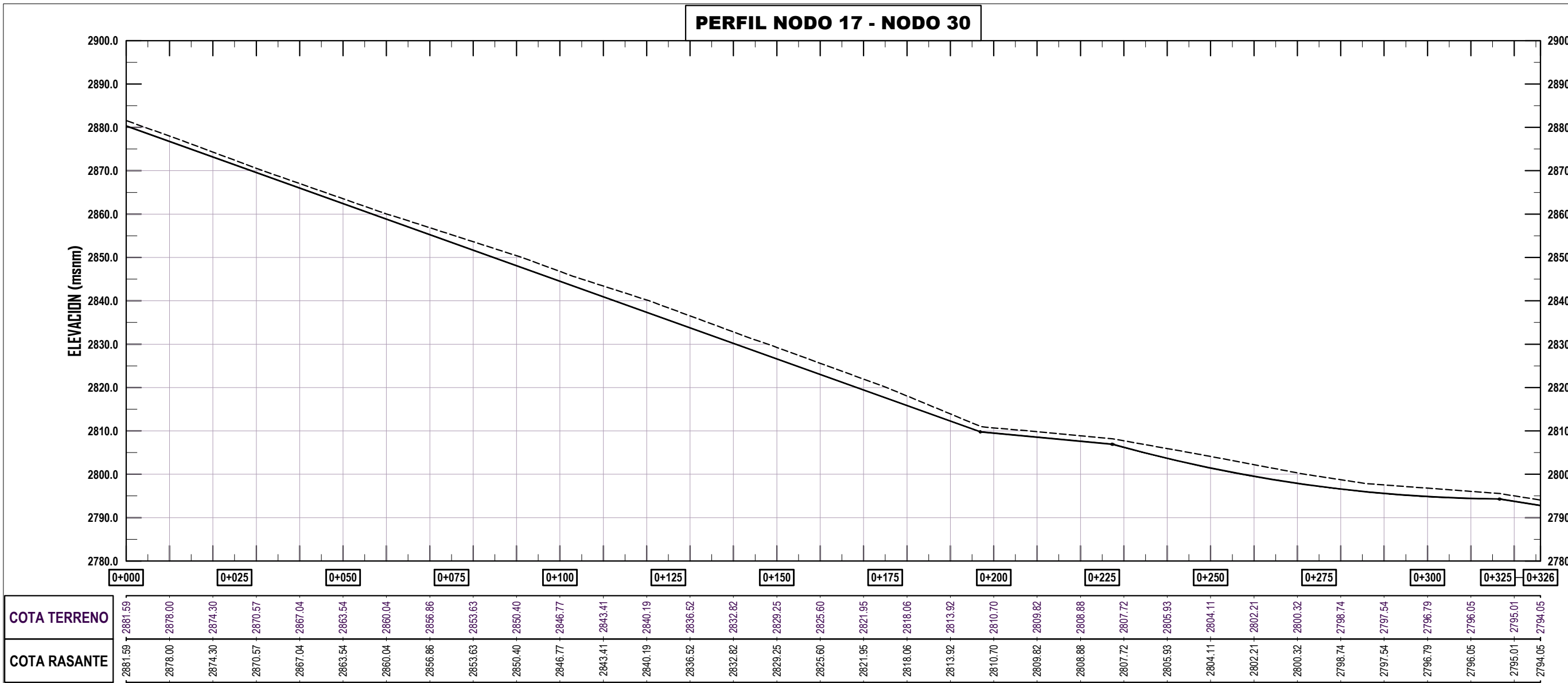
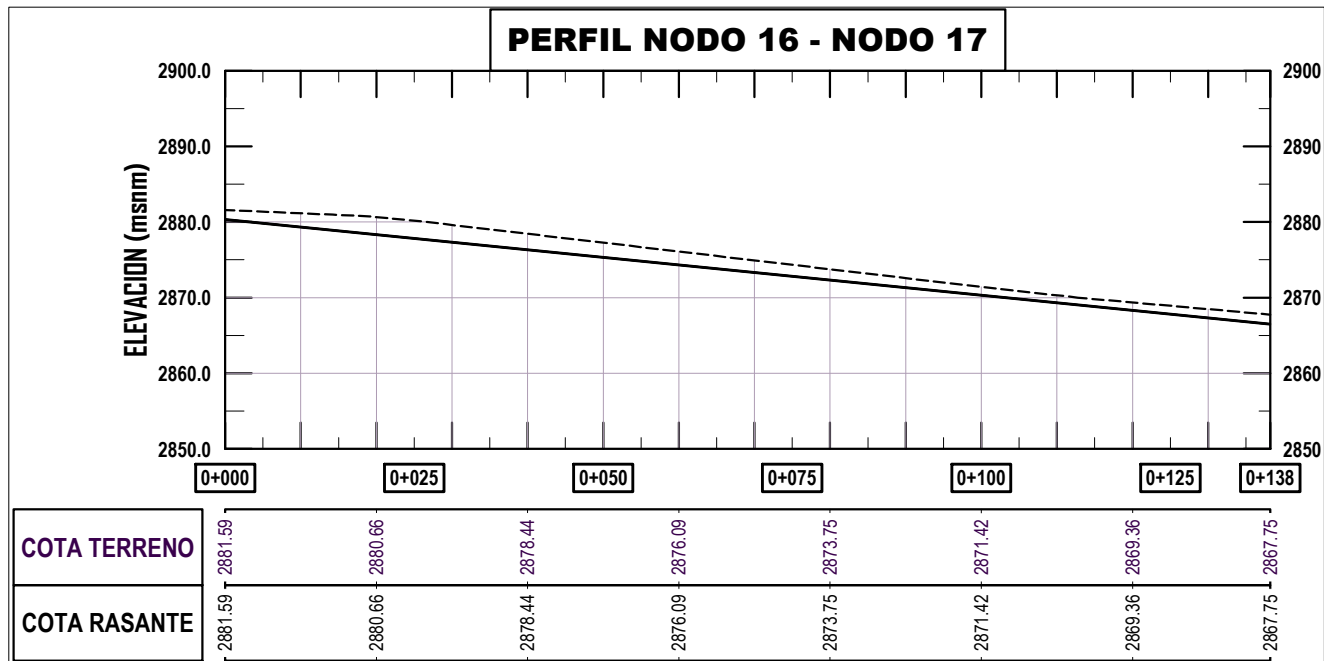
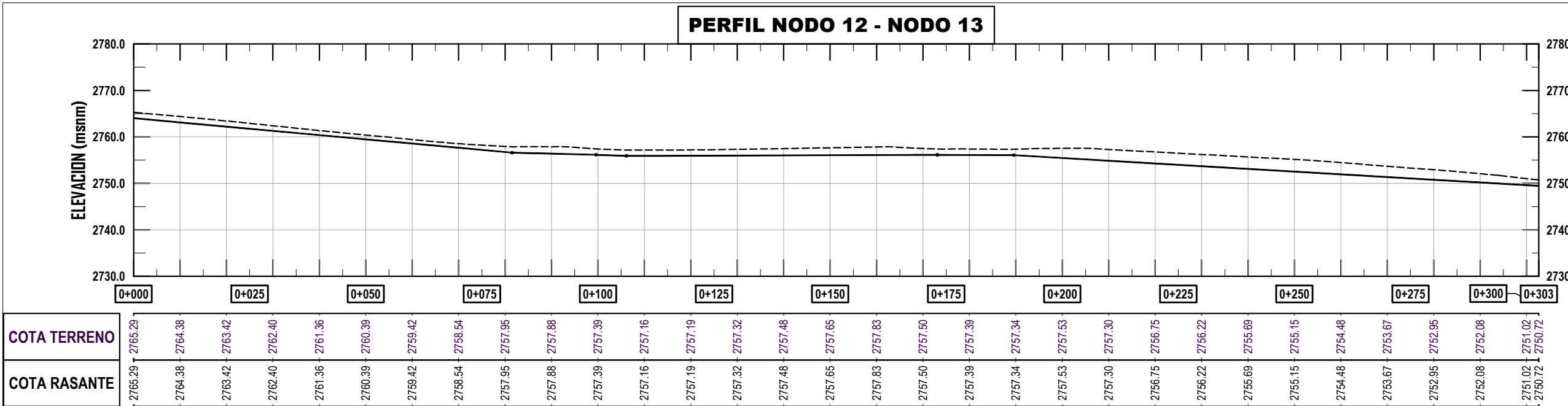
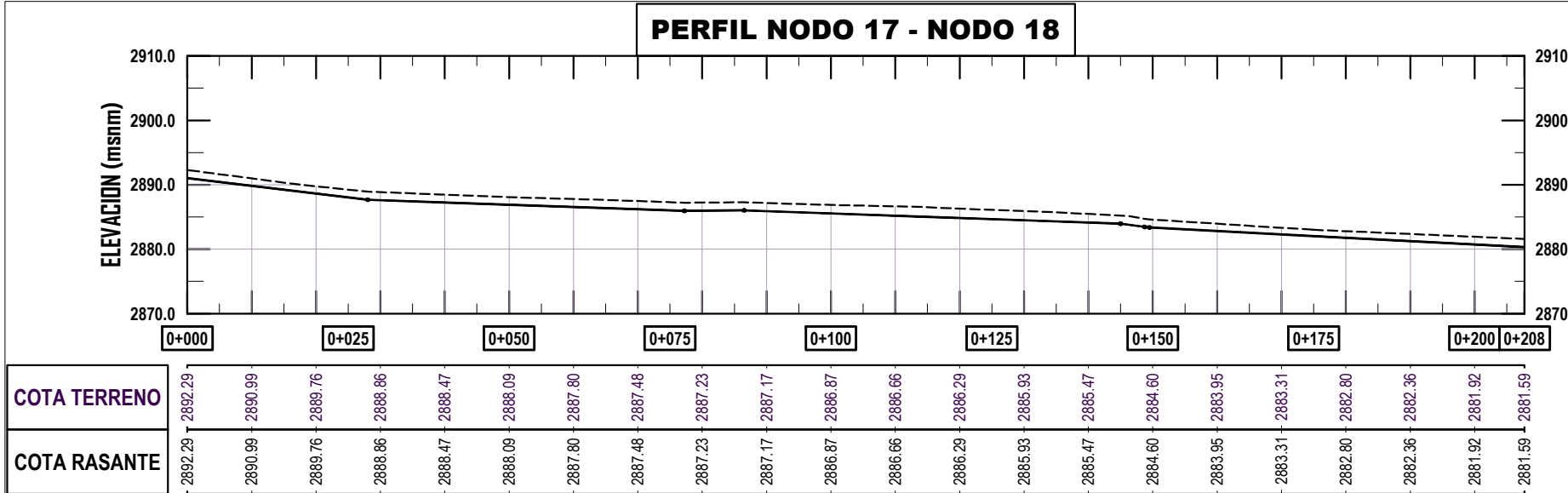
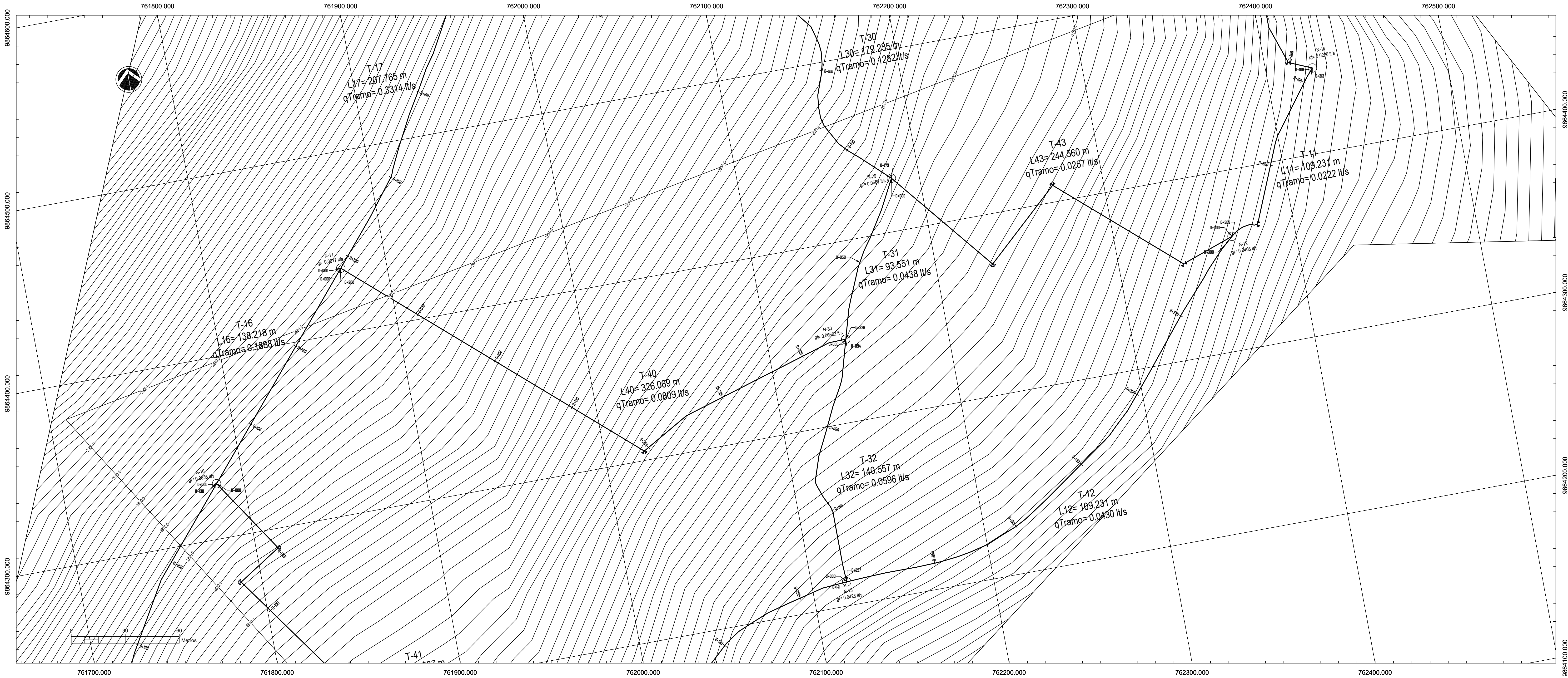
Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD.

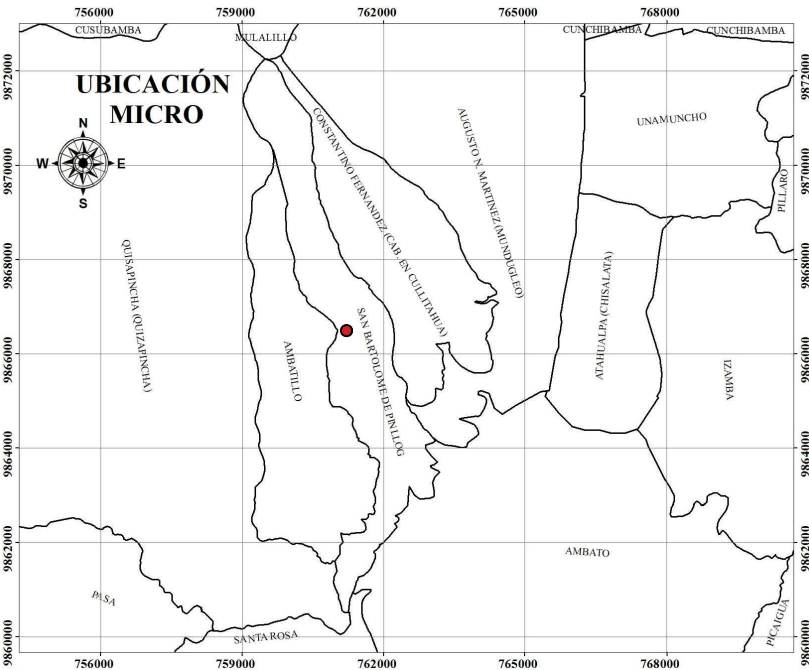
FECHA:
Enero / 2026

ESCALA:
1:1000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS
Proyección Universal Transversal del Mercator, UTM
Elipsoide y Datum Horizontal:
Sistema Geodésico Mundial WGS84
Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS
MAPAS
Zona 17 S
Google Maps
Google Earth





- SIMBOLOGÍA:
- Curva 10 m

—

Curva 2 m

—

Cota Topográfica

—

Línea de conducción

—

Terreno Natural
- Tanque de Almacenamiento
- Codos 90°
- Codos 45°

Proyecto:

DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA DEL CASERÍO LACÓN DE LA PARROQUIA SAN BARTOLOMÉ DE PINLLO, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA

- CONTIENE:
- Línea de Conducción en planta

— Perfil Longitudinal de la tubería

UBICACIÓN:

Provincia: Tungurahua

Cantón: Ambato

Sector: Lacón

LÁMINA:

7 de 7

Realizado por:

Juan Pablo Guerrero Acurio

CI: 1500930639

Revisado por:

Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, PhD.

FECHA:

Enero / 2026

ESCALA:

1:1000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Proyección Universal Transversal del Mercator, UTM

Elipsoide y Datum Horizontal: Sistema Geodésico Mundial WGS84

Altitud sobre el nivel del mar

REFERENCIAS MAPAS

Zona 17 S

Google Maps

Google Earth

