

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

AUTOR: Erick Joel Sangucho Quinaucho

TUTOR: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Agosto – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"**, elaborado por el Sr. Erick Joel Sangucho Quinaucho, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1850550946, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, agosto 2024



Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Erick Joel Sangucho Quinaucho**, con **C.I. 1850550946**, declaro que todos las actividades y contenidos expuestos en el desarrollo del presente Proyecto Técnico con el tema: **"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"**, así como también los análisis estadísticos, criterios, tablas, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2024



Erick Joel Sangucho Quinaucho

C.I. 1850550946

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso 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, agosto 2024



Erick Joel Sangucho Quinaucho

C.I. 1850550946

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Erick Joel Sangucho Quinaucho, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA".**

Ambato, agosto 2024

Para constancia firman:

Ing. Fabián Rodrigo Morales Fiallos, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

Ing. Fidel Alberto Castro Solorzano, Mg.
MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este proyecto técnico a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional y saber que siempre está conmigo en cada paso que doy.

A mis padres, Jaime y Margarita, quienes han sido mi más grande motivación y mi motor para seguir este largo camino, por demostrarme que cuento con ellos incondicionalmente en cualquier circunstancia. Definitivamente tener su apoyo me motiva a continuar a pesar cualquier adversidad.

A mi hermano y hermana, Kevin y Jennifer, quienes han compartido su vida conmigo, buscando siempre la manera de estar presente en cada momento y hacerme saber que siempre puedo contar con ellos, por sus consejos y oraciones.

A mi novia Evelin, quien estuvo con su apoyo incondicional desde inicios de mi carrera universitaria, por ayudarme en los momentos más difíciles, por escuchar mis dudas y temores, y por darme la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mi familia y amigos, por su apoyo inquebrantable y estar siempre dispuestos a ofrecerme sus palabras de aliento.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme salud y vida, además de proteger y bendecir a mi familia quienes son lo más importante en mi vida.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, por haberme cuidado desde la infancia, brindándome su apoyo en cada uno de mis proyectos, ya sea en el ámbito deportivo o académico. Me inculcaron los valores esenciales de la vida, enseñándome a apreciar tanto lo lujoso como lo sencillo, y me demostraron un amor inmenso. Agradezco enormemente los sacrificios que hicieron para permitirme llegar hasta este momento.

Quiero agradecer a Evelin, por su infinita paciencia y su apoyo incondicional a lo largo de mi trayectoria universitaria. Su ánimo constante me sostuvo en los momentos en que pensaba en rendirme. Gracias por confiar en mí, este logro es también tuyo, porque tú has sido mi motivación, mi inspiración y mi mejor aliada en este proyecto.

A mis sobrinos, Yuribeth y Elvis, por su cariño y brindarme un soporte de tranquilidad, por darme la motivación para salir adelante, por enseñarme lo que se siente tener a personas a las que siempre voy a querer cuidar.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Ambato, por compartir sus conocimientos y brindarme valiosos consejos, los cuales han sido esenciales para mi desarrollo como persona y en el ámbito profesional.

A mi tutora, Ing. Gabriela Peñafiel, mi principal colaboradora durante el proceso de ejecución del presente proyecto.

A mis compañeros y compañeras, por haber sido parte de mi vida estudiantil.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

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 TABLAS ..... **xii**
ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xiv**
RESUMEN EJECUTIVO ..... **xv**
ABSTRACT ..... **xvi**
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO **1**
A. Antecedentes Investigativos 1
B. Objetivos 5
1) Objetivo General 5
2) Objetivos Específicos 5
CAPITULO II.- METODOLOGÍA **6**
A. Materiales 6
B. Métodos 6
1) FASE 1: Preliminar 7
a) Recolección de la información general de la zona del proyecto 7
b) Recolección de información topográfica de la zona del proyecto 7
c) Muestreo poblacional 8
2) FASE 2: Evaluación de las condiciones actuales del sistema de distribución del agua potable 8
a) Evaluación física del SDAP 8
3) FASE 3: Determinación de los parámetros hidráulicos en la conducción, almacenamiento y distribución 8
a) Evaluación hidráulica del SDAP 8
b) Modelación del sistema de distribución de agua existente 11
c) Simulación Hidráulica 13

d) Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua 14
e) Diagnóstico del SDAP actual 14
4) FASE 4: Elaboración de una propuesta de optimización del SDAP 14
a) Parámetros de diseño 14
b) Diseño del tratamiento de desinfección del agua 18
c) Elaboración de Planos 19
d) Elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APUS) 20
e) Presupuesto referencial 20
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 21
A. FASE 1: Preliminar 21
1) Información general de la zona del proyecto 21
a) Ubicación geográfica del proyecto y delimitación de la zona del proyecto 21
b) Información topográfica de la zona del proyecto 22
c) Muestreo poblacional 23
d) Información general del sistema de distribución existente 25
B. FASE 2: Evaluación de las condiciones actuales del sistema de distribución del agua potable 27
1) Evaluación física 27
a) Evaluación física de los tanques de distribución 28
b) Evaluación física de tuberías 28
c) Evaluación física de acometidas 28
C. FASE 3: Determinación de los parámetros hidráulicos en la conducción, almacenamiento y distribución 29
1) Evaluación hidráulica 29
a) Evaluación en campo de presiones del SDAP existente 29
b) Evaluación del consumo del agua 31
2) Modelación del sistema de distribución de agua existente 33
a) Cálculos de los datos necesarios para la modelación hidráulica 34
3) Simulación hidráulica del SDAP existente 36
a) Simulación en estado estático 36
b) Simulación en estado dinámico 39
4) Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua 42
a) Muestra 1: Agua natural (vertiente) 43

b) Muestra 2: Agua natural (llegada al tanque reservorio) 43
c) Muestra 3: Agua (salida del tanque reservorio) 43
5) Evaluación de prácticas administrativas de la JAAP 44
a) Manejo de ingresos y egresos de la prestación del servicio 44
b) Métodos de operación y mantenimiento 44
6) Diagnóstico del SDAP actual 45
a) Deficiencias encontradas en el SDAP existente 45
b) Análisis de los problemas identificados y sus posibles causas 48
D. FASE 4: Elaboración de una propuesta de optimización del SDAP 48
1) Parámetros de diseño 48
a) Área del proyecto 48
b) Período de diseño 49
c) Tasa de Crecimiento Poblacional 50
d) Población de diseño 54
e) Dotación 55
f) Caudales de diseño 55
2) Diseño de las redes de distribución 56
a) Determinación de las demandas base 56
b) Revisión de la capacidad del tanque de almacenamiento existente 57
c) Dimensionamiento del sistema de distribución 58
d) Análisis hidráulico del sistema de distribución de agua potable 58
3) Diseño del tratamiento de desinfección del agua 65
a) Caudal para el tratamiento 65
b) Volumen de agua para el tratamiento 66
c) Dosificación necesaria de cloro 66
d) Cantidad de cloro 66
e) Cantidad de hipoclorito de calcio 66
f) Caudal de goteo de solución clorada a aplicar 67
g) Volumen del tanque clorador 67
h) Tiempo de recarga del tanque clorador 67
4) Procedimientos administrativos 67
5) Planos 68

6) Análisis de Precios Unitarios (APUS) 69
7) Presupuesto referencial 69
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 71
A. Conclusiones 71
B. Recomendaciones 73
C. MATERIALES DE REFERENCIA 74
A. Referencias Bibliográficas 74
B. Anexos 76

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CURVA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE CONSUMO HORARIO 9
TABLA II DOTACIONES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO . 12
TABLA III VIDA ÚTIL SUGERIDA PARA LOS ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE 15
TABLA IV CAUDALES NECESARIOS CONTRA INCENDIOS EN FUNCIÓN DE LOS HIDRANTES 18
TABLA V PUNTOS DE CONTROL 23
TABLA VI PREDIOS REGISTRADOS 25
TABLA VII LONGITUD DE TUBERÍA EXISTENTE 26
TABLA VIII REGISTRO DE PRESIONES EN ACOMETIDAS 29
TABLA IX REGISTRO DE PRESIONES EN CAMPO 30
TABLA X REGISTRO DE VOLÚMENES DE CONSUMO 32
TABLA XI POBLACIÓ FLOTANTE DE LA COMUNIDAD 34
TABLA XII CÁLCULO DE LAS DEMANDAS BASE POR NUDO DE LA RED 35
TABLA XIII ANÁLISIS ESTÁTICO DE VELOCIDADES DE LA RED EXISTENTE 37
TABLA XIV ANÁLISIS ESTÁTICO DE PRESIONES DE LA RED EXISTENTE 38
TABLA XV VALORES DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA DEL SECTOR 39
TABLA XVI ANÁLISIS DINÁMICO DE VELOCIDADES DE LA RED EXISTENTE 40
TABLA XVII ANÁLISIS DINÁMICO DE PRESIONES DE LA RED EXISTENTE 41
TABLA XVIII PARÁMETROS, MÉTODOS Y NORMA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS DEL AGUA 42
TABLA XIX ANÁLISIS DE POTABILIDAD DEL AGUA MUESTRA 1 43
TABLA XX ANÁLISIS DE POTABILIDAD DEL AGUA MUESTRA 2 43
TABLA XXI ANÁLISIS DE POTABILIDAD DEL AGUA MUESTRA 3 43
TABLA XXII ANÁLISIS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SISTEMA EXISTENTE 48
TABLA XXIII DIÁMETROS MÍNIMOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN LA POBLACIÓN 49
TABLA XXIV PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS .. 50

TABLA XXV TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL - MÉTODO ARITMÉTICO.....51
TABLA XXVI TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL – MÉTODO GEOMÉTRICO....52
TABLA XXVII TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL – MÉTODO EXPONENCIAL 53
TABLA XXVIII TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA TRES DISTINTOS MÉTODOS (ARITMÉTICO, GEOMÉTRICO Y EXPONENCIAL) 54
TABLA XXIX CÁLCULO DE LA POBLACIÓN ACTUAL 55
TABLA XXX DEMANDA BASE DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN 56
TABLA XXXI VOLUMEN DISPONIBLE VS VOLUMEN REQUERIDO 57
TABLA XXXII RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LOS NUDOS 59
TABLA XXXIII RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LAS TUBERÍAS.....61
TABLA XXXIV COEFICIENTES DE VARIACIÓN HORARIA PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES 62
TABLA XXXV ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS PRESIONES EN LOS NUDOS A LAS 9 A.M. 63
TABLA XXXVI ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS TUBERÍAS A LAS 9 A.M. 65
TABLA XXXVII PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS.....68
TABLA XXXVIII PRESUPUESTO REFERENCIAL.....69

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Ubicación de la comunidad Andahualo Alto San Isidro 21
Fig. 2. Ortofoto del área del proyecto y puntos de control 22
Fig. 3. Curvas de nivel de la superficie del proyecto 23
Fig. 4. Catastro del SDAP existente 26
Fig. 5. Patrón de variación de consumo horario 33
Fig. 6. Curva y coeficientes de variación de consumo horario 33
Fig. 7. Evaluación de velocidades de la red existente en modo estático 37
Fig. 8. Evaluación de presiones de la red existente en modo estático 38
Fig. 9. Evaluación de velocidades de la red existente en modo dinámico 40
Fig. 10. Evaluación de presiones de la red existente en modo dinámico 41
Fig. 11. Limpieza periódica del tanque 45
Fig. 12. Sobre presiones 45
Fig. 13. Fugas provocadas por sobre presiones 46
Fig. 14. Deterioro de los componentes de la red 47
Fig. 15. Carencias en los micromedidores 47
Fig. 16. Área del proyecto 49
Fig. 17. Tendencia Poblacional - Método Aritmético 51
Fig. 18. Tendencia Poblacional – Método Geométrico 52
Fig. 19. Tendencia Poblacional – Método Exponencial 54
Fig. 20. Dimensionamiento de la red 58
Fig. 21. Gráfico de control de presiones a las 12 pm (hora pico) 58
Fig. 22. Análisis estático de presiones del sistema 59
Fig. 23. Análisis estático de velocidades 60
Fig. 24. Curva de consumo típico de pequeñas comunidades 62
Fig. 25. Análisis dinámico de presiones de la Red a las 9 A.M 63
Fig. 26. Análisis dinámico de velocidades de la Red las 9 A.M. 64

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad el sistema no proporciona un servicio de calidad, continuidad y eficiencia, debido a que lleva operando por 29 años y se encuentra en el límite de su vida útil, con el propósito de optimizar el sistema se realiza esta investigación.

Se inició con un levantamiento topográfico, empleando la técnica de la fotogrametría, se efectuaron visitas técnicas en campo, en donde se realizó la evaluación física del estado de los componentes del sistema. Posteriormente, se desarrolló la evaluación hidráulica en donde con la ayuda de un manómetro se conoció las presiones en las diferentes acometidas y se modeló el sistema con la ayuda de un software de simulación hidráulica tanto en condiciones estáticas como dinámicas. Después de analizar las deficiencias, se concluyó que es necesario una propuesta de rediseño. Se realizó la propuesta de rediseño del sistema que está constituido por una red de tuberías de 5.11km para un periodo de diseño de 25 años y abarcan un área de 86.60ha de superficie. El diseño se efectuó bajo modelación estática y dinámica en las condiciones más críticas, partiendo de parámetros de diseño que cumplen con la normativa nacional para el sector rural.

Como resultado el proyecto contiene matrices de evaluación, memoria de cálculo, planos de la red, implementación de válvulas reductoras de presión y un sistema de desinfección del agua, junto con un análisis técnico económico que incluye un presupuesto referencial para la ejecución del proyecto.

Palabras claves: Sistema de distribución, agua potable, optimización, evaluación hidráulica, periodo de diseño, parámetros de diseño, presupuesto referencial.

ABSTRACT

At present the system does not provide a service of quality, continuity and efficiency, because it has been operating for 29 years and is at the limit of its useful life, in order to optimize the system this research is carried out.

It began with a topographic survey, using the photogrammetry technique, technical visits were made in the field, where the physical evaluation of the state of the components of the system was carried out. Subsequently, the hydraulic evaluation was developed where, with the help of a pressure gauge, the pressures in the different connections were known and the system was modeled with the help of hydraulic simulation software in both static and dynamic conditions. After analyzing the deficiencies, it was concluded that a redesign proposal is necessary. A proposal was made to redesign the system, which is made up of a 5.11km pipeline network for a design period of 25 years and covers an area of 86.60ha of surface. The design was carried out under static and dynamic modeling in the most critical conditions, based on design parameters that comply with national regulations for the rural sector.

As a result, the project contains evaluation matrices, calculation report, network plans, implementation of pressure-reducing valves and a water disinfection system, along with a technical economic analysis that includes a referential budget for the execution of the project.

Key words: Distribution system, drinking water, optimization, hydraulic evaluation, design period, design parameters, reference budget.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes Investigativos

La demanda del agua potable crece con en el transcurso del tiempo y el aumento de la población. Este recurso es muy importante para la supervivencia del ser humano. En [1], se indica que es imprescindible consumir aproximadamente 2 litros de agua al día, aunque esta cantidad puede incrementarse significativamente en zonas de clima caluroso o durante la práctica de ejercicios físicos intensos. El agua es fundamental para la absorción de los nutrientes y la eliminación de residuos del cuerpo. Todos los organismos poseen niveles elevados de agua, siendo que en los humanos este porcentaje se sitúa alrededor del 70%.

Uno de los desafíos que enfrentan las zonas limitadas es la provisión eficaz de servicios urbanos, como el suministro de agua potable, la gestión de residuos y el transporte público. En [2], se menciona estos servicios junto con sus modalidades de gestión. La protección del medio ambiente en la actualidad, la cobertura insuficiente de dichos servicios, la falta de calidad y cantidad, y los impactos ambientales, así como la escasez de recursos financieros para abordar las necesidades derivadas del desarrollo urbano-industrial, son algunos de los problemas identificados.

En [3], se manifiesta que el acceso insuficiente al agua, saneamiento e higiene sigue siendo un factor crítico que contribuye a la mortalidad y enfermedades en la infancia y adolescencia. En la región de América Latina y el Caribe, casi el 95% de la población cuenta con una fuente mejorada de agua. No obstante, esto no garantiza que se cumplan los estándares establecidos, para considerarla como agua gestionada de manera segura. Además de provenir de fuentes seguras, el agua debe estar siempre disponible en los hogares y ser libre de contaminación, tanto fecal como química.

Asimismo, en [3] se señala que la meta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), es alcanzar un acceso universal y equitativo al agua potable, con tarifas accesibles para toda la población. El acceso universal no se limita solo a los hogares o a considerar a la población como unidad de análisis, sino que también abarca otros lugares habitados por las personas, como escuelas, lugares de trabajo y espacios públicos, contemplando distintos grupos, especialmente aquellos que se identifican como rezagados en el desarrollo y considerando que las tarifas de agua potable no debe constituir un obstáculo para acceder a este recurso ni evitar que las personas satisfagan una necesidad esencial y un derecho humano fundamental. Por tanto, es crucial disponer de datos sobre la calidad del agua en las encuestas domiciliarias, ya que permite relacionar esta

información con variables sociodemográficas y geográficas. Sin embargo, en Ecuador, la información disponible actualmente se concentra únicamente en el ámbito doméstico.

En el mismo estudio [3] se explica que, en colaboración con el programa de monitoreo de agua y saneamiento de la OMS y UNICEF, el equipo del programa de encuestas MICS (Multiple Indicator Cluster Survey) ha creado un nuevo módulo sobre calidad del agua que incluye una prueba para detectar la presencia de E.coli, un indicador de contaminación fecal. Mediante esta prueba, los equipos de campo pueden identificar a las familias que consumen agua contaminada. Este módulo, que ya se ha implementado en 10 países a nivel mundial y en dos países de la región de América Latina y el Caribe. Paraguay y Ecuador, demuestra que incluir un módulo de calidad del agua en una encuesta domiciliaria es una forma rentable de obtener información representativa, con la ventaja adicional de que estos datos pueden vincularse con información socioeconómica como los quintiles de riqueza.

Por otro lado, en [4] se señala que el suministro de agua ha experimentado un deterioro debido a la contaminación generada por actividades humanas. Específicamente, los desechos industriales, domésticos y agrícolas han transformado lagos y ríos en vertederos. Además, prácticas inadecuadas de riego han disminuido la fertilidad del suelo y como consecuencia, la producción de alimentos. Por otro lado, aunque el consumo per cápita de agua ha aumentado, investigaciones indican que el 80% de las enfermedades y el 33% de las muertes en países en desarrollo están relacionadas con la deficiente de la calidad del agua.

La importancia de la calidad del agua radica en mejorar las condiciones de vida de las personas. En [5] se indica que los Índices de Calidad del Agua (ICA) ayudan y facilitan a determinar la calidad para el consumo del agua potable. Han sido ampliamente reconocidos en investigaciones relacionadas con las aguas subterráneas y superficiales. Sin embargo, las evaluaciones llevadas a cabo han generado debates, ya que en muchas ocasiones se emplean criterios que no se adaptan o no coinciden con las particularidades buscadas en cada región. La metodología se basa en porcentajes que representan el grado de pureza del agua, teniendo en cuenta su nivel de contaminación. De este modo, el agua completamente contaminada tiene un valor cercano a cero, mientras que el agua en óptimas condiciones alcanza un valor de 100. Tras calcular los valores del ICA, es posible categorizar la muestra de agua como no contaminada, apta para el consumo, ligeramente contaminada o altamente contaminada.

La extensión del tratamiento del agua dependerá de su calidad inicial. A pesar de los esfuerzos de tratamiento, es posible que algunas sustancias no puedan ser eliminadas por completo, o que solo se eliminen parcialmente. En [6], se destaca que estas sustancias pueden incluir sodio, nitratos y ciertos tipos de pesticidas. Antes de la desinfección, el agua atraviesa una serie de tratamientos físicos y químicos. La filtración se utiliza para eliminar partículas sólidas como arena y algas, la floculación se emplea para unir partículas sólidas en grupos más grandes, que luego pueden ser eliminadas por filtración, la coagulación ayuda a desestabilizar partículas sólidas para facilitar su eliminación por filtración y finalmente, la desinfección se lleva a cabo para eliminar microorganismos patógenos como bacterias y virus.

Cabe mencionar que los sistemas de abastecimiento de agua potable rural de las comunidades son las que presentan en mayor cantidad, limitaciones para su potabilidad como la realización de muestreos solo una vez al mes, con restricciones presupuestarias y falta de supervisión continua. En [7] se propone, un sistema de monitoreo y análisis en tiempo real de las principales variables que afectan la calidad del agua potable de las comunidades rurales. Se sugiere un sistema económico que proporciona información de manera oportuna. Para ello, se consideran las variables clave que influyen en la calidad del agua potable, se seleccionan sensores apropiados, se establece un sistema de comunicación, se desarrolla un sensor virtual microbiológico basado en inteligencia artificial, se implementa el procesamiento de datos en la nube y se verifica la efectividad del sistema mediante un prototipo. Los sensores utilizados incluyen medidas de pH, conductividad, turbidez, sólidos disueltos totales (TDS), temperatura y potencial de reducción de la oxidación (ORP). Sin embargo y una alternativa para el análisis microbiológico.

En [8], se señala que el nivel de pH es un factor crucial, puede indicar la presencia o ausencia de nutrientes y niveles de toxicidad en una muestra. Se considera recomendable que el pH se sitúe alrededor de 6,5. Cuando el pH es bajo, existe la posibilidad de que se incremente la corrosión de los tubos de acero. Por otro lado, la dureza total del agua se determina mediante la suma de la concentración de iones polivalentes, y su medición se realiza mediante valoraciones complejo-métricas a un pH cercano a 10 en un medio amoniacal.

Por otro lado, en [9] se indica que el propósito de un sistema de suministro de agua potable es ofrecer un servicio eficaz, asegurando la calidad, cantidad y continuidad del agua. Para esto el agua debe cumplir con los estándares establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), que determina la cantidad de sales minerales disueltas que el agua debe contener para ser

considerada potable. Para desarrollar un proyecto de este tipo, es crucial generar diversas alternativas, identificar las obras necesarias para cada una de ellas, y llevar a cabo un análisis exhaustivo para seleccionar la opción más adecuada. Este análisis debe tener en cuenta criterios de eficiencia, viabilidad constructiva, operativa, impacto social y económico.

Los sistemas de suministro de agua potable incluyen una variedad de elementos para la captación, transporte, tratamiento, desinfección, regulación y distribución del agua potable. Se planifican y construyen estructuras específicas para cada uno de estos componentes con el fin de lograr sus respectivos objetivos de manera efectiva y satisfactoria [10].

La corrosión e incrustación dañan los sistemas de distribución, provocando perforaciones y bloqueos en las tuberías debido a las propiedades fisicoquímicas del agua y a las interacciones con los materiales de las tuberías. La formación de biopelículas puede agravar la corrosión al crear un entorno propicio para reacciones químicas. Factores como alcalinidad, pH y residuos de desinfectantes son cruciales en este proceso corrosivo. En [11] se sustenta que, para proteger las tuberías contra incrustaciones, se puede dar al agua una naturaleza ligeramente incrustante para formar una capa protectora en las paredes sin obstruir las tuberías. Ajustando el pH y la alcalinidad, se garantiza la integridad de la red, logrando un valor adecuado de este índice para un agua con características ligeramente incrustantes.

En resumen, la finalidad del presente proyecto radica en satisfacer las necesidades de la población en cuanto a mejorar la calidad de vida, mediante la realización de estudios de mejoramiento para garantizar el suministro de agua potable. La comunidad Andahualo Alto San Isidro se encuentra ubicada en la Parroquia San Andrés, Cantón Píllaro, Provincia Tungurahua, cuenta con su propio sistema de distribución de agua potable, gestionada por la Junta Administradora de Agua Potable y Saneamiento Píllaro Alto, la cual abastece a un aproximado de 137 usuarios. En la actualidad el sistema de distribución de agua potable ha ido presentando deterioros a lo largo de su vida útil, debido a la falta de mantenimiento, crecimiento poblacional y el deficiente tratamiento del agua. Se ha evaluado el sistema de distribución de agua potable existente y también se llevó a cabo una propuesta para rediseñar la red, de acuerdo con los estándares nacionales de diseño. Para lograrlo, se inició con la recopilación de información en campo sobre la situación actual de la red y la población objeto de estudio. De este modo, buscó disminuir la propagación de enfermedades asociadas con la carencia de servicios de saneamiento.

B. Objetivos

1) Objetivo General

Optimizar el sistema de distribución de agua potable, de la comunidad Andahualo Alto San Isidro, Parroquia San Andrés, Cantón Píllaro, provincia Tungurahua.

2) Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Determinar los parámetros hidráulicos en la conducción, almacenamiento y distribución.
- Elaborar una propuesta de optimización del sistema en caso de ser necesario.

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

El presente proyecto técnico se llevó a cabo en cuatro fases con el fin de alcanzar de manera precisa los objetivos establecidos.

A. Materiales

A continuación, se detallan los materiales y equipos utilizados excluyendo los que se clasifican como herramienta menor.

Para la fase preliminar, se utilizó un GPS (Garmin GPSMAP 64st) para delimitar la zona de estudio. También se utilizó un drone (DJI MAVIC AIR 2S) y un GPS de precisión RTK (GNSS RTK HI-TARGET V200) para obtener la información topográfica de la zona de estudio.

En el cumplimiento de la segunda fase, se empleó un GPS (Garmin GPSMAP 64st) para georreferenciar los elementos principales del Sistema de Distribución de Agua Potable. Mediante los cuales se evaluó las condiciones actuales del SDAP.

Posteriormente para el cumplimiento de la tercera fase, se utilizó un manómetro de presión (0-10Bar 1/4" Pg-S50R) con el cual se conoció las presiones del agua potable que llegan a las diferentes acometidas. Además, se utilizó un computador portátil (ASUSVivoBook core i7), en donde se modeló el SDAP existente con la ayuda de un software Ingenieril de modelación hidráulica. Para conocer los parámetros hidráulicos en la conducción, almacenamiento y distribución del sistema.

Para dar finalidad a este proyecto técnico en el cumplimiento de la cuarta fase, se empleó un computador portátil (ASUSVivoBook core i7), en el cual se realizó una propuesta de optimización del agua potable en beneficio de la comunidad.

B. Métodos

Para el desarrollo de este proyecto técnico es esencial considerar diferentes tipos de investigación, como la exploratoria, analítica y descriptiva, así como las modalidades de investigación de campo y documental, que ayuden a solucionar los problemas presentes en el SDAP del sector. Por lo que, el trabajo de campo y la investigación analítica son las metodologías principales por emplear.

Se efectuó en cuatro fases, se inició con la fase preliminar en la cual se recolectó información del sector y de la población, en la segunda fase se evaluó las condiciones actuales del sistema abastecimiento de agua potable, para la tercera fase se determinó los parámetros hidráulicos

en la conducción, almacenamiento y distribución. Finalmente, en la cuarta fase se elaboró una propuesta de optimización del SDAP. Las fases muestran el procedimiento de trabajo de forma ordenada y concisa, como se describen a continuación.

1) FASE 1: Preliminar

En la fase preliminar se utilizó la investigación exploratoria con la modalidad de campo y documental, en donde se recolectó información del sector, topografía y población.

a) Recolección de la información general de la zona del proyecto

Se inicio con la exploración de la zona para establecer sus límites y recopilar las características específicas, documentación e información relevante antes de realizar el levantamiento topográfico. Esta información inicial incluyó detalles como: ubicación geográfica y delimitación de la zona del proyecto, características del relieve y factores climáticos, Infraestructura y servicios existentes y datos de la población.

b) Recolección de información topográfica de la zona del proyecto

Para obtener información sobre las características del terreno, se llevó a cabo un levantamiento topográfico utilizando el método de la fotogrametría. Este método implicó el uso de un dron y un GPS de precisión (RTK), el cual incluyó una ortofoto del área. Para iniciar el levantamiento topográfico, se identificó y delimito el área del proyecto, se trazó un polígono del área de estudio con la ayuda de un software ingenieril, se planifico el plan de vuelo del dron siguiendo el polígono generado y se seleccionó puntos de control distribuidos estratégicamente en la zona del proyecto.

- **Procedimiento en campo**

Se ubicó un punto elevado que permitiera el vuelo continuo del dron y su retorno sin dificultades para el cambio de batería, se instaló la antena base del RTK con el trípode con plato nivelante y plomada óptica, se identificó con pintura los puntos de control seleccionados, se georreferenció los puntos de control con la antena móvil y el bastón telescópico. Finalmente se ejecutó el vuelo del dron.

- **Análisis de datos y generación de la topografía digital**

Se generó una ortofoto completa a partir de las imágenes capturadas por el dron, se realizó un barrido para eliminar todos los elementos no relacionados a la topografía natural del terreno, Luego se generó curvas de nivel de la zona con la ayuda del software Civil 3D, se georreferencio

la ortofoto empleando los puntos de control y se integró las curvas nivel para la creación de la superficie.

c) Muestreo poblacional

Considerando la importancia de determinar la cantidad de habitantes y posibles usuarios del sistema de distribución en la zona, se llevaron a cabo encuestas socioeconómicas y de la calidad del servicio del agua potable. A través de la información obtenida, se identificó las áreas desatendidas y necesidades específicas que puedan existir.

2) FASE 2: Evaluación de las condiciones actuales del sistema de distribución del agua potable

Se empleó la investigación exploratoria con la modalidad de campo y documental, en la cual se realizó visitas a las instalaciones para recopilar información sobre los tanques de almacenamiento, la condición de la red de distribución y sus componentes. En [12] se presenta una guía general para evaluar sistemas de agua potable, abordando aspectos físicos, hidráulicos, eficiencia del tratamiento, y aspectos administrativos de operación y mantenimiento.

a) Evaluación física del SDAP

Se efectuó visitas de campo con el propósito de recopilar y describir información acerca del estado actual de los tanques de distribución, así como de las tuberías primarias y secundarias, las válvulas y los accesorios que constituyen el sistema de distribución de agua potable. Además de estas observaciones, se realizó excavaciones en diversos puntos para examinar las características de las tuberías y accesorios utilizados para el transporte del agua.

3) FASE 3: Determinación de los parámetros hidráulicos en la conducción, almacenamiento y distribución

Para la tercera fase se empleó la investigación analítica y exploratoria con modalidad de campo y documental, en donde se tomó medidas de presiones del agua potable en las acometidas y mediciones del consumo en el tanque de distribución. Para luego, tabular y examinar los datos recopilados en campo.

Para la medición de los parámetros hidráulicos se deberán tener los equipos de medición calibrados y en buenas condiciones de uso [13].

a) Evaluación hidráulica del SDAP

En [13] se presenta diversas pautas para evaluar los sistemas de abastecimiento existentes con el fin de implementar mejoras.

- **Evaluación en campo de presiones del SDAP existente**

Se empleó un manómetro para obtener datos sobre las distintas presiones presentes en las acometidas del sistema de distribución. Esta herramienta se utilizó para medir y registrar las variaciones de presión en las diferentes partes del sistema.

- **Evaluación de la curva de variación de la demanda de agua**

La evaluación de la demanda de agua potable es crucial en la planificación y diseño de SDAP, ya que afecta la selección de infraestructura y la cantidad de agua a suministrar, lo que incide en la calidad del servicio.

Para calcular la demanda de agua potable, se necesitó obtener la curva de variación horaria. Esta curva se determinó mediante mediciones continuas del gasto de la tubería saliente del tanque reservorio. Un aspecto clave es el coeficiente de variación horaria y horaria, el cual indica la relación entre el gasto máximo y el gasto medio que podría presentar una tubería.

El proceso para obtener la curva y los coeficientes de variación horaria debe seguir los detalladas de la TABLA I.

TABLA I
PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA CURVA Y COEFICIENTES DE VARIACIÓN DE CONSUMO HORARIO

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

Fuente: Tesistas [14].

- **Columna 1:** Intervalos de la medición de los niveles del tanque.
- **Columna 2:** Niveles del tanque registrados en campo en intervalos de una hora a lo largo de un día.
- **Columna 3:** Diferencia entre el nivel inicial y final del intervalo de una hora, tal como se expresa en la siguiente ecuación:

$$H_i = N_i - N_f \qquad Ec.1$$

Donde:

H_i: Diferencia de los niveles del tanque registrados en cada hora (m)

N_i: Nivel del tanque al inicio de una hora determinada (m)

N_f: Nivel del tanque al final de una hora determinada (m)

- **Columna 4:** Determinación del área del tanque, considerando:

$$A = L * a \qquad Ec.2$$

Donde:

A: Área del tanque (m^2)

L: Largo del tanque (m)

a: Ancho del tanque (m)

- **Columna 5:** Cálculo del volumen parcial de consumo durante los intervalos de cada hora del día, obteniéndose con la ecuación:

$$V = H_i * A \qquad Ec.3$$

Donde:

V: Volumen parcial de consumo en cada hora (m^3)

Hi: Diferencia de los niveles del tanque registrados en cada hora (m)

A: Área del tanque (m)

- **Columna 6:** Estimación del volumen medio de consumo:

$$V_{mh} = \frac{\sum V}{24} \qquad Ec.4$$

Donde:

V_{mh}: Volumen medio de consumo horario (m^3)

$\sum V$: Sumatoria de los volúmenes parciales de consumo horario en cada hora (m^3)

- **Columna 7:** Cálculo del diferencial de volumen (m^3) aplicando la expresión:

$$D_V = V - V_{mh} \qquad Ec.5$$

Donde:

D_v: Diferencial de volumen (m^3)

V: Volumen parcial de consumo en cada hora (m^3)

V_{mh}: Volumen medio de consumo horario (m^3)

- **Columna 8:** Cálculo de los coeficientes de variación horaria de la demanda empleando la ecuación:

$$CVH = \frac{V}{V_T} + 1 \qquad Ec.6$$

Donde:

CVH: Coeficientes de variación horaria de la demanda

V: Volumen parcial de consumo horario en cada hora (m^3)

V_T: Volumen total de consumo durante las 24 horas (m^3)

b) Modelación del sistema de distribución de agua existente

Con el fin de comprender el funcionamiento del sistema de distribución y detectar posibles fallos, se simuló la red utilizando un software ingenieril de modelación hidráulica. Se inició con los cálculos de los datos necesarios para la modelación hidráulica los cuales se detallan a continuación:

- **Población actual**

Se determinó mediante la población contada y población flotante.

Promedio de personas por hogar

Con los resultados de las encuestas realizadas, se debe obtener un promedio del número de personas en cada núcleo familiar.

$$Pph = \frac{Tp}{Th} \qquad Ec.7$$

Donde:

Pph: Promedio de personas por hogar

Tp: Total del conteo de personas por hogar

Th: Total de hogares encuestados

Población contada

Se determina mediante el promedio de personas por hogar y el número de hogares que pertenecen a la red de distribución.

$$Pc = No.Hogares * Pph \qquad Ec.8$$

Donde:

Pc: Población contada

No. hogares: Número de hogares

Población flotante

Se determinó la población flotante con la tabulación de cada una de las personas que ocupan diferentes instalaciones como instituciones, espacios públicos o privados, las cuales deben desarrollar actividades por lo menos 8 horas continuas al día.

$$Pp = (15\% - 25\%) * P_{fl} \qquad Ec.9$$

Donde:

P_p: Población permanente

P_{fl}: Población flotante

Para la población actual se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$P_a = P_c + P_p \qquad Ec.10$$

Donde:

P_a: Población actual

P_c: Población contada

P_p: Población permanente

- **Dotación actual**

Para conocer la dotación de agua potable para la comunidad se utilizó la TABLA II.

TABLA II

DOTACIONES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO

Niveles de servicio	Clima Frio (lt/hab*día)	Clima cálido (lt/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: CPE INEN 5, Parte 9.2:1997 (Tabla 5.3) [15].

- **Caudal medio diario actual**

$$Q_{mda} = f * \frac{P_a * D_a}{86400} \qquad Ec.11$$

Donde:

Q_{mda}: Caudal medio diario actual (l/s^2)

P_a: Población actual (hab)

D_a: Dotación (l/hab/día)

f: Factor de fugas

- **Caudal máximo diario actual**

$$Q_{MDa} = Q_{mda} * K_{MD} \qquad Ec.12$$

Donde:

Q_{MDa}: Caudal máximo diario actual (l/s^2)

K_{MD}: Factor de mayoración máximo diario con un valor de 1.25 para todos los niveles de servicio.

- **Caudal máximo horario actual**

$$Q_{MHa} = Q_{mda} * K_{MH} \qquad Ec.13$$

Donde:

Q_{MH}: Caudal máximo horario actual (l/s^2)

K_{MH}: Factor de mayoración máximo horario con un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

- **Demandas base por nudo**

Se asigna un valor a cada nudo para representar la demanda del caudal que será consumido, basándose en el agua que atraviesa dicho nudo. Este valor se calcula utilizando el método de Áreas Unitarias, que determina el caudal en cada nudo según su área de influencia y el caudal de diseño [16].

$$Q_i = Q_u * A_i \qquad Ec.14$$

Donde:

Q_i: Caudal en el nudo (l/s)

Q_u: Caudal unitario superficial (l/s/ha)

A_i: Área de influencia del nudo (ha)

- **Caudal unitario superficial**

$$Q_u = \frac{Q_{MH}}{A_t} \qquad Ec.15$$

Donde:

Q_{MH}: Caudal máximo horario (l/s)

A_t: Área total del proyecto (ha)

c) Simulación Hidráulica

Con los datos necesarios, se puede realizar la simulación hidráulica utilizando software especializado. En [17] se presenta la Modelación Hidráulica y de Calidad del Agua en Redes de Distribución, clasificándolos en tres categorías principales para la modelación hidráulica que son: Nudos con condiciones de gradiente conocidas (tanques, reservorios), Nudos de consumo o conexión (asignación de demandas, consumos especiales, interconexión entre tuberías y cambio de diámetro de tuberías), Tramos conectados por nudos que incluyen tuberías, válvulas.

Se puede emplear una ecuación que considere las pérdidas de energía en el sistema. En este proyecto, se utilizó la ecuación de Hazen-Williams para calcular las pérdidas de energía en los tramos de tubería, ya que esta ecuación asume un coeficiente de rugosidad C constante, lo que simplifica los cálculos [17].

- **Pérdida de carga en cada tramo**

$$Hf = 10{,}67 * \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} * L \qquad Ec.16$$

Donde:

Hf: Pérdida de carga unitaria en el tramo (m)

Q: Caudal en el tramo (m^3/s)

C: Coeficiente de rugosidad de la tubería de Hazen – Williams

D: Diámetro en el tramo (m)

L: Longitud real del tramo (m)

- **Velocidad**

$$V = 0.335 * C * D^{2.63} * \left(\frac{H_f}{L}\right)^{0.54} \qquad Ec.17$$

Donde:

V: Velocidad en el tramo (m/s)

d) Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua

Para evaluar la calidad del agua suministrada a la comunidad Andahualo Alto San Isidro, se tomaron muestras para analizar sus propiedades físicas y químicas tanto en la entrada como en la salida del tanque reservorio. Este análisis se lleva a cabo conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108, que establece los estándares para el agua potable [18].

e) Diagnóstico del SDAP actual

Se interpretó los problemas identificados durante el proceso de recolección de datos en campo y evaluación física e hidráulica en el SDAP existente. Luego, se analizaron las posibles causas que podrían estar provocando las deficiencias observadas. Finalmente, se generó una solución viable con el fin de garantizar la mejora de las deficiencias identificadas.

4) FASE 4: Elaboración de una propuesta de optimización del SDAP

En la cuarta fase se aplicó la investigación descriptiva, en la cual se realizó una propuesta de rediseño que mejore el suministro de agua potable del sector.

a) Parámetros de diseño

Se utilizó los datos requeridos para sugerir mejoras en el sistema de distribución conforme a las especificaciones de la normativa CPE INEN 5, PARTE 9-2.

- **Área del proyecto**

Para evaluar la extensión del proyecto, es esencial examinar las zonas comerciales e industriales, así como la población actual y futura de la comunidad. Además, se deben tener en cuenta aspectos topográficos como carreteras, ríos y límites políticos.

- **Periodo de diseño**

Para calcular el período de diseño, se hace referencia a la normativa CPE INEN 5, Parte 9.1:1992, tal como se especifica en la TABLA III.

TABLA III
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 segundarias de las redes: **De hierro Dúctil** **De asbesto cemento o PVC**	40 a50 20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones del fabricante

Fuente: CPE INEN 5, Parte 9-1:1992 (Tabla 2) [19].

- **Población de diseño**

Se desarrolló mediante información recopilada de los censos realizados por el INEC en la parroquia San Andrés del cantón Píllaro. Se emplearon tres métodos para calcular la tasa de crecimiento poblacional, los cuales se detallan a continuación:

1. **Método aritmético**

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{Pf_i}{P_i} - 1}{n'}\right] * 100 \qquad Ec. 18$$

2. **Método Geométrico**

$$r(\%) = \left[\left(\frac{Pf_i}{P_i}\right)^{\frac{1}{n'}} - 1\right] * 100 \qquad Ec. 19$$

3. **Método Exponencial**

$$r(\%) = \left[\frac{Ln\left(\frac{Pf_i}{P_i}\right)}{n'}\right] * 100 \qquad Ec.20$$

Nomenclatura

Pf_i: Población final

Pi: Población inicial

r(%): Tasa de crecimiento poblacional

n': Diferencia entre años censales

- **Población actual**

Este valor se lo calculó con las fórmulas explicadas en la fase 3, aplicando las ecuaciones 7,8,9 y 10.

- **Población futura**

Se determinó la población futura en base al período de diseño, la población actual y la tasa de crecimiento. La normativa CPE INEN 5 Parte 9-2:1997 establece que, para calcular esta población, se deben realizar proyecciones de crecimiento utilizando al menos tres métodos reconocidos como la proyección aritmética, geométrica, exponencial. con el fin de facilitar comparaciones que guíen el criterio del proyectista [15].

- **Métodos de proyección de la población**

Se aplicarán tres métodos para calcular la proyección de la población, los cuales se detallan a continuación:

1. **Método Aritmético**

$$P_f = P_a * (1 + r * n) \qquad Ec.21$$

2. **Método Geométrico**

$$P_f = P_a * (1 + r)^n \qquad Ec.22$$

3. **Método Exponencial**

$$P_f = P_a * (e)^{r*n} \qquad Ec.23$$

Nomenclatura

Pf: Población futura

Pa: Población actual

r: Tasa de crecimiento poblacional

n: Periodo de diseño (años)

e: Número de Euler

- **Dotación actual**

Este valor se lo obtiene con la TABLA II, explicada en la fase 3.

- **Dotación media futura**

$$D_{mf} = D_{ma} + (1l/hab/día) * n \qquad Ec.24$$

Donde:

D_{mf}: Dotación media diaria futura en l/ha/día

D_{ma}: Dotación media diaria actual en l/ha/día

n: Periodo de diseño

- **Caudales de demanda futura**
- **Caudal medio diario**

$$Q_{md} = P_f * \frac{D_f}{86400} \qquad Ec.25$$

Donde:

Q_{md}: Caudal medio diario (l/s)

P_f: Población futura(hab)

D_{mf}: Dotación media diaria futura (l/hab/día)

F: Factor de fugas

- **Caudal máximo diario**

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_{MD} \qquad Ec.26$$

Donde:

Q_{MD}: Caudal máximo diario (l/s^2)

K_{MD}: Factor de mayoración máximo diario con un valor de 1.25 para todos los niveles de servicio.

- **Caudal máximo horario**

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_{MH} \qquad Ec.27$$

Donde:

Q_{MH}: Caudal máximo horario (l/s^2)

K_{MH}: Factor de mayoración máximo horario con un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

- **Caudal de incendios**

Se lo determino mediante la TABLA IV, en donde, se acepta o rechaza la instalación de hidrantes o bocas de fuego según el numero de la población del sector.

TABLA IV
CAUDALES NECESARIOS CONTRA INCENDIOS EN FUNCIÓN DE LOS HIDRANTES

Población futura (hab)	Caudal de incendio (L/s)	Descripción
(Costa) Menores a 3 000	No se diseña	Bocas de fuego
(Sierra) Menores a 5 000	No se diseña	Bocas de fuego
3 000 a 10 000	5	Bocas de fuego
10 000 a 20 000	12	Hidrantes
20 000 a 40 000	24	Hidrantes
40 000 a 60 000	48	Hidrantes
60 000 a 120 000	12	Hidrantes
Mayores a 120 000	96	Hidrantes

Fuente: Garces. G. "Pequeños sistemas de agua potable" [20].

- **Caudal de diseño**

De acuerdo con lo establecido en la Norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1997, las redes de distribución de agua potable deben ser diseñadas para el caudal máximo horario [15].

- **Estimación de demandas base**

Este valor se calculó aplicando las fórmulas presentadas en la fase 3, las cuales son las ecuaciones 14 y 15.

b) Diseño del tratamiento de desinfección del agua

- **Caudal para el tratamiento**

La norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 establece que el caudal para sistemas de tratamiento es:

$$Q_{tratamiento} = Q_{MD} * 1.10 \qquad Ec. 28$$

Donde:

$Q_{tratamiento}$: Caudal de diseño para aplicar el tratamiento de desinfección (l/s)

Q_{MD}: Caudal máximo horario (l/s)

- **Volumen de agua para el tratamiento**

$$V_{agua} = Q_{tratamiento} * t \qquad Ec. 29$$

Donde:

V_{agua}: Volumen de agua para aplicar el tratamiento de desinfección (m^3/día)

t: Tiempo en 1 día 24 h (se considera una operación continua del tratamiento)

- **Dosificación necesaria de cloro**

En [21] se presenta un método para la dosificación adecuada del cloro para el agua potable.

$$D = Dem_{Cl} + Cl_{residual} \quad Ec.30$$

Donde:

Dem_{Cl}: Demanda de cloro requerida para asegurar protección bacteriológica (mg/l)

$Cl_{residual}$: Cloro libre residual disponible en las redes de distribución (mg/l)

D: Dosis de cloro a aplicar al agua (mg/l)

- **Cantidad de cloro**

$$C_{cl} = V_{agua} * D \quad Ec.31$$

Donde:

C_{Cl}: Cantidad de cloro (Kg/día)

- **Cantidad de hipoclorito de calcio**

$$C_{Ca(CIO)_2} = \frac{V_{agua} * D}{c} \quad Ec.32$$

Donde:

$C_{Ca(ClO)_2}$: Cantidad de hipoclorito de calcio (Kg/día)

c: Concentración de cloro en el hipoclorito de calcio (mg/l)

- **Caudal de goteo de solución clorada a aplicar**

$$q = \frac{D * Q}{d} \quad Ec.33$$

Donde:

q: Caudal de solución clorada a aplicar (l/s)

D: Dosis de cloro a aplicar al agua (mg/l)

d: Concentración de cloro en la solución clorada (mg/l)

- **Tiempo de recarga del tanque clorado**

$$T = \frac{V_t}{q} \quad Ec.34$$

Donde:

T: Tiempo de recarga de la solución de hipoclorito de calcio (días)

V_t: Volumen del tanque clorador (l)

c) Elaboración de Planos

Después de obtener los resultados de los cálculos en Excel y haber realizado la implantación en los softwares Civil 3D y AutoCAD, se elaboró los planos de la red de distribución de agua potable, junto con los detalles de sus componentes.

d) Elaboración de Análisis de Precios Unitarios (APUS)

Se realizó el Análisis de Precios Unitarios de cada rubro propuesto para el presente proyecto técnico en base a los salarios mínimos de las diferentes categorías ocupacionales para la construcción presentados por la contraloría general del estado.

e) Presupuesto referencial

Se realizó un presupuesto referencial en base al análisis de los precios unitarios de cada rubro y cantidades respectivas a ejecutarse. Para conocer un monto aproximado de la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. FASE 1: Preliminar

1) Información general de la zona del proyecto

a) Ubicación geográfica del proyecto y delimitación de la zona del proyecto

La comunidad Andahualo Alto San Isidro se encuentra ubicado en la parroquia San Andrés del catón Píllaro de la provincia de Tungurahua. La parroquia rural de San Andrés cuenta con una población de 11.200 habitantes en el 2010 y con una proyección de 12.664 habitantes para el 2020, con un clima que varía entre 8° y 13° C y una extensión de 5316.11 ha [22].

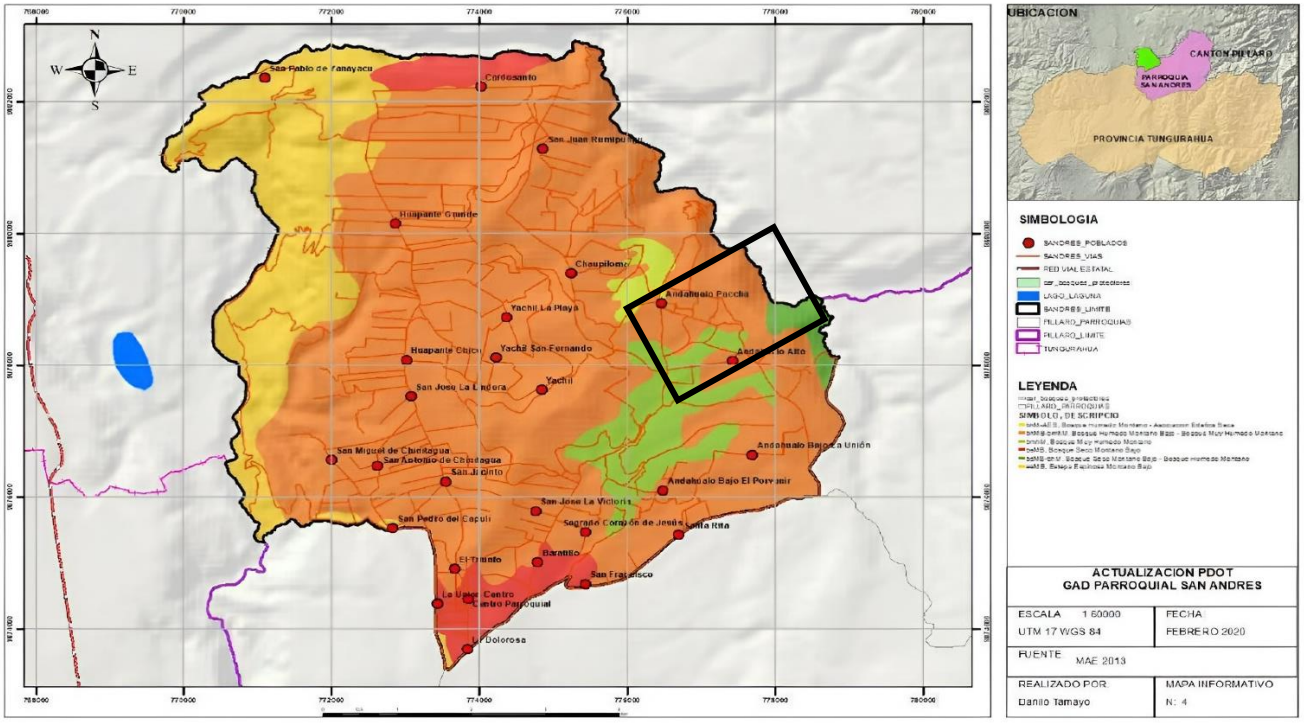


Fig. 1. Ubicación de la comunidad Andahualo Alto San Isidro

Fuente: PDyOT GADPSA 2020 [22].

La parroquia rural de San Andrés cuenta con tres tipos de formaciones geográficas. Principalmente, las vertientes y relieves de cuencas interandinas, el relieve de fondo de cuencas interandinas y el medio aluvial de sierra. En su geología se presentan unidades litológicas o conjunto de rocas, que tienen diferentes periodos de formación [22].

En la visita al sector, se observó que la mayor parte de los moradores de la comunidad Andahualo Alto San Isidro se dedican a la producción agrícola, los principales productos que

cultivan es maíz y papas. Así mismo en su gran mayoría se dedican a la crianza de ganado vacuno y porcino.

b) Información topográfica de la zona del proyecto

Se realizó el levantamiento topográfico de la comunidad Andahualo Alto San Isidro, con la finalidad de conseguir una ortofoto del área total del proyecto, como se indica en la Fig. 2, el cual consta con una superficie de 86.60 ha. Para obtener el levantamiento topográfico se georreferenció en 14 puntos de control con un GPS de alta precisión RTK. En el cual se consiguió una superficie del terreno con alto detalle, con la ayuda del software AutoCad Civil 3D se obtuvo las curvas nivel que muestran el relieve del sector la cual se muestra en la Fig. 3. Mediante el cual facilito el catastro del Sistema de Distribución de Agua Potable (SDAP) existente de la comunidad Andahualo Alto San Isidro.

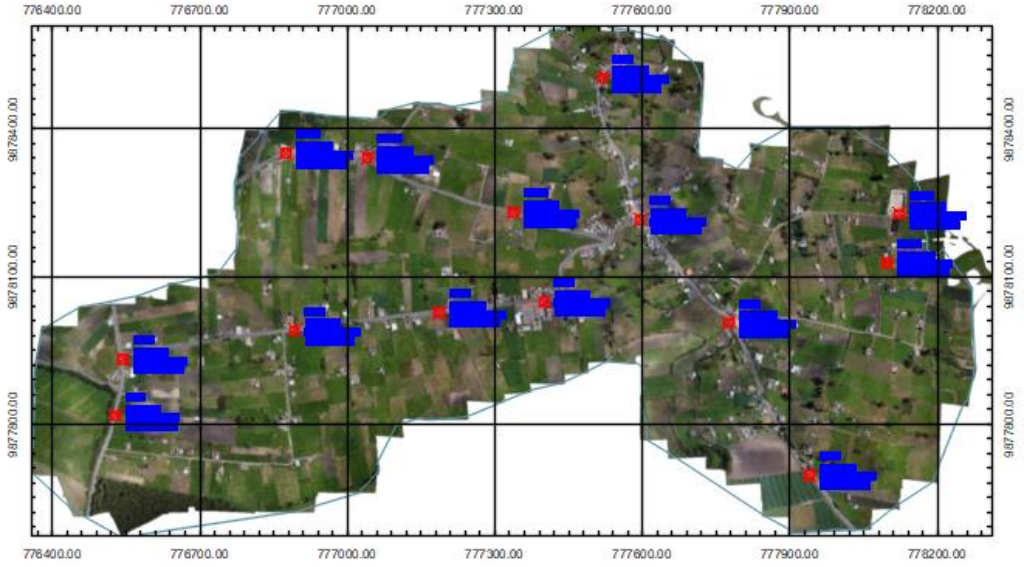


Fig. 2. Ortofoto del área del proyecto y puntos de control

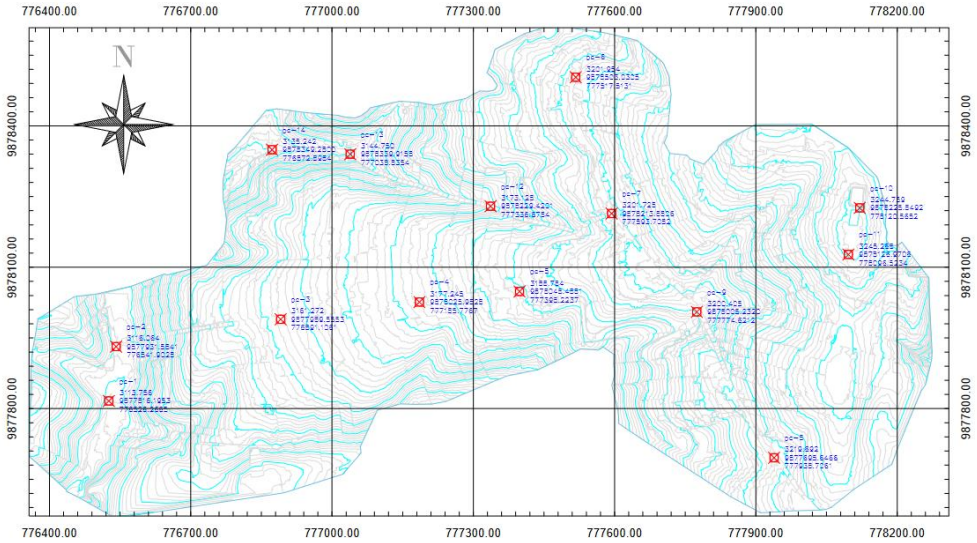


Fig. 3. Curvas de nivel de la superficie del proyecto

Se tomaron 14 puntos control para georreferenciar en las coordenadas del terreno alrededor del sector (ver Anexo A). En la TABLA V, se detallan las coordenadas de los puntos de control tomados.

TABLA V

PUNTOS DE CONTROL

Puntos de control			
Referencia	**Norte**	**Este**	**Elevación (msnm)**
Pc-1	9877816.20	776526.27	3113.76
Pc-2	9877931.58	776541.90	3116.06
Pc-3	9877989.56	776891.11	3161.27
Pc-4	9878025.95	777185.78	3177.25
Pc-5	9878048.49	777398.22	3188.78
Pc-6	9878503.03	777517.51	3201.95
Pc-7	9878213.88	777593.71	3201.73
Pc-8	9877695.65	777938.71	3219.69
Pc-9	9878005.23	777774.62	3200.41
Pc-10	9878225.85	778120.57	3244.76
Pc-11	9878126.97	778096.52	3245.27
Pc-12	9878229.42	777336.68	3173.13
Pc-13	9878339.92	777038.84	3144.75
Pc-14	9878349.28	776872.90	3135.24

c) Muestreo poblacional

- **Encuesta socio económica**

Se aplicó una encuesta socio económica (ver Anexo B) a 101 usuarios, las cuales son una parte del SDAP el cual consta de 136 usuarios en total. En [23], se presenta el método para determinar la muestra para poblaciones finitas, el cual se empleó para obtener los 101 usuarios como muestra para el presente proyecto. Esta encuesta se realizó con el objeto de obtener información que ayude a identificar el estado en el que se encuentra actualmente el SDAP de la comunidad Andahualo Alto San Isidro.

El análisis e interpretación de los resultados de la encuesta aplicada se presenta en el Anexo C, que corresponde a los resultados de la encuesta socioeconómica y el Anexo D, que corresponde a los resultados de la calidad de servicio.

Se realizó el análisis del número de habitantes por vivienda, En la mayoría de los casos existen familias constituidas de 3 a 5 personas y en algunos casos llegando hasta los 6 habitantes por familia. En la interpretación de los datos recolectados en las encuestas aplicadas a los usuarios se obtuvo un valor promedio de 3.84 personas por hogar, valor que difiere del promedio de 3.63 personas por hogar a nivel de toda la parroquia San Andrés del cantón Píllaro, dato proporcionado por el INEC obtenido en el Censo del 2010.

$$Pph = \frac{Total\ de\ conteo\ de\ personas\ por\ hogar}{Total\ de\ hogares\ encuestados} = \frac{388\ habitantes}{101\ hogar}$$

$$Pph = 3.84\ habitantes/hogar$$

En cuestión a la disponibilidad de los servicios, el 100% de las familias si cuentan con acceso al servicio de agua potable, el 100% de las familias cuentan con energía eléctrica y el 87.13% de las familias disponen de acometidas de alcantarillado.

Sin embargo, el valor tomado para la simulación es de 3.84 Personas por hogar, debido a que, supera al valor oficial propuesto por el INEC.

- **Registro de los usuarios pertenecientes al SDAP existente**

El levantamiento de información en campo permitió acceder a un registro actualizado de los usuarios (ver Anexo E). Donde se identificó que la zona del proyecto consta de un total de 140 predios, de los cuales 128 son viviendas habitadas con acometida, que representan el 91.43% del total de los predios registrados, 4 son viviendas deshabitas con acometida, 4 casas en construcción, 2 son viviendas con una actividad comercial adicional, existe un espacio público y un lote con acometida como se presenta en la TABLA VI.

TABLA VI

PREDIOS REGISTRADOS

Uso del predio		Cantidad	Porcentaje
Residencial	Viviendas habitadas con acometida	128	91.43%
	Viviendas deshabitadas con acometida	4	2.86%
	Casas en construcción	4	2.86%
	Vivienda + Actividad comercial	2	1.43%
Instituciones	Espacios de uso público	1	0.71%
Lotes	Con acometida	1	0.71%
Total de predios registrados		**140**	100.00%

d) Información general del sistema de distribución existente

- **Descripción de la situación actual del SDAP existente**

La entidad encargada de administrar el suministro de agua potable es la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto, esta entidad se encarga de la administración, manejo y operación del sistema.

El SDAP está repartida a lo largo de la comunidad Andahualo Alto San Isidro el cual consta con 86.60 ha de superficie. El sistema fue inaugurado en 1995, el cual se abastece de un tanque de distribución que está ubicado en el punto más alto de la comunidad. La red de distribución posee una longitud de 4.55km de tubería. El SDAP actualmente tiene 29 años de uso, esto nos indica que está en el límite de su periodo de diseño.

La junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro no dispone de planos del sistema de distribución y de los componentes que conforman dicho sistema, para la tarifa del agua potable se basan en lecturas del medidor con un valor de $2.50 USD por cada 10m3 de consumo.

- **Catastro del SDAP existente**

Se realizó el catastro de las tuberías principales y secundarias con la ayuda de los miembros de la junta administradora del agua potable, en donde todas las tuberías son de PVC y sus diámetros varían entre 50mm, 32mm y 25mm, como se indica en la TABLA VII.

El catastro de los elementos principales del SDAP se presenta en el Anexo G en donde se indica un resumen de los diámetros, material y longitud de tubería. En la Fig. 4 se puede apreciar un esquema de la distribución de la red y sus componentes.

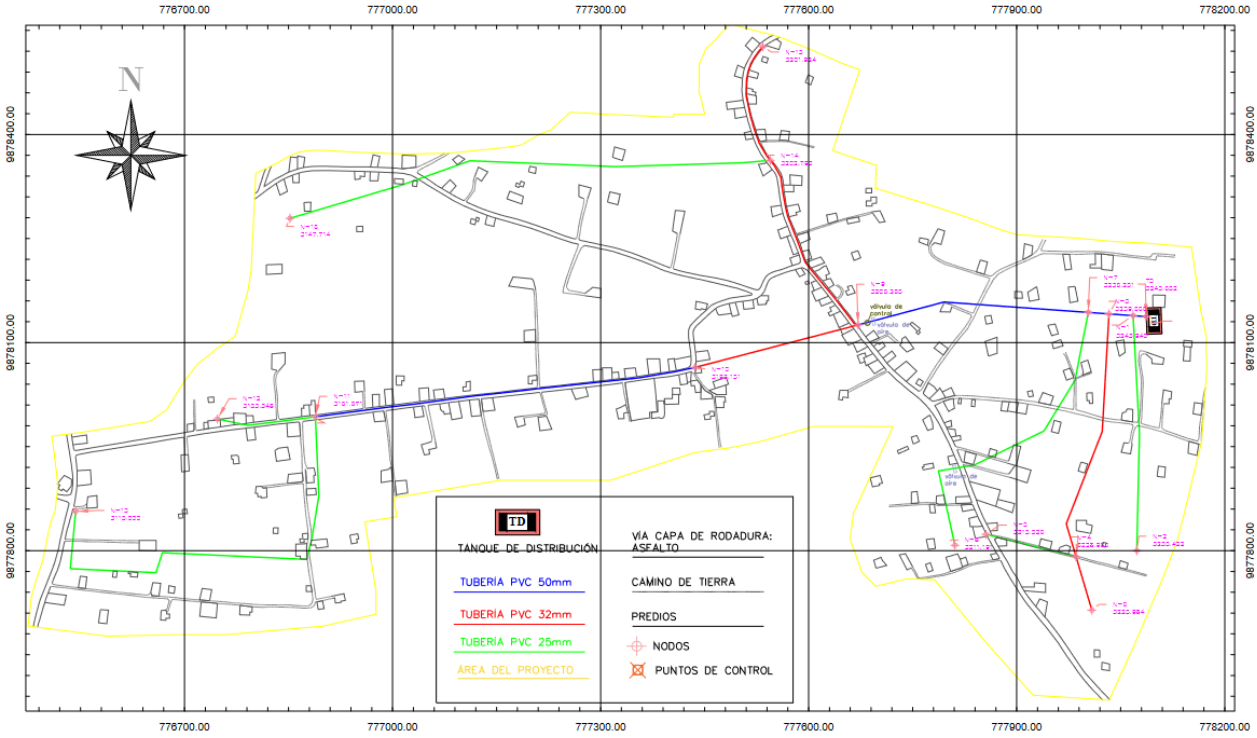


Fig. 4. Catastro del SDAP existente

TABLA VII

LONGITUD DE TUBERÍA EXISTENTE

Descripción	Diámetro nominal (mm)	Material	Longitud (m)	Longitud (Km)
Red Actual	50	PVC	973.11	0.97
	32	PVC	1139.55	1.14
	25	PVC	2433.49	2.43
	TOTAL =		4546.15	4.55

- **Encuesta de la calidad del servicio existente**

En la misma encuesta aplicada a 101 usuarios, fue factible conocer la opinión de los usuarios sobre la calidad del servicio que reciben. Se detalla el análisis e interpretación en el Anexo *D*.

De los resultados se obtuvo que, el 100% si dispone de una acometida de agua potable. Además, se determinó que el 100% de las acometidas abastecen de agua potable a una sola vivienda.

También se conoció que el 100% realiza el pago del servicio y el 79.21% considera que el valor de 2.50 USD por cada 10m3 de consumo del agua es justo, a comparación del 20.79% que calificaron a la tarifa como elevada.

Con respecto a la calidad del servicio el 83.17% indican que el servicio de agua es regular, mientras que, para el 16.83% la calificación del servicio es buena.

De acuerdo con el 63.37% de los usuarios encuestados, la presión con la que el agua llega al predio es adecuada, el 10.89% manifestó que la presión es elevada y el 25.74% consideran que la presión que reciben es baja.

Sobre la calidad del agua, el 91.09% consideran que es regular, el 8.91% y el 8.91% consideran que el agua es buena. Acorde a la opinión de los usuarios encuestados el 93.07% consideran que reciben el agua turbia por días y el 1.98% restante consideran que reciben el agua limpia todo el año.

Así mismo el 97.03% de los usuarios encuestados señalaron que disponen del agua potable durante todos los días de la semana y tan solo el 2.97% manifestaron que disponen de agua potable de 3 a 5 días de la semana. También el 99.01% consideran que disponen de agua las 24h del día, mientras que el 0.99% manifestaron que disponen de 9 a 16 horas en el día. Esto debido a algunos mantenimientos que se realizan en el tanque o acometidas.

Sobre la cantidad de agua potable que reciben el 100% de los encuestadas consideran que es suficiente, por lo tanto ninguna familia se abastece de otra fuente.

se observó que los usos más frecuentes para los que los usuarios emplean el agua son principalmente: consumo y alimentación, higiene personal, lavado de ropa y limpieza de la vivienda.

B. FASE 2: Evaluación de las condiciones actuales del sistema de distribución del agua potable

1) Evaluación física

Se realizaron múltiples visitas entre los meses de marzo a mayo del 2024, en el cual se levantó la información de la ubicación de los tanques de almacenamiento, tuberías principales y secundarias, los accesorios, el estado físico en el que se encuentra el sistema, el tipo de material y fotografías las cuales se presenta en el Anexo *A*.

a) Evaluación física de los tanques de distribución

El SDAP se abastece de un tanque de distribución, construido de hormigón armado, el cual cuenta con una puerta de acero, las tuberías y accesorios están fabricados de hierro galvanizado. El tanque de distribución de la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro fue construido en el año 1994 y se han realizado mejoras en el año 2018, está ubicado a una cota de 3245.65msnm. El cual cuenta con una capacidad de 48.38m^3, es abastecido de la vertiente Chinizacha.

Se observó que el estado físico de la infraestructura del tanque, las válvulas de ingreso y salida, los accesorios son aceptables, esto debido a su constante limpieza y mantenimiento por los moradores de la comunidad.

b) Evaluación física de tuberías

Se realizó la evaluación de cuatro tuberías, dos principales y dos secundarias, esto ya que, algunas tuberías se encuentran por debajo de una capa de rodadura de asfalto y gran parte de los usuarios no permiten la intervención en sus predios. Para esta evaluación se aprovecharon excavaciones realizadas y también se realizaron algunas calicatas en lugares estratégicos donde las calles son de tierra para evitar daños permanentes.

Se evidenció que el estado físico de las tuberías mayormente presenta deterioros debido a que está finalizando su vida útil, ya que lleva 29 años de uso.

c) Evaluación física de acometidas

Con el levantamiento de información se determinó que la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro cuenta con 136 acometidas, También se registró las presiones de la red en el primer punto de agua potable en los puntos más críticos, inicio de la red y lugares intermedios y así conocer como está funcionando el sistema.

Se encontró acometidas que se encontraban mal conectadas y que se encuentran por encima del nivel del subsuelo, esto causando que las tuberías estén expuestas a desgastes y fugas como se indica en el Anexo *A*.

C. FASE 3: Determinación de los parámetros hidráulicos en la conducción, almacenamiento y distribución

1) Evaluación hidráulica

a) Evaluación en campo de presiones del SDAP existente

Se efectuó mediciones de la presión con la ayuda de un manómetro en 101 predios de un total de 140 predios registrados en la comunidad Andahualo Alto San Isidro, los predios medidos están distribuidos en los puntos más críticos (zonas alejadas), zonas intermedias e inicios de la red.

Se realizó en un horario establecido de 8h00 a 13h00, con el fin de obtener valores acordes en todas las acometidas. Con la ayuda de la junta administradora del agua potable de la comunidad se logró acceder a los 101 predios mientras que el restante, no se pudo acceder a los predios por diferentes problemas como la ausencia de los propietarios al momento de las visitas y en algunos casos los usuarios no disponían de una llave de paso antes del primer punto de agua (conexión directa del medidor al domicilio), esto causaba que sea imposible conectar el manómetro para su medición.

Conforme a la "Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural", indica que la presión en el sistema de distribución debe oscilar entre 0.7 kg/cm² y 5 kg/cm² que es igual a 7m.c.a. y 50m.c.a. respectivamente [24]. En la TABLA VIII, se presentan los resultados obtenidos en la medición, en la cual se evidenció que, 85 predios cumplen con el rango admisible, 12 superan la presión establecida y 4 están por debajo del rango admisible.

TABLA VIII
REGISTRO DE PRESIONES EN ACOMETIDAS

Rango de Presiones	Número de viviendas
< 7mca	4
7mca *a* 50mca	85
> 50mca	12

TOTAL =	101

La presión medida en lo general dependía de la ubicación en la que se encuentra la vivienda, esto puede ser en los puntos más alejados con presiones altas, en lugares intermedios cumplen con la presión admisible y a inicios de la red presiones bajas (ver Anexo A y Anexo *F*). En la TABLA IX, se detalla las presiones tomadas en los 101 predios.

TABLA IX

REGISTRO DE PRESIONES EN CAMPO

N°	PROPIETARIO	Presión (mca)	N°	PROPIETARIO	Presión (mca)
1	Rosa Sangucho Lezcano	8	**52**	Mercedes Sangucho	9
2	Paulina Collaguazo	7	**53**	Gloria Toapanta	8
3	Segundo Collaguazo	9	**54**	Claudina Mata	8
4	Ramón Toapanta	17	**55**	Berna Rodríguez	9
5	Raúl Almachi	18	**56**	Luis Mata	7
6	Gilbert Tobar	16	**57**	Fabiola Rodríguez	7
7	José Toapanta Jami	17	**58**	Franklin Sangucho	6
8	Mercedes Calapiña	15	**59**	Rosa Lezcano	6
9	Mónica Yanchaguano	18	**60**	Victoria Yancha	6
10	Diocelina Yanchaguano	15	**61**	Olga Mullo	4
11	Rebelo Yanchaguano	16	**62**	Patricio Yancha	31
12	José Francisco Yanchaguano	17	**63**	Baltazar Yancha Sangoquiza	32
13	Froilán Collaguazo	18	**64**	Norma Sánchez	32
14	Estuardo Sangucho	15	**65**	Blanca Lema	33
15	Edgar Yanchaguano	19	**66**	Alegría Shigui	35
16	Héctor Saquinga	18	**67**	Samuel Sailema	53
17	Olguer Jami	16	**68**	Héctor Siza	55
18	Daniel Calapiña	17	**69**	Emily Huachi	56
19	Blanca Sangucho	18	**70**	Yajaira Sailema	53
20	Fabiola Ushiña	19	**71**	Rogelia Toapanta	52
21	Alfredo Cajahuishca	19	**72**	Alexandra Guita	67
22	Baltazar Yancha	25	**73**	María Margarita Sangucho	7
23	Claudina Sangucho	20	**74**	Alberto Sangucho	7
24	Janet Quishpe	27	**75**	Valeriana Tobar	7
25	Delia Minta	37	**76**	Manuel Pullupaxi	8
26	Ester Sangucho	42	**77**	Julio Romero	11
27	Roció Collaguazo	44	**78**	Rosa Laguatasig Saquinga	7
28	Cesar guita	53	**79**	María Quicaliquin	10
29	Jennifer Sangucho	49	**80**	Rosa Laguatasig	11
30	Blanca Cajamarca	74	**81**	Ermelinda Toapanta	21
31	Elena Cajamarca	72	**82**	Mariano Laguatasig	22
32	Roció Quicaliquin	71	**83**	Beatriz Pullo	23
33	Soledad Llumipanta	70	**84**	Manuel Maiza	21

34	Salomón Sangucho	51	**85**	Alexander Sangucho	21
35	Juan Sangucho Cañar	78	**86**	Clara Pullupaxi	25
36	Yolanda Minta	46	**87**	Blasco Sánchez	24
37	Alberto Collaguazo	47	**88**	Janeth Yanchatipan	26
38	Mercedes Yanchatipan	49	**89**	Nicolasa Yanchatipan	32
39	Francisco Yanchatipan	17	**90**	Eduardo Guita	22
40	Marcelo Cajamarca	18	**91**	Alfredo Cajamarca	28
41	Zara Llerena	16	**92**	Martha Cajamarca	25
42	Berta María Tobar	16	**93**	Alfredo Sangucho	27
43	Alfredo Yanchaguano	18	**94**	Jorge Calapiña	7
44	Yolanda Yancha	17	**95**	Sergio Constante	34
45	Ángel María Sangucho	16	**96**	Olga Yanchaluiza	22
46	Raúl Yancha	14	**97**	Soledad Yanchaluiza	23
47	Humberto Jami	16	**98**	Ermelinda Yanchaluiza	24
48	Segundo Juan Collaguazo Sangucho	13	**99**	Segundo Laguatasig	7
49	Víctor Espejo	13	**100**	Agustina Maiza	7
50	Abel Collaguazo	11	**101**	Myriam Yanchaguano	9
51	Rosa Toapanta	12			

b) Evaluación del consumo del agua

En las encuestas aplicadas a los usuarios del SDAP se observó que el uso más frecuente del agua potable es para consumo y alimentación, lavado de ropa, higiene personal y limpieza de vivienda. Se aplicó mediciones sobre la altura en la que se encontraba el nivel del agua en el tanque de distribución a cada hora, en donde se conoció el volumen de consumo en las diferentes horas del día.

En la TABLA X, se presenta el gasto del agua para una mejor interpretación, en el cual se presenta que los valores fueron tomados cada hora, varían levemente entre cada valor con respecto al consumo. En el cual se determinó un volumen medio de consumo es de 7.58 m3.

Se evidenció que el consumo infiere en pequeñas cantidades entre el transcurso de cada hora, a excepción en las horas frecuentes donde las personas realizan tareas del hogar y alimentación, como son en la mañana y a la hora del almuerzo. Sin embargo, en las horas de la noche no presenta demandas considerables como se muestra en la Fig. 5 y Fig. 6. En el cual se puede apreciar que el consumo no es congruente con el consumo de una población que normalmente utiliza el agua con fines domésticos, por lo que se determinó que en el sistema existen una serie de posibles fugas o consumos no autorizados.

TABLA X

REGISTRO DE VOLÚMENES DE CONSUMO

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
0:00 - 1:00	1.620	0.250	22.5	5.63	7.58	-1.95	0.74
1:00 - 2:00	1.360	0.260	22.5	5.85	7.58	-1.73	0.77
2:00 - 3:00	1.090	0.270	22.5	6.08	7.58	-1.50	0.80
3:00 - 4:00	1.380	0.290	22.5	6.53	7.58	-1.05	0.86
4:00 - 5:00	1.690	0.310	22.5	6.98	7.58	-0.60	0.92
5:00 - 6:00	2.030	0.340	22.5	7.65	7.58	0.07	1.01
6:00 - 7:00	1.670	0.360	22.5	8.10	7.58	0.52	1.07
7:00 - 8:00	1.290	0.380	22.5	8.55	7.58	0.97	1.13
8:00 - 9:00	0.920	0.370	22.5	8.33	7.58	0.75	1.10
9:00 - 10:00	1.280	0.360	22.5	8.10	7.58	0.52	1.07
10:00 - 11:00	1.630	0.350	22.5	7.88	7.58	0.30	1.04
11:00 - 12:00	2.000	0.370	22.5	8.33	7.58	0.75	1.10
12:00 - 13:00	1.580	0.420	22.5	9.45	7.58	1.88	1.25
13:00 - 14:00	1.190	0.390	22.5	8.78	7.58	1.20	1.16
14:00 - 15:00	0.820	0.370	22.5	8.33	7.58	0.75	1.10
15:00 -16:00	1.170	0.350	22.5	7.88	7.58	0.30	1.04
16:00 - 17:00	1.510	0.340	22.5	7.65	7.58	0.08	1.01
17:00 - 18:00	1.870	0.360	22.5	8.10	7.58	0.53	1.07
18:00 - 19:00	1.500	0.370	22.5	8.33	7.58	0.75	1.10
19:00 - 20:00	1.140	0.360	22.5	8.10	7.58	0.53	1.07
20:00 - 21:00	0.790	0.350	22.5	7.88	7.58	0.30	1.04
21:00 - 22:00	1.100	0.310	22.5	6.98	7.58	-0.60	0.92
22:00 - 23:00	1.390	0.290	22.5	6.53	7.58	-1.05	0.86
23:00 - 24:00	1.130	0.260	22.5	5.85	7.58	-1.73	0.77

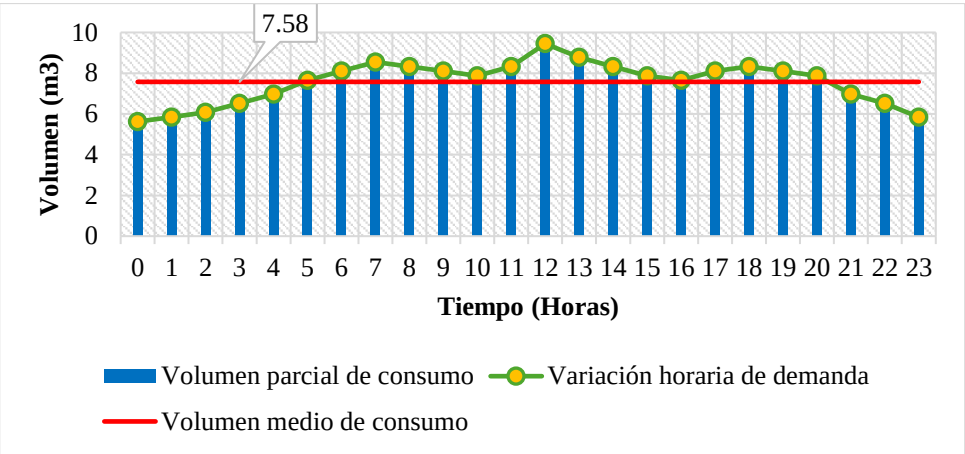


Fig. 5. Patrón de variación de consumo horario

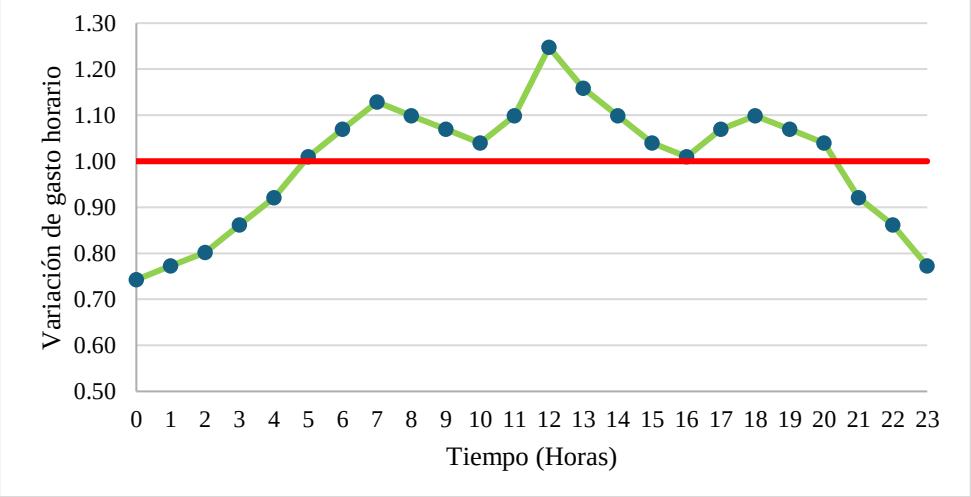


Fig. 6. Curva y coeficientes de variación de consumo horario

2) Modelación del sistema de distribución de agua existente

Se comenzó recolectando información para elaborar un catastro del sistema de distribución, en la actualidad no disponían de ninguna documentación que contenga la información de la distribución de la red y sus componentes, por lo cual se realizó el catastro con la ayuda del presidente de la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro.

Con el fin de modelar SDAP de la comunidad se recopilaron datos durante los meses de marzo a mayo del 2024. Con la información obtenida ayuda a conseguir un modelo que simula su funcionamiento, para esto, es necesario contar con datos precisos, los cuales se obtuvieron mediante procedimientos técnicos y el uso de equipos específicos para garantizar la exactitud de la información.

Para la creación de este modelo se llevó a cabo utilizando un software de simulación hidráulica, para lo cual fue necesario ingresar diversos datos, como nudos de consumo con su respectiva altimetría y demanda base, tuberías con diámetros, su longitud y material (coeficiente de rugosidad), tanques de almacenamiento con su altimetría y válvulas de diferentes tipos con su ubicación y estado actual (abierto o cerrado).

a) Cálculos de los datos necesarios para la modelación hidráulica

- **Cálculo de la población actual**

Población contada

Determinado mediante la ecuación 8:

$$P_c = No.hogares * Pph$$

$$P_c = 140 * 3.84$$

$$P_c = 538\ hab$$

Población flotante

TABLA XI

POBLACIÓ FLOTANTE DE LA COMUNIDAD

POBLACION FLOTANTE		
Institución Pública		**No. de personas**
Escuela Hualcopo Duchicela	Estudiantes	175
	Docentes	9
POBLACIÓN FLOTANTE		184.00

$$P_{fl} = 184\ hab$$

Población permanente

Determinado mediante la ecuación 9:

$$P_p = (15\% - 25\%) * P_{fl}$$

$$P_p = 0.15 * 184\ hab$$

$$P_p = 28\ hab$$

Población actual

Determinado mediante la ecuación 10:

$$P_a = P_c + P_p$$

$$P_a = (538 + 28)\ hab$$

$$P_a = 566\ hab$$

- **Cálculo de la dotación actual**

  Con respecto a la TABLA II, con un nivel de servicio IIb y con clima frio, se tiene:

$$D_{ma} = 75 \text{ l/hab/día}$$

Para equilibrar las pérdidas físicas y no físicas del SDAP, se ha tomado en cuenta adicionar un 20%, para compensar la dotación actual:

$$D_{ma} = 75 \frac{l}{hab} * día + 0.20 \left(75 \frac{l}{hab} * día\right)$$

$$D_{ma} = 90 \frac{l}{hab} * día$$

- **Cálculo de los caudales de diseño**

  Caudal medio diario actual

  Determinado mediante la ecuación 11:

$$Q_{mda} = P_a * \frac{D_{ma}}{86400}$$

$$Q_{mda} = 566\ hab * \frac{90 \frac{l}{hab} * día}{86400}$$

$$Q_{mda} = 0.59\ l/seg$$

  Caudal máximo diario actual

  Determinado mediante la ecuación 12:

$$Q_{MDa} = Q_{mda} * K_{MD}$$

$$Q_{MDa} = 0.59\ l/seg * 1.25$$

$$Q_{MDa} = 0.74\ l/seg$$

  Caudal máximo horario actual

  Determinado mediante la ecuación 13:

$$Q_{MHa} = Q_{mda} * K_{MH}$$

$$Q_{MHa} = 0.59\ l/seg * 3$$

$$Q_{MHa} = 1.77\ l/seg$$

- **Cálculo de las demandas base por nudo**

  Determinado mediante la ecuación 14 y 15:

TABLA XII

CÁLCULO DE LAS DEMANDAS BASE POR NUDO DE LA RED

Nodos

	Área (ha)	Área (%)	Qu (lt/s/ha)	Qi (l/s)
N-1	3.25	3.75%	0.020	0.066
N-2	2.25	2.60%	0.020	0.046
N-3	0.95	1.10%	0.020	0.019
N-4	2.43	2.81%	0.020	0.050
N-5	2.49	2.87%	0.020	0.051
N-6	3.27	3.77%	0.020	0.067
N-7	5.23	6.04%	0.020	0.107
N-8	3.09	3.57%	0.020	0.063
N-9	8.13	9.38%	0.020	0.166
N-10	9.49	10.95%	0.020	0.194
N-11	8.48	9.79%	0.020	0.173
N-12	4.01	4.63%	0.020	0.082
N-13	7.47	8.62%	0.020	0.153
N-14	12.26	14.15%	0.020	0.250
N-15	1.76	2.03%	0.020	0.036
N-16	12.07	13.93%	0.020	0.246
Total	**86.630**	**100.00%**		**1.769**

3) Simulación hidráulica del SDAP existente

Con la información obtenida, se detectó un desbalance en las presiones, un control limitado sobre la cobertura del tanque de distribución y un comportamiento atípico de la curva de consumo horario.

Con el objeto de obtener resultados similares del comportamiento del SDAP existente, se realizó una simulación en estado estático, debido a que, en este proceso considera parámetros constantes (caudales demandados, estado de operación en la red y niveles del tanque) en las condiciones más críticas del día. También se realizó un análisis dinámico teniendo presente las variaciones temporales de parámetros que dependen del gasto.

Se empleó el caudal máximo horario (Q_{MH}) para el diseño de la red de distribución, como se indica en la Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10. En el estudio de este proyecto, se empleó la normativa CPE INEN 5 parte 9.2:1997, la cual está destinada para áreas rurales.

a) Simulación en estado estático

- **Velocidades**

Mediante los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la TABLA XIII que, en la red, durante el escenario más crítico (QMH), el 43.75% de las velocidades registradas son

inferiores a los valores normativos, mientras que el 56.25% se encuentra dentro del rango de 0.3 a 3 m/s.

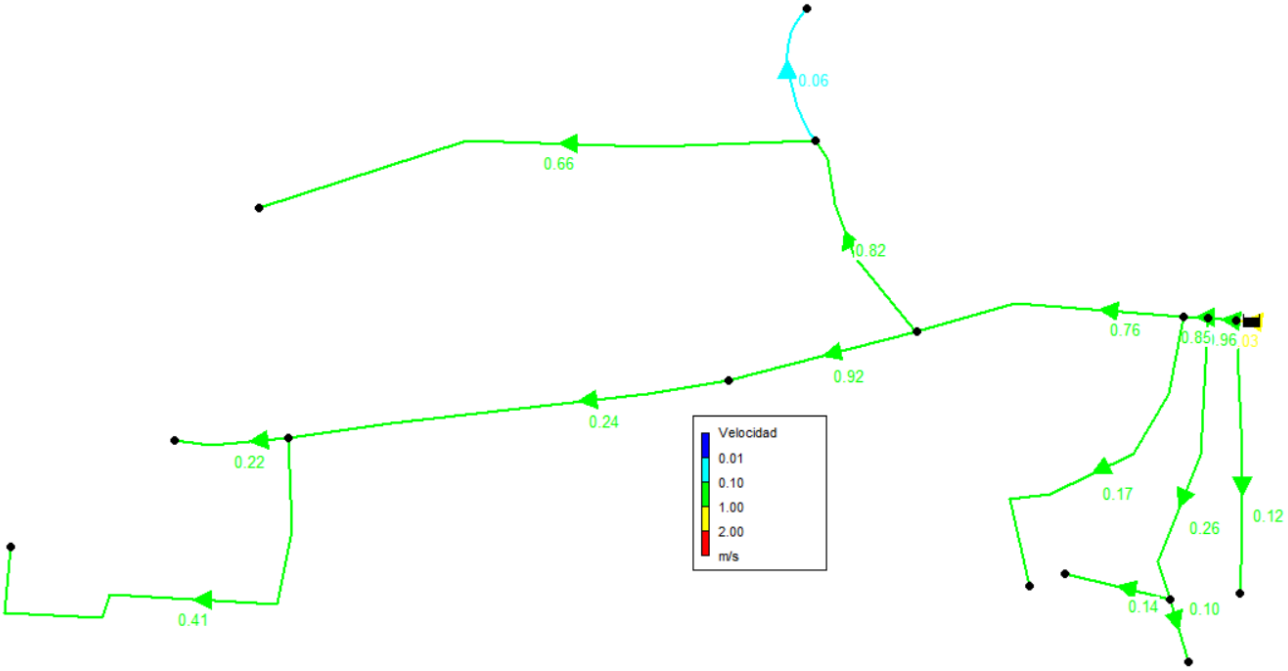


Fig. 7. Evaluación de velocidades de la red existente en modo estático

TABLA XIII

ANÁLISIS ESTÁTICO DE VELOCIDADES DE LA RED EXISTENTE

ANALISIS DE VELOCIDAD EN ESTADO ESTÁTICO									
Tubería	**Nudo inicial**	**Nudo final**	**Diámetro interno (mm)**	**Material**	**Hazen-Williams C**	**Caudal (L/s)**	**Velocidad (m/s)**	**Pérdida de carga (m)**	**Longitud (m)**
T-1	TD	N-1	46.8	PVC	140	1.77	1.03	0.52	19.19
T-2	N-1	N-2	21.8	PVC	140	0.05	0.12	0.51	339.17
T-3	N-1	N-3	46.8	PVC	140	1.66	0.96	0.84	34.72
T-4	N-3	N-4	28.8	PVC	140	0.17	0.26	1.36	362.16
T-5	N-4	N-5	21.8	PVC	140	0.05	0.14	0.20	133.78
T-6	N-5	N-6	28.8	PVC	140	0.07	0.10	0.06	80.28
T-7	N-3	N-7	46.8	PVC	140	1.47	0.85	0.58	30.04
T-8	N-7	N-8	21.8	PVC	140	0.06	0.17	0.97	459.22
T-9	N-7	N-9	46.8	PVC	140	1.3	0.76	5.15	336.71
T-10	N-9	N-10	28.8	PVC	140	0.6	0.92	9.44	242.86
T-11	N-10	N-11	46.8	PVC	140	0.41	0.24	1.00	552.45
T-12	N-11	N-12	21.8	PVC	140	0.08	0.22	0.52	143.07
T-13	N-11	N-13	21.8	PVC	140	0.15	0.41	7.55	652.42
T-14	N-9	N-14	28.8	PVC	140	0.53	0.82	8.55	276.76
T-15	N-14	N-15	28.8	PVC	140	0.04	0.06	0.05	177.49

T-16	N-14	N-16	21.8	PVC	140	0.25	0.66	21.03	705.83

- **Presiones**

Mediante los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la TABLA *XIV* que, la red, durante el escenario más crítico (QMH), existe un 12.50% de los valores de presión se encuentran por debajo del rango establecido, un 62.50% se encuentran dentro del rango, mientras que, un 25.00% presentan sobrepresiones. Teóricamente, es congruente que cuando las velocidades presentan valores menores, las presiones son mayores.

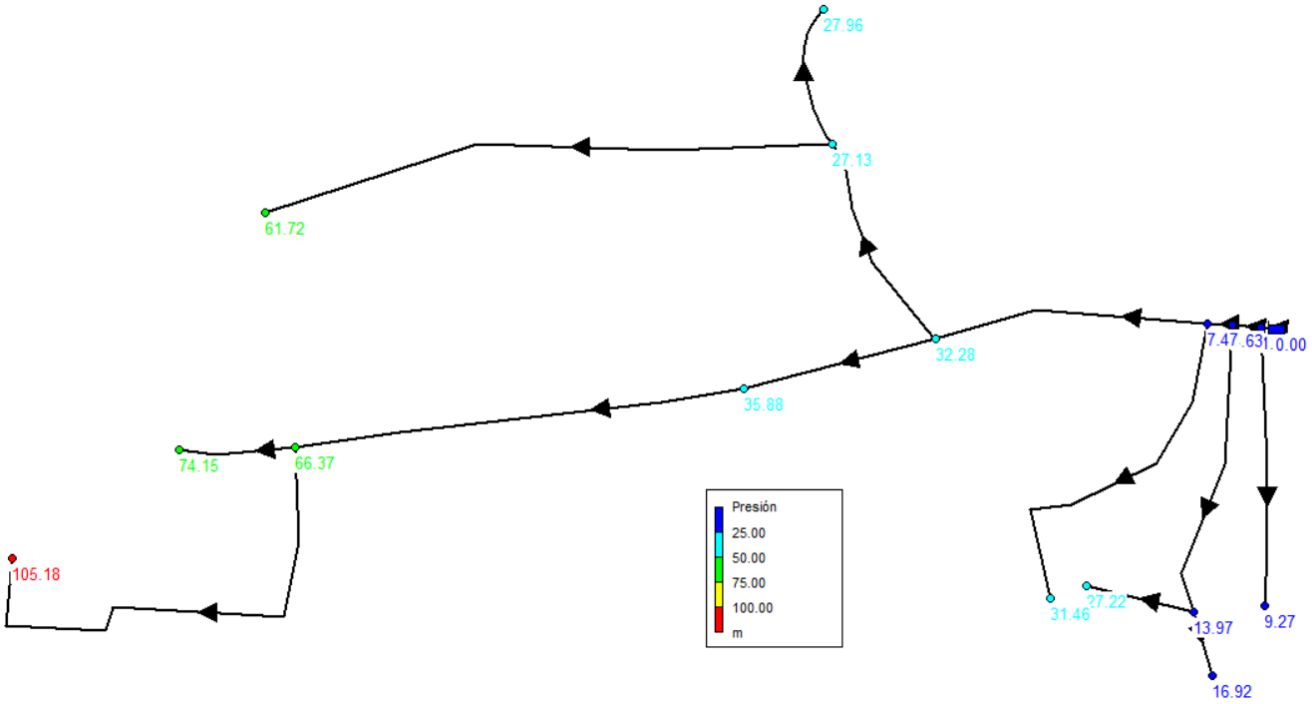


Fig. 8. Evaluación de presiones de la red existente en modo estático

TABLA XIV

ANÁLISIS ESTÁTICO DE PRESIONES DE LA RED EXISTENTE

ANALISIS EN ESTADO ESTÁTICO				
Nudo	**Elevación (m)**	**Demanda (L/s)**	**Gradiente hidráulica (m)**	**Presión (m H2O)**
N-1	3243.94	0.066	3245.13	1.19
N-2	3235.42	0.046	3244.69	9.27
N-3	3239.67	0.019	3244.30	4.63
N-4	3228.99	0.050	3242.96	13.97
N-5	3225.98	0.051	3242.90	16.92
N-6	3215.53	0.067	3242.75	27.22
N-7	3236.25	0.107	3243.72	7.47

N-8	3211.19	0.063	3242.65	31.46
N-9	3206.27	0.166	3238.55	32.28
N-10	3193.15	0.194	3229.03	35.88
N-11	3161.67	0.173	3228.04	66.37
N-12	3153.35	0.082	3227.50	74.15
N-13	3115	0.153	3220.18	105.18
N-14	3202.79	0.250	3229.92	27.13
N-15	3201.92	0.036	3229.88	27.96
N-16	3147.71	0.246	3209.43	61.72

b) Simulación en estado dinámico

Para la simulación en estado dinámico de la red actual se modeló en base a la curva de consumo obtenida del sector la cual no es una curva de consumo típica para pequeñas poblaciones (ver TABLA XV).

Se tomaron los datos obtenidos en el intervalo horario de 12:00h a 13:00h de la tarde debido a que es la hora pico de consumo, el cual equivale a la 13h00 de la tarde para la simulación y obtener las velocidades en las tuberías como la presión en los nodos.

TABLA XV

VALORES DE COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA DEL SECTOR

Tiempo Horas	Coeficiente de variación horaria	Tiempo Horas	Coeficiente de variación horaria
0	0.74	**12**	1.25
1	0.77	**13**	1.16
2	0.80	**14**	1.10
3	0.86	**15**	1.04
4	0.92	**16**	1.01
5	1.01	**17**	1.07
6	1.07	**18**	1.10
7	1.13	**19**	1.07
8	1.10	**20**	1.04
9	1.07	**21**	0.92
10	1.04	**22**	0.86
11	1.10	**23**	0.77

- **Velocidades**

Mediante los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la TABLA XVI que, la red presenta valores de velocidades en el escenario más crítico (QMH), de 31.25% menores valores a los normados, y un 68.75% dentro del rango de 0.3 – 3 (m/s).

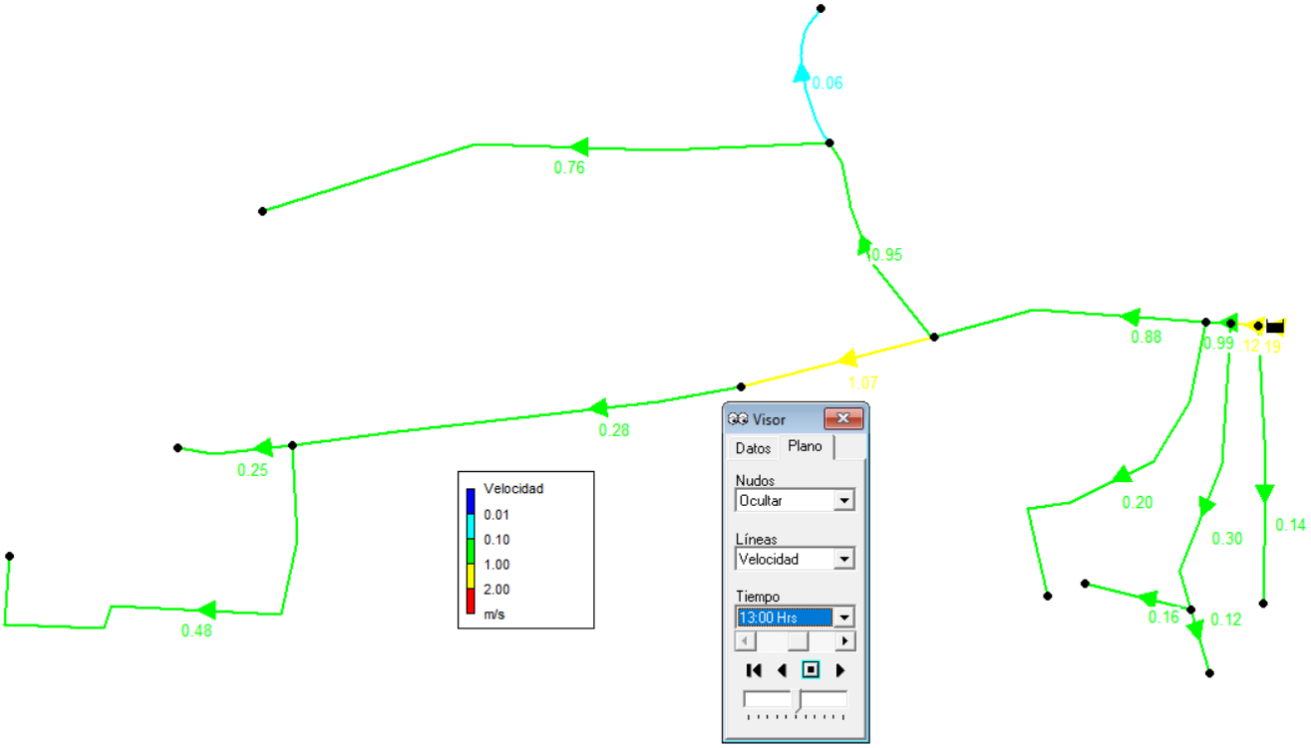


Fig. 9. Evaluación de velocidades de la red existente en modo dinámico

TABLA XVI

ANÁLISIS DINÁMICO DE VELOCIDADES DE LA RED EXISTENTE

ANALISIS DE VELOCIDAD EN ESTADO DINÁMICO									
Tubería	**Nudo inicial**	**Nudo final**	**Diámetro interno (mm)**	**Material**	**Hazen-Williams C**	**Caudal (L/s)**	**Velocidad (m/s)**	**Pérdida de carga (m/m)**	**Longitud (m)**
T-1	TD	N-1	46.8	PVC	140	2.05	1.19	0.68	19.19
T-2	N-1	N-2	21.8	PVC	140	0.05	0.14	0.51	339.17
T-3	N-1	N-3	46.8	PVC	140	1.92	1.12	1.09	34.72
T-4	N-3	N-4	28.8	PVC	140	0.19	0.30	1.67	362.16
T-5	N-4	N-5	21.8	PVC	140	0.06	0.16	0.28	133.78
T-6	N-5	N-6	28.8	PVC	140	0.08	0.12	0.07	80.28
T-7	N-3	N-7	46.8	PVC	140	1.71	0.99	0.76	30.04
T-8	N-7	N-8	21.8	PVC	140	0.07	0.20	1.30	459.22
T-9	N-7	N-9	46.8	PVC	140	1.51	0.88	6.79	336.71
T-10	N-9	N-10	28.8	PVC	140	0.7	1.07	12.55	242.86
T-11	N-10	N-11	46.8	PVC	140	0.47	0.28	1.28	552.45
T-12	N-11	N-12	21.8	PVC	140	0.1	0.25	0.78	143.07
T-13	N-11	N-13	21.8	PVC	140	0.18	0.48	10.58	652.42
T-14	N-9	N-14	28.8	PVC	140	0.62	0.95	11.43	276.76
T-15	N-14	N-15	28.8	PVC	140	0.04	0.06	0.05	177.49
T-16	N-14	N-16	21.8	PVC	140	0.29	0.76	27.69	705.83

- **Presiones**

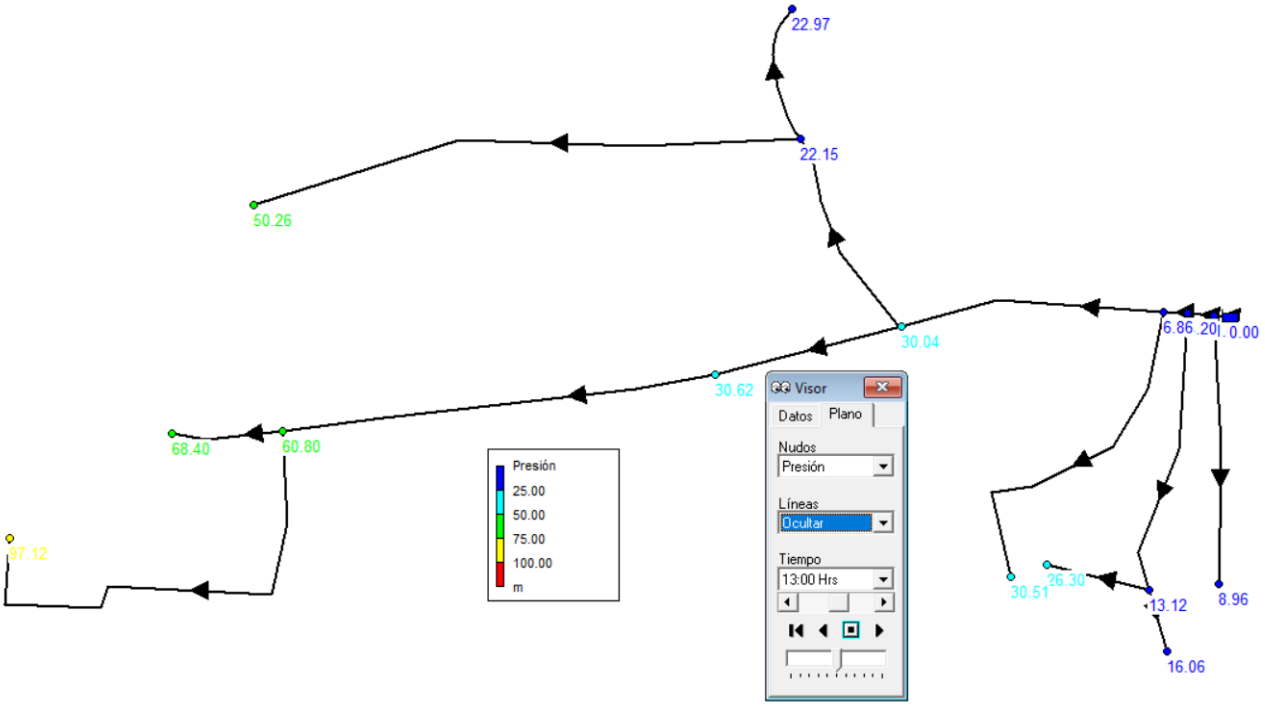


Fig. 10. Evaluación de presiones de la red existente en modo dinámico

TABLA XVII

ANÁLISIS DINÁMICO DE PRESIONES DE LA RED EXISTENTE

ANALISIS EN ESTADO DINÁMICO				
Nudo	**Elevación (m)**	**Demanda (L/s)**	**Gradiente hidráulica (m)**	**Presión (m H2O)**
N-1	3243.94	0.066	3244.96	1.02
N-2	3235.42	0.046	3244.38	8.96
N-3	3239.67	0.019	3243.87	4.2
N-4	3228.99	0.05	3242.11	13.12
N-5	3225.98	0.067	3242.04	16.06
N-6	3215.53	0.051	3241.83	26.3
N-7	3236.25	0.107	3243.11	6.86
N-8	3211.19	0.063	3241.70	30.51
N-9	3206.27	0.166	3236.31	30.04
N-10	3193.15	0.194	3223.77	30.62
N-11	3161.67	0.173	3222.47	60.8
N-12	3153.35	0.082	3221.75	68.4
N-13	3115	0.153	3212.12	97.12
N-14	3202.79	0.25	3224.94	22.15
N-15	3201.92	0.036	3224.89	22.97
N-16	3147.71	0.246	3197.97	50.26

Mediante los resultados obtenidos en la modelación, se identificó en la TABLA XVII que, la red en el QMH, un 56.25 % de los valores de presión que se encuentran dentro del rango moderado, un 18.75% se encuentran por debajo del rango establecido y un 25% sobrepasaban el límite establecido por la norma. Teóricamente es congruente que cuando los valores de velocidad son menores, las presiones son mayores.

4) Evaluación de la eficiencia del tratamiento del agua

Mediante visitas en campo y recolección de información se conoció el tratamiento del agua que realiza la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto, del agua que proviene de la vertiente Chinizacha. Se realiza el proceso de desinfección mediante la dosificación con hipo clorador por disolución artesanal, se prepara una solución de cloro con agua en un tanque de fibrocemento y con una llave de salida al tanque, con la cual controla el goteo dentro del tanque de almacenamiento.

Acorde con la encuesta de la calidad del agua, el 93.07% de la población encuestada indicó que, el agua que reciben es turbia por días y el 4.95% manifestó que el agua que reciben es turbia por meses. Esto debido a la limpieza regular de los tanques, las épocas de lluvia, un exceso de cloro en el proceso de tratamiento y continuos mantenimientos que se dan a las tuberías y acometidas. Por otra parte, el 91.09% de los encuestados manifestaron que la calidad del agua es regular, mientras que, el 8,91 consideran que el agua que reciben es de buena calidad.

Se efectuaron los análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua en el laboratorio del GADMIC Saquisilí, mediante a los parámetros básicos de la norma NTE-INEN 1108, se tomaron tres muestras de agua. La primera, en la vertiente Chinizacha, la segunda, al inicio de la llegada al tanque, y la tercera a la salida del tanque, los resultados del análisis se presentan en el Anexo H, en los cuales se evidenció que el agua es apta para el consumo humano, ya que los indicadores de pH, turbidez, coliformes fecales, coliformes totales, y sólidos totales están dentro de los límites tolerables propuestos por normativa nacional e internacional (ver TABLA XVIII).

TABLA XVIII

PARÁMETROS, MÉTODOS Y NORMA UTILIZADA EN EL ANÁLISIS DEL AGUA

PARÁMETROS	**UNIDADES**	**MÉTODO UTILIZADO**	**Norma de referencia: DE ACUERDO CON NTE INEN 1108:2014 AGUA POTABLE REQUISITOS**
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			

CLORO	mg/l	HANNA-H193701	0,3-0,5
Ph	Und.	HACH-SESION1	6,5-8,5
TOTAL DISELTO DE SOLIDOS	mg/l	HACH-SESION5	500
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1

a) Muestra 1: Agua natural (vertiente)

TABLA XIX

ANÁLISIS DE POTABILIDAD DEL AGUA MUESTRA 1

PARÁMETROS	**UNIDADES**	**RESULTADO**	**CUMPLIMIENTO**
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	1.65	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
CLORO	mg/l	***	No Verificable
Ph	Und.	6.8	Cumple
TOTAL DISELTO DE SOLIDOS	mg/l	55.2	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	<1.1	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	<1.1	Cumple

b) Muestra 2: Agua natural (llegada al tanque reservorio)

TABLA XX

ANÁLISIS DE POTABILIDAD DEL AGUA MUESTRA 2

PARÁMETROS	**UNIDADES**	**RESULTADO**	**CUMPLIMIENTO**
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	1.7	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
CLORO	mg/l	0.16	No cumple
Ph	Und.	6.52	Cumple
TOTAL DISELTO DE SOLIDOS	mg/l	49.9	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	<1.1	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	<1.1	Cumple

c) Muestra 3: Agua (salida del tanque reservorio)

TABLA XXI

ANÁLISIS DE POTABILIDAD DEL AGUA MUESTRA 3

PARÁMETROS	**UNIDADES**	**RESULTADO**	**CUMPLIMIENTO**
ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS			
TURBIDEZ	NTU	1.55	Cumple

ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS			
CLORO	mg/l	0.31	Cumple
Ph	Und.	6.8	Cumple
TOTAL DISELTO DE SOLIDOS	mg/l	50	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS			
COLIFORMES FECALES	ufc/l	Ausencia	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	Ausencia	Cumple

5) Evaluación de prácticas administrativas de la JAAP

La junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro, como prestador comunitario y legalmente jurídico, se encarga de administrar el servicio de agua potable del sector, es constituida mediante una designación ecuánime de una asamblea general de los usuarios y la administración elegida puede ejercer sus funciones por cuatro años.

a) Manejo de ingresos y egresos de la prestación del servicio

La JAAP Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro cuenta con un sistema de micro medición, por lo tanto, para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema se estableció una tarifa de $2.50 U.S.D. por los 10 m^3 de agua de consumo mensual, se puede apreciar que el sistema no es sustentable, ya que no todos los usuarios realizan sus pagos a tiempo, existiendo usuarios que no han realizado el pago por más de 4 meses en los peores casos, esto debido al aspecto socioeconómico del sector. Causando que no se disponga del presupuesto necesario para realizar mantenimientos preventivos, continuos y correctivos.

b) Métodos de operación y mantenimiento

La junta de agua realiza un mantenimiento preventivo que consiste en la limpieza regular del tanque de distribución y acometidas, mediante la colaboración de los usuarios en mingas comunitarias. También mantenimiento correctivo en tuberías principales y secundarias, esto dependiendo del presupuesto con el que cuente la JAAP, como se puede observar en la Fig. 11.



Fig. 11. Limpieza periódica del tanque

6) Diagnóstico del SDAP actual

a) Deficiencias encontradas en el SDAP existente

A partir de las evaluaciones realizadas en capítulos anteriores, se han identificado una serie de deficiencias en el sistema, las cuales se describirán a continuación.

- **Presión inadecuada**



Fig. 12. Sobre presiones

Mediante la información proporcionada de las encuestas, el 63.37% de las personas indican que la presión del agua es adecuada. Sin embargo, el 10.89% incidan que la presión del agua es elevada, es decir que en diferentes acometidas existe sobrepresiones las cuales se identificaron con

la ayuda de un manómetro como se indica en la Fig. 12 y el 25.74% menciona que la presión es baja. Esto debido a que la JAAP del sector no cuenta con un tanque reductor de presiones y al no realizar una correcta regulación de las válvulas de presión generan el agrietamiento, desgaste de las tuberías y con el pasar del tiempo provocan fugas continuas.

- **Desperdicio de agua**

Mediante las visitas de campo se observó que hay un desperdicio de agua, principalmente debido a grifos dañados y a la falta de atención por parte de los usuarios. Además se observó que varios de los usuarios ocupan el agua para fines agropecuarios, pese a que el sector dispone de agua de riego.

- **Fugas**

Se evidencio que existe fugas principalmente provocadas por las inadecuadas conexiones en las diferentes acometidas, por el desgaste de los materiales y la presión excesiva presentes en varias acometidas. (ver Fig. 13).



Fig. 13. Fugas provocadas por sobre presiones

- **Estado de los elementos principales del sistema y de sus componentes**

Mediante información recolectada del presidente de la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro, se conoció que el sistema fue construido en el año 1995, no se dispone de información que indique para cuantos años fue diseñado el sistema, pero en la TABLA III indica que la vida útil para tuberías de PVC

varían de 20-25 años, lo que quiere decir que cumplió su periodo de uso debido a que lleva 29 años en servicio, por este motivo, se evidencia el deterioro de diversos componentes del sistema. (ver Fig. 14).



Fig. 14. Deterioro de los componentes de la red

- **Carencia de sistema de micro medición y tarifación**



Fig. 15. Carencias en los micromedidores

El SADP cuenta con un micromedidor en cada una de las acometidas para todos los usuarios, mediante el cual, los operadores que son trabajadores contratados por la junta central administradora de Agua Potable y Saneamiento Regional Píllaro Alto, se encargan de realizar lecturas mensuales en los medidores y así evidenciar el consumo. Sin embargo, varios de estos están en malas condiciones o proporcionan lecturas erróneas que en parte perjudican a los usuarios y a la JAAP. Por otro lado, la junta no puede realizar reposiciones de estos, debido a que no cuentan

con el presupuesto necesario, ya que existen usuarios que tienen varios meses sin realizar el pago correspondiente por la tarifa del agua potable (ver Fig. 15).

b) Análisis de los problemas identificados y sus posibles causas

Se han detectado los siguientes problemas en el SDAP y se han determinado sus posibles causas. (ver TABLA XXII).

TABLA XXII

ANÁLISIS DE PROBLEMAS ENCONTRADOS EN EL SISTEMA EXISTENTE

Problema	Causas posibles	Propuesta de optimización
Presión inadecuada	Aspectos topográficos	Rediseño integral de un sistema que cumpla con la normativa vigente que garantice un suministro eficaz
	Válvulas insuficientes	
	Consumos no autorizados	
Desperdicio de agua	Problemas de mantenimiento	
	Consumos no autorizados	
	Uso para fines agropecuarios	
Fugas	Problemas de mantenimiento	
	Conexiones desgastadas	
	Presión excesiva	
Estado de los elementos principales del sistema y de sus componentes	Envejecimiento de las tuberías y accesorios	
	Nivel económico bajo del sector	
	Presupuesto reducido	
Carencia de sistema de micro medición y tarifación	fallas en los micromedidores	
	Deficiente gestión de los encargados	
	Presión elevada	

D. FASE 4: Elaboración de una propuesta de optimización del SDAP

1) Parámetros de diseño

a) Área del proyecto

El área que se estableció para el diseño de este proyecto es de 86.60 ha, la cual corresponde a la superficie total de la comunidad Andahualo Alto San Isidro. Dado que el sistema de distribución existente está colindado con otras redes que pertenecen a otras jurisdicciones como son las de los sectores barrio el Quinche, la comunidad Andahualo San Luis, la haciendo Vela y el

sector de dos acequias, por lo que, no es posible que exista un área de expansión representativa (ver Fig. 16).



Fig. 16. Área del proyecto

b) Período de diseño

El periodo de diseño para la optimización del sistema de distribución de agua potable de la comunidad Andahualo Alto San Isidro, se seleccionó en base a la TABLA III, vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable, en donde se indica que para tuberías PCV varían de 20 a 25 años.

$$n = 25\ años$$

Por otro lado en la TABLA XXIII, se presenta los diámetros mínimos dependiendo cantidad de habitantes del sector.

TABLA XXIII

DIÁMETROS MÍNIMOS PARA REDES DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN LA POBLACIÓN

Población (hab)	**Diámetro mínimo**	
	Tuberías Principales	**Tuberías Secundarías**
Menor a 1000	25	19
1000 a 3000	50	25
3000 a 20000	75	50
mayor a 20000	100	50

Fuente: Garces, G. “Pequeños Sistemas de Agua Potable” [20].

c) Tasa de Crecimiento Poblacional

Para la determinación de la tendencia y tasa de crecimiento de la población del sector del proyecto, se utilizaron los datos intercensales del INEC correspondientes a la totalidad de la parroquia de San Andrés del cantón Píllaro (ver TABLA XXIV).

TABLA XXIV

PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS

Nombre de parroquia		2010			2001			1990		
		Hombre	**Mujer**	**Total**	**Hombre**	**Mujer**	**Total**	**Hombre**	**Mujer**	**Total**
180855	**SAN ANDRES**	5248	5952	**11200**	4628	5257	**9885**	4133	4472	**8605**

Fuente: INEC "POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS" [25].

Así mismo como se establece en la normativa, fue necesaria la aplicación de tres métodos de proyección poblacional.

- **Método aritmético**

Determinado mediante la ecuación 20:

- **1990-2001**

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{Pf_i}{P_i} - 1}{n'} * 100\right]$$

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{9885}{8605} - 1}{(2001 - 1990)} * 100\right]$$

$$r(\%) = 1.35\ \%$$

- **2001-2010**

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{Pf_i}{P_i} - 1}{n'} * 100\right]$$

$$r(\%) = \left[\frac{\frac{11200}{9885} - 1}{(2010 - 2001)} * 100\right]$$

$$r(\%) = 1.48\ \%$$

Tasa media de crecimiento poblacional:

$$r(\%) = \frac{(1.35 + 1.48)\%}{2} = 1.42\%$$

En la Fig. 17 se puede apreciar la tendencia lineal que posee un facto de correlación de 0.9957.

TABLA XXV
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL - MÉTODO ARITMÉTICO

Año Censal	Población (hab)	Intervalo de tiempo (n´)	Tasa de crecimiento (%)
1990	8605	-	-
2001	9885	11	1.35
2010	11200	9	1.48

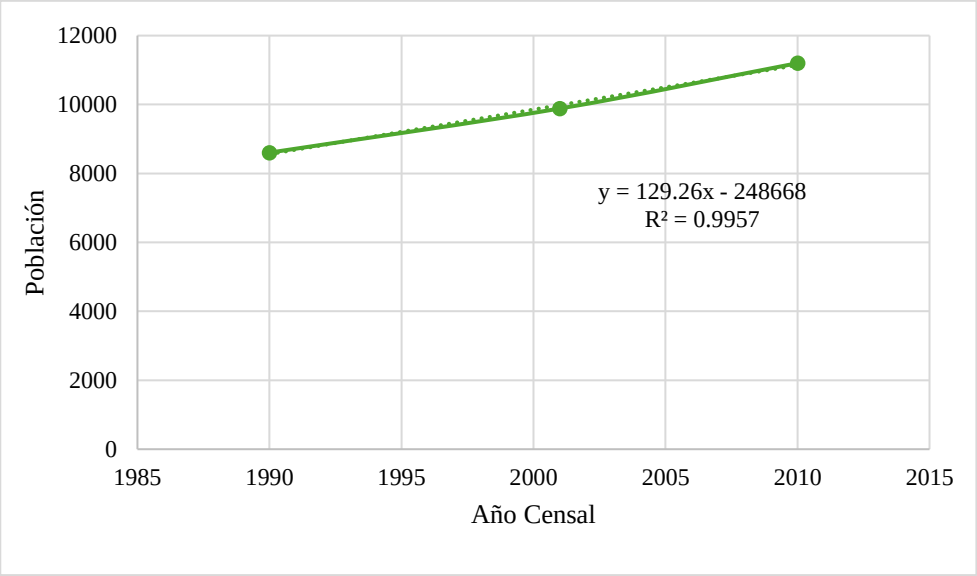


Fig. 17. Tendencia Poblacional - Método Aritmético

- **Método Geométrico**

  Determinado mediante la ecuación 21:

- **1990-2001**

$$r(\%) = \left[\left(\frac{Pf_i}{P_i}\right)^{\frac{1}{n'}} - 1\right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\left(\frac{9885}{8605}\right)^{\frac{1}{11}} - 1\right] * 100$$

$$r(\%) = 1.27\ \%$$

- **2001-2010**

$$r(\%) = \left[\left(\frac{Pf_i}{P_i}\right)^{\frac{1}{n'}} - 1\right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\left(\frac{11200}{9885}\right)^{\frac{1}{9}} - 1\right] * 100$$

$$r(\%) = 1.40\ \%$$

Tasa media de crecimiento poblacional:

$$r(\%) = \frac{(1.27 + 1.40)\%}{2} = 1.33\%$$

En la Fig. 18 se puede apreciar la tendencia lineal que posee un facto de correlación de 1.

TABLA XXVI
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL – MÉTODO GEOMÉTRICO

Año Censal	Población (hab)	Intervalo de tiempo (n´)	Tasa de crecimiento (%)
1990	8605	-	-
2001	9885	11	1.27
2010	11200	9	1.40

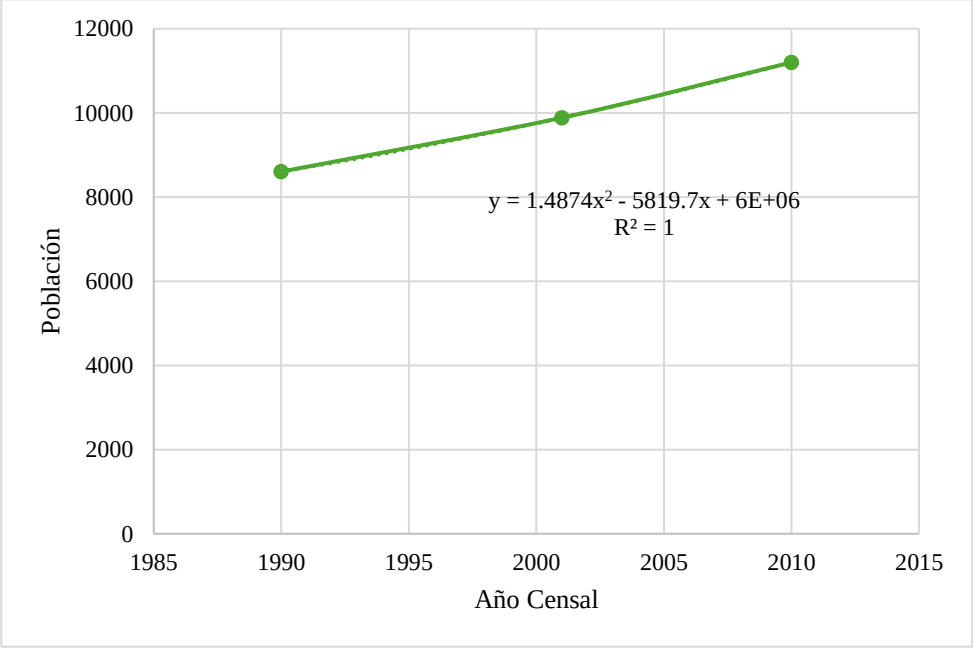


Fig. 18. Tendencia Poblacional – Método Geométrico

- **Método Exponencial**

  Determinado mediante la ecuación 22:

- **1990-2001**

$$r(\%) = \left[\frac{Ln\left(\frac{Pf_i}{P_i}\right)}{n'}\right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\frac{Ln\left(\frac{9885}{8605}\right)}{11}\right] * 100$$

$$r(\%) = 1.26\ \%$$

- **2001-2010**

$$r(\%) = \left[\frac{Ln\left(\frac{Pf_i}{P_i}\right)}{n'}\right] * 100$$

$$r(\%) = \left[\frac{Ln\left(\frac{11200}{9885}\right)}{9}\right] * 100$$

$$r(\%) = 1.39\ \%$$

Tasa media de crecimiento poblacional:

$$r(\%) = \frac{(1.26 + 1.39)\%}{2} = 1.32\%$$

En la Fig. 19 se puede apreciar la tendencia lineal que posee un facto de correlación de 0.9992.

TABLA XXVII

TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL – MÉTODO EXPONENCIAL

Año Censal	Población (hab)	Intervalo de tiempo (n´)	Tasa de crecimiento (%)
1990	8605	-	-
2001	9885	11	1.26
2010	11200	9	1.39

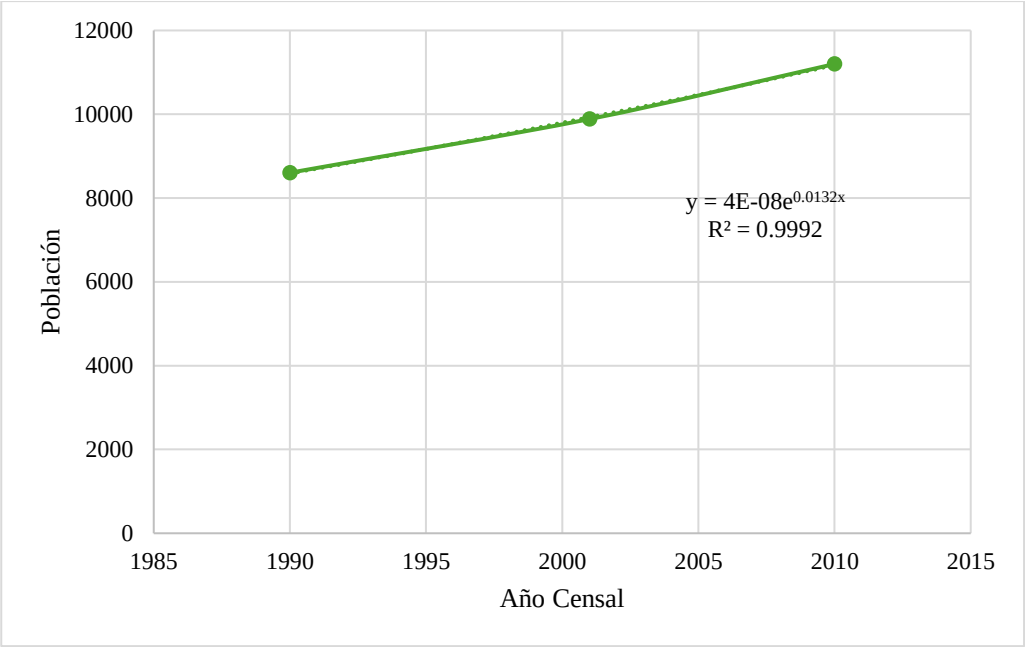


Fig. 19. Tendencia Poblacional – Método Exponencial

A partir de los resultados obtenidos mediante los tres métodos aplicados, se decidió elegir el método geométrico para la proyección poblacional del proyecto, que cuenta con una tasa de crecimiento de 1.33% y un factor de correlación de 1 (ver TABLA XXVIII).

TABLA XXVIII

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA TRES DISTINTOS MÉTODOS (ARITMÉTICO, GEOMÉTRICO Y EXPONENCIAL)

Método	Tasa de crecimiento (%)	Coeficiente de Correlación (R^2)
Aritmético	1.42	0.9957
Geométrico	**1.33**	**1.0000**
Exponencial	1.32	0.9992

d) Población de diseño

- **Población actual**

De los 40 predios identificados dentro de la comunidad Andahualo Alto San Isidro se conoció que 139 predios son de uso residencial, y 1 predio corresponde a población flotante. Estos valores ya fueron calculados previamente en la fase tres del proyecto con lo cual se pudo obtener la siguiente información (ver TABLA *XXIX*).

TABLA XXIX

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN ACTUAL

Población Actual	
Población contada	538
Población flotante	184.00
Población permanente	28.00
Población actual	566.00

- **Población futura**

  Determinado mediante la ecuación 24:

  Para encontrar la población futura se ocupó los valores obtenidos del método geométrico.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pf = 566 * (1 + 0.0133)^{25}$$

$$Pf = 788.12\ hab = 789\ hab$$

e) Dotación

- **Dotación actual**

  $D_{ma} = 90\ \ lt/hab/día$ según lo calculado en la fase tres del proyecto

- **Dotación media futura**

  Determinado mediante la ecuación 26:

$$D_{mf} = D_{ma} + (1\ l/hab/día * n) = 90 + (1\ l/hab/día * 25)$$

$$D_{mf} = 115\ \ l/hab/día$$

f) Caudales de diseño

- **Caudal medio diario**

  Determinado mediante la ecuación 27:

$$Q_{md} = P_f * \frac{D_{mf}}{86400}$$

$$Q_{md} = 789\ hab * \frac{115\frac{l}{hab} * día}{86400}$$

$$Q_{md} = \ 1.05\ l/seg$$

- **Caudal máximo diario**

  Determinado mediante la ecuación 28:

$$Q_{MD} = Q_{md} * K_{MD}$$

$$Q_{MD} = 1.05\ l/seg * 1.25$$

$$Q_{MD} = 1.31\ l/seg$$

- **Caudal máximo horario (Caudal de diseño)**

Determinado mediante la ecuación 29:

$$Q_{MH} = Q_{md} * K_{MH}$$

$$Q_{MH} = 1.31\ l/seg * 3$$

$$Q_{MH} = 3.15\ l/seg$$

En este proyecto se utilizará el QMH calculado para la red, por otra parte, no se tomará en cuenta el caudal de incendios, debido a que en la norma CPE INEN 5 Parte 9.2:1997 [15], no hace referencia a tomar en cuenta dicho caudal. Así mismo en el libro Pequeños Sistemas de Agua Potable de Garces G[20], hace referencia que para estimar ese caudal la población debe ser mayor a 5000 habitantes para la Sierra como se indica en la TABLA IV.

2) Diseño de las redes de distribución

a) Determinación de las demandas base

Determinado mediante la ecuación 14 y 15:

Se utilizó el método de las áreas unitarias para poder determinar la demanda base en cada nodo de consumo (ver TABLA XXX).

TABLA XXX

DEMANDA BASE DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Nodos	Área (m2)	Área (ha)	Área (%)	Escenario de Diseño QMH Demanda base (lt/s)
N-1	44000.00	4.40	0.05	0.160
N-2	13447.17	1.34	0.02	0.049
N-3	33900.00	3.39	0.04	0.123
N-4	40500.00	4.05	0.05	0.147
N-5	45800.00	4.58	0.05	0.167
N-6	13082.61	1.31	0.02	0.048
N-7	25604.97	2.56	0.03	0.093
N-8	16442.69	1.64	0.02	0.060
N-9	21826.62	2.18	0.03	0.079
N-10	20868.31	2.09	0.02	0.076
N-11	61541.56	6.15	0.07	0.224
N-12	82203.00	8.22	0.09	0.299
N-13	37826.83	3.78	0.04	0.138
N-14	131674.34	13.17	0.15	0.479
N-15	81300.82	8.13	0.09	0.296
N-16	16729.77	1.67	0.02	0.061

N-17	72752.95	7.28	0.08	0.265
N-18	30831.00	3.08	0.04	0.112
N-19	45460.28	4.55	0.05	0.165
N-20	30239.96	3.02	0.03	0.110
Total		**86.603**	**100.00%**	**3.15**

b) Revisión de la capacidad del tanque de almacenamiento existente

- **Volumen de regulación**

Acorde a la normativa, para determinar el volumen de regulación para los sectores con poblaciones menores a 5 000 habitantes, se debe estimar un 30% del volumen consumido en un día, aplicando el caudal medio diario[19].

1. **Caudal de almacenamiento**

$$Qalmac_{RED} = 30\% * Qmd$$

$$Qalmac_{RED} = 0.30 * 1.05\ l/s$$

$$Qalmac_{RED} = 0.32 \frac{l}{s}$$

2. **Volumen de almacenamiento**

$$Valmac_{RED} = 0.32 \frac{l}{s} * \frac{1m^3}{1000\ l} * \frac{86400\ s}{1\ día}$$

$$Valmac_{RED} = 27.22\ m^3/día$$

- **Volumen de protección contra incendios y volumen de emergencia**

Los volúmenes para la protección contra incendios y de emergencia no deben ser considerados en poblaciones hasta 5 000 hab en la sierra, en base a los establecido por la normativa[19].

TABLA XXXI

VOLUMEN DISPONIBLE VS VOLUMEN REQUERIDO

Tanque	**Volumen total disponible (m3/día)**	**Volumen total requerido (m3/día)**	**Cumplimiento de relación Volumen Total disponible > Volumen total requerido**
Rectangular	5*4.5*2.15=48.38	27.22	48.38>27.22

Mediante la TABLA *XXXI*, se evidenció que, el tanque existente del sector cumple la relación del volumen total disponible en comparación con el volumen total requerido, por lo cual, se considera que es factible la utilización del mismo tanque.

c) Dimensionamiento del sistema de distribución

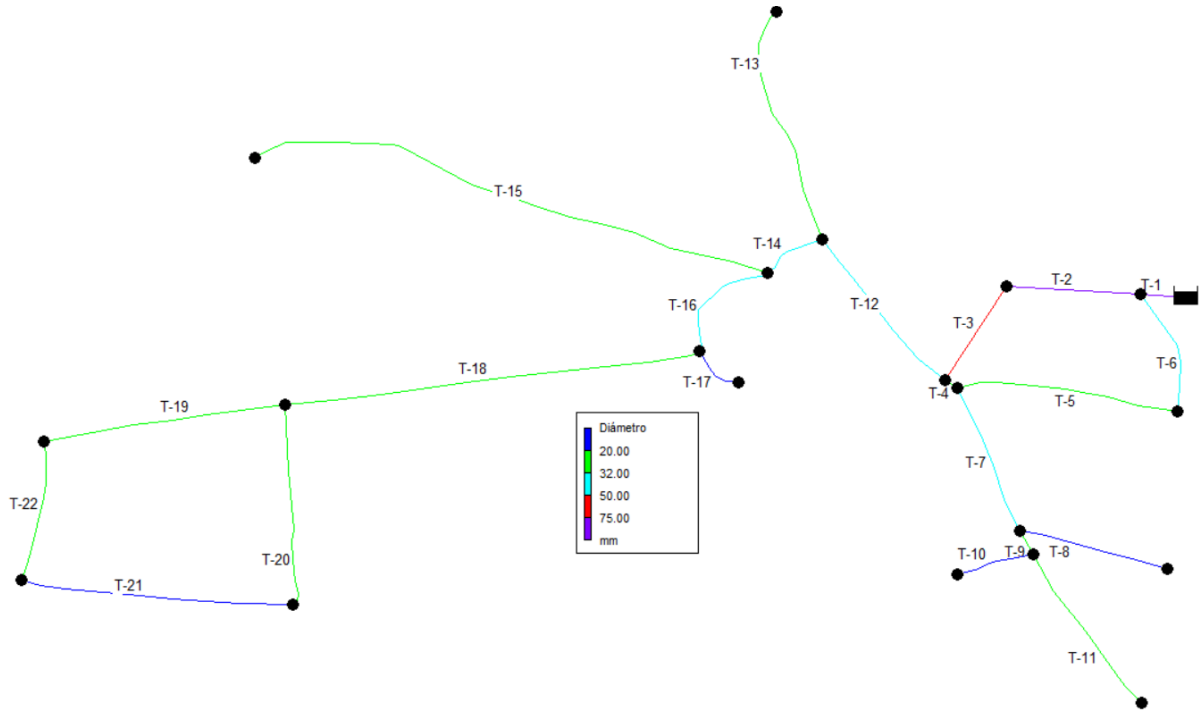


Fig. 20. Dimensionamiento de la red

d) Análisis hidráulico del sistema de distribución de agua potable

Para el diseño de la red, se examinó una gráfica de mapas de contorno que involucra presiones del área, con el objeto de determinar hasta qué cota el sistema mantiene la altura requerida para cumplir con las presiones, tal como se muestra en la Fig. 21.

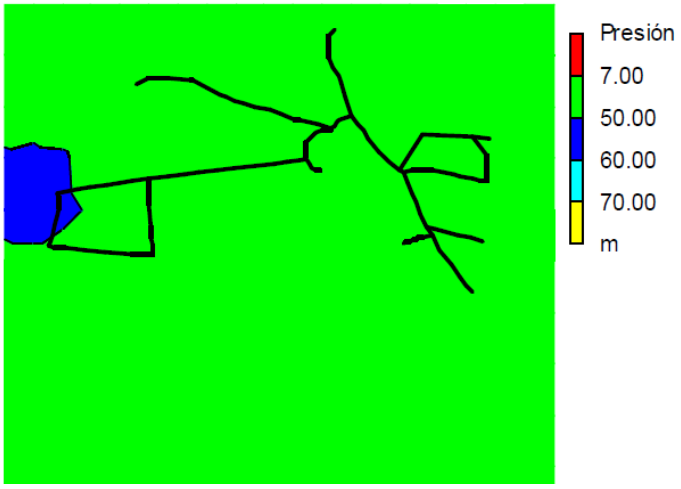


Fig. 21. Gráfico de control de presiones a las 12 pm (hora pico)

En la Fig. 21, se puede apreciar que las presiones en los Nodos 18 y 20 superan los 50 m.c.a establecidos por la norma, por lo cual, se ha decidido implementar tres válvulas reductoras de presión, entre los nodos 17-18, 18-20 y 19-20.

- **Análisis estático del sistema (Diseño)**
- **Presiones**

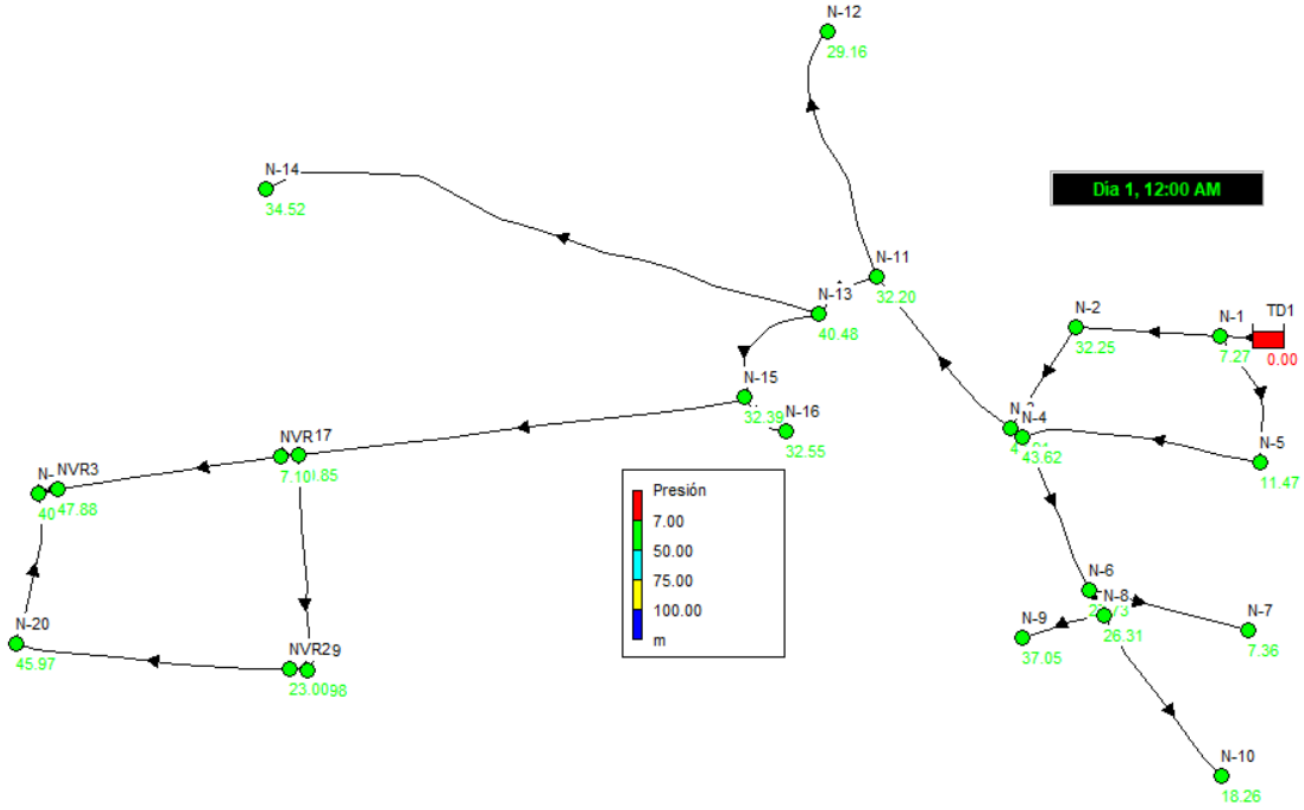


Fig. 22. Análisis estático de presiones del sistema

Mediante la TABLA XXXII y Fig. 22 se puede apreciar que al implementar las tres válvulas reductoras de presión se logró optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %, controlando así las sobre presiones que presentaba en el dimensionamiento.

TABLA XXXII

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LOS NUDOS

ANALISIS EN ESTADO ESTÁTICO				
Nudo	**Elevación (m)**	**Demanda (L/s)**	**Gradiente hidráulica (m)**	**Presión (m H2O)**
N-1	3238.40	0.160	3245.67	7.27
N-2	3214.01	0.049	3257.92	43.91
N-3	3201.25	0.123	3244.87	43.62
N-4	3200.93	0.147	3212.40	11.47
N-5	3234.36	0.167	3262.09	27.73
N-6	3215.99	0.048	3223.35	7.36
N-7	3234.01	0.093	3260.32	26.31
N-8	3216.65	0.060	3253.70	37.05

N-9	3205.01	0.079	3223.27	18.26
N-10	3223.97	0.076	3256.17	32.20
N-11	3202.04	0.224	3231.20	29.16
N-12	3201.93	0.299	3242.41	40.48
N-13	3191.32	0.138	3225.84	34.52
N-14	3132.98	0.479	3165.37	32.39
N-15	3192.30	0.296	3224.85	32.55
N-16	3191.77	0.061	3212.62	20.85
N-17	3160.22	0.265	3200.22	40.00
N-18	3116.99	0.112	3149.24	32.25
N-19	3144.55	0.165	3176.53	31.98
N-20	3112.54	0.110	3158.51	45.97
NVR1	3160.10	0.265	3167.20	7.10
NVR2	3144.50	0.165	3167.50	23.00
NVR3	3116.99	0.112	3164.87	47.88

- **Velocidades**

Mediante la TABLA XXXIII y la Fig. 23, se puede apreciar que, al disminuir el diámetro en algunas tuberías, se logró optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %. De este modo, se eliminan las bajas velocidades y se previene la sedimentación, cumpliendo con el rango establecido por la normativa ecuatoriana, que es de 0.3 a 3 m/s.

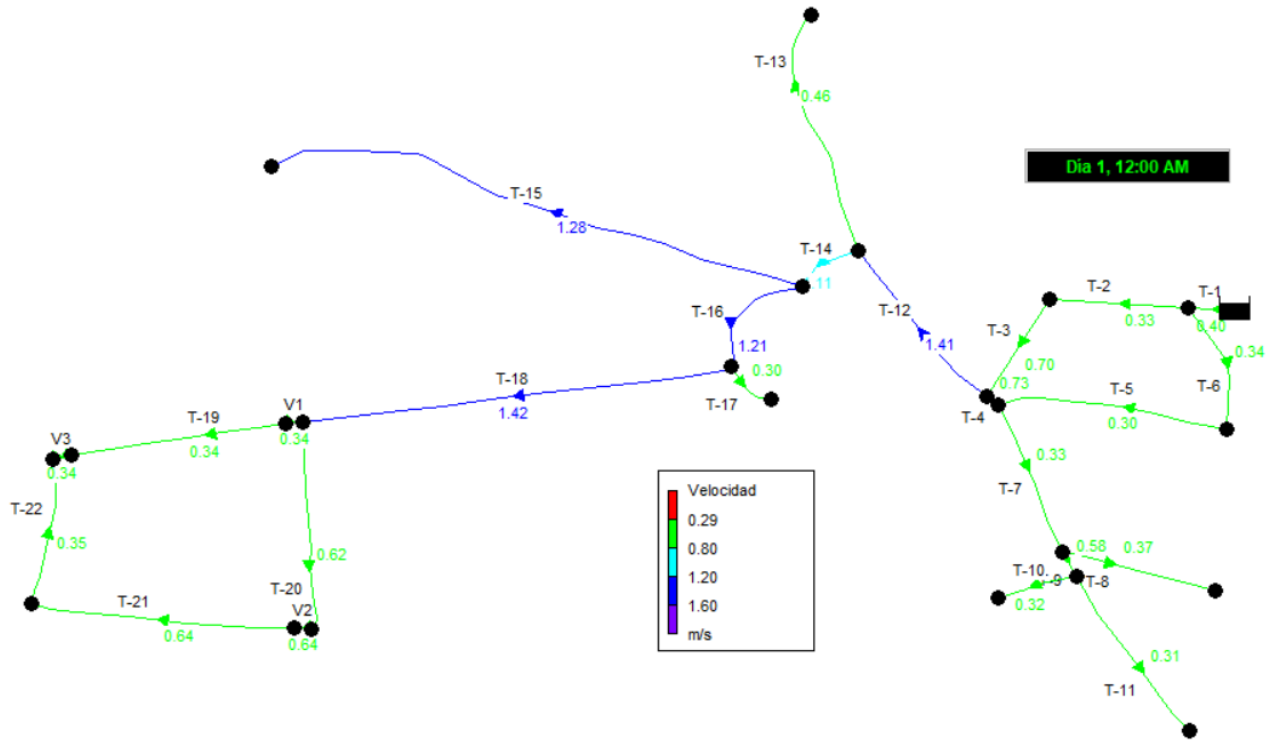


Fig. 23. Análisis estático de velocidades

TABLA XXXIII

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESTÁTICO DE LAS TUBERÍAS

ANALISIS DE VELOCIDAD EN ESTADO ESTÁTICO									
Tubería	**Nudo inicial**	**Nudo final**	**Diámetro interno (mm)**	**Material**	**Hazen-Williams C**	**Caudal (L/s)**	**Velocidad (m/s)**	**Pérdida de carga (m/m)**	**Longitud (m)**
T-1	TD	N-1	105.60	PVC	150	3.48	0.4	0.11	66.83
T-2	N-1	N-2	105.60	PVC	150	2.92	0.33	0.20	174.64
T-3	N-2	N-3	72.00	PVC	150	2.87	0.7	1.11	154.68
T-4	N-3	N-4	21.80	PVC	150	0.27	0.73	0.59	19.41
T-5	N-4	N-5	28.80	PVC	150	0.19	0.3	1.23	303.64
T-6	N-1	N-5	36.80	PVC	150	0.36	0.34	0.74	183.64
T-7	N-4	N-6	36.80	PVC	150	0.36	0.33	0.85	210.58
T-8	N-6	N-7	17.80	PVC	150	0.09	0.37	2.20	207.52
T-9	N-6	N-8	21.80	PVC	150	0.22	0.58	0.79	38.00
T-10	N-8	N-9	17.80	PVC	150	0.08	0.32	0.91	107.10
T-11	N-8	N-10	21.80	PVC	150	0.08	0.31	0.80	250.30
T-12	N-3	N-11	46.80	PVC	150	2.42	1.41	10.84	254.82
T-13	N-11	N-12	28.80	PVC	150	0.3	0.46	3.17	334.26
T-14	N-11	N-13	46.80	PVC	150	1.9	1.11	2.43	89.36
T-15	N-13	N-14	21.80	PVC	150	0.48	1.28	64.33	732.77
T-16	N-13	N-15	36.80	PVC	150	1.28	1.21	7.04	167.02
T-17	N-15	N-16	17.80	PVC	150	0.06	0.3	0.36	71.88
T-18	N-15	N-17	28.80	PVC	150	0.93	1.42	43.65	566.98
T-19	N-17	N-18	21.80	PVC	150	0.13	0.34	2.59	330.94
T-20	N-17	N-19	28.80	PVC	150	0.4	0.62	4.45	275.63
T-21	N-19	N-20	21.80	PVC	150	0.24	0.64	9.07	373.14
T-22	N-18	N-20	21.80	PVC	150	0.13	0.35	1.54	196.80
VRP1	N-17	NVR1	21.80	-	-	0.13	0.34	-	-
VRP2	N-19	NVR2	21.80	-	-	0.24	0.64	-	-
VRP3	N-18	NVR3	21.80	-	-	0.13	0.34	-	-

- **Análisis dinámico del sistema (Diseño)**

Con el objeto de efectuar un análisis adecuado, es necesario realizar un estudio de demanda de la localidad. No obstante, debido al comportamiento atípico del patrón de consumo de la población en estudio, se utilizarán los valores de los coeficientes de variación horaria para pequeñas comunidades establecidos en el manual de CONAGUA. [26].

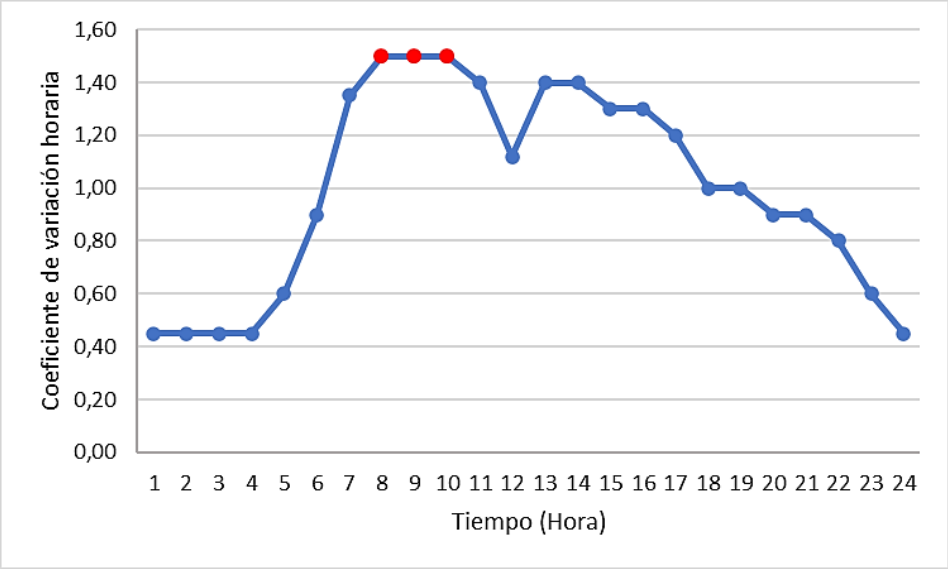


Fig. 24. Curva de consumo típico de pequeñas comunidades

Fuente: CONAGUA "Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado"[26].

TABLA XXXIV

COEFICIENTES DE VARIACIÓN HORARIA PARA PEQUEÑAS COMUNIDADES

Tiempo (Hora)	Coeficientes de variación horaria	Tiempo (Hora)	Coeficientes de variación horaria
1	0.45	**13**	1.40
2	0.45	**14**	1.40
3	0.45	**15**	1.30
4	0.45	**16**	1.30
5	0.60	**17**	1.20
6	0.90	**18**	1.00
7	1.35	**19**	1.00
8	1.50	**20**	0.90
9	1.50	**21**	0.90
10	1.50	**22**	0.80
11	1.40	**23**	0.60
12	1.12	**24**	0.45

Fuente: CONAGUA "Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado"[26].

- **Presiones**

Mediante la TABLA XXXV y la Fig. 25, se puede apreciar que al analizar el sistema en estado dinámico a las 9 A.M. en donde se tiene el mayor consumo según la TABLA XXXIV y con la implementación de las tres válvulas reductoras de presión, un 100 % de los nodos cumplen con el rango de presiones establecidos por la normativa.

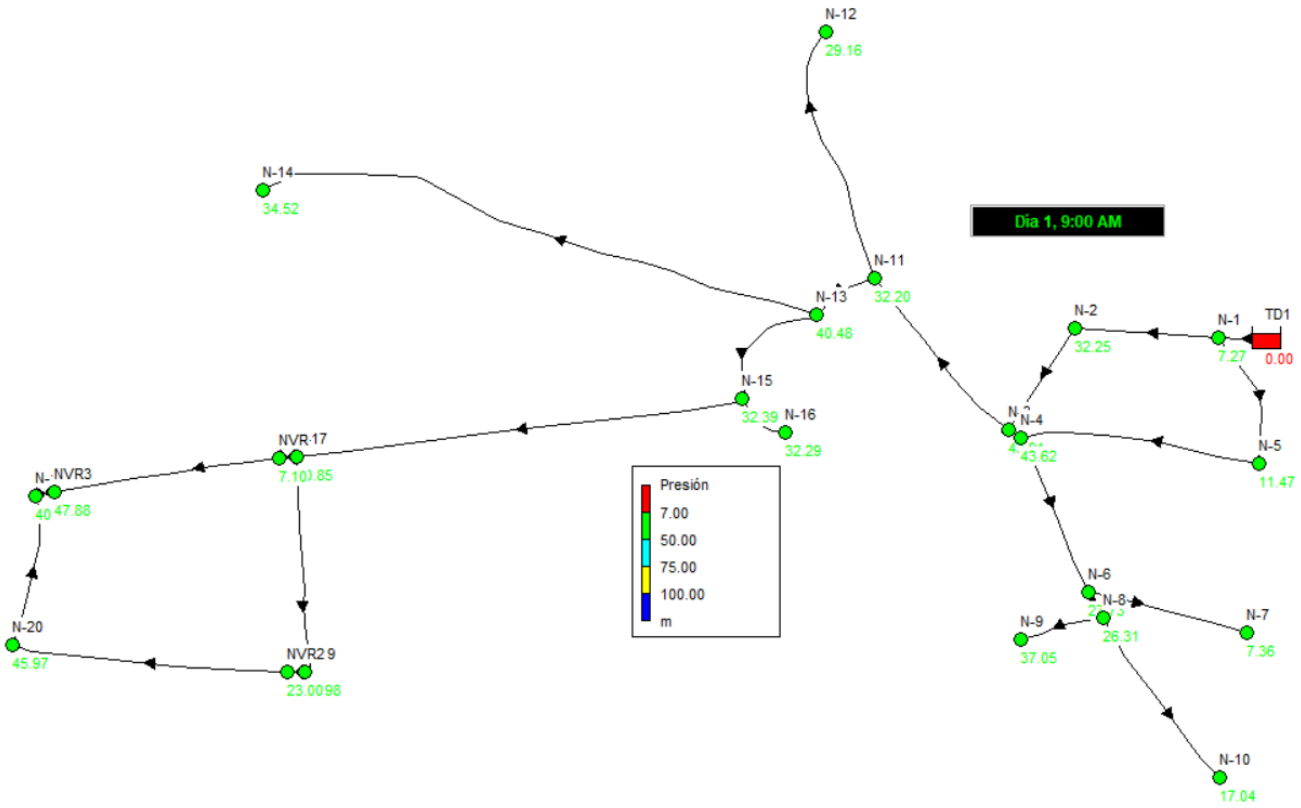


Fig. 25. Análisis dinámico de presiones de la Red a las 9 A.M

TABLA XXXV

ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS PRESIONES EN LOS NUDOS A LAS 9 A.M.

ANALISIS EN ESTADO DINÁMICO				
Nudo	**Elevación (m)**	**Demanda (L/s)**	**Gradiente hidráulica (m)**	**Presión (m H2O)**
N-1	3238.398	0.160	3245.67	7.27
N-2	3214.005	0.049	3257.92	43.91
N-3	3201.250	0.123	3244.87	43.62
N-4	3200.930	0.147	3212.40	11.47
N-5	3234.360	0.167	3262.09	27.73
N-6	3215.990	0.048	3223.35	7.36
N-7	3234.010	0.093	3260.32	26.31
N-8	3216.650	0.060	3253.70	37.05
N-9	3205.010	0.079	3222.05	17.04
N-10	3223.970	0.076	3256.17	32.20
N-11	3202.040	0.224	3231.20	29.16
N-12	3201.930	0.299	3242.41	40.48
N-13	3191.320	0.138	3225.84	34.52
N-14	3132.980	0.479	3165.37	32.39
N-15	3192.300	0.296	3224.59	32.29

N-16	3191.770	0.061	3212.62	20.85
N-17	3160.220	0.265	3200.22	40.00
N-18	3116.990	0.112	3149.24	32.25
N-19	3144.550	0.165	3176.53	31.98
N-20	3112.540	0.110	3158.51	45.97
NVR1	3160.100	0.265	3167.20	7.10
NVR2	3144.500	0.165	3167.50	23.00
NVR3	3116.990	0.112	3164.87	47.88

- **Velocidades**

Mediante la TABLA XXXVI y en la Fig. 26 se puede apreciar que, al reducir el diámetro en algunas tuberías, se logró optimizar el funcionamiento del sistema en un 100 %. De este modo, se eliminan las bajas velocidades y se previene la sedimentación, cumpliendo con el rango establecido por la normativa ecuatoriana, que es de 0.3 a 3 m/s.

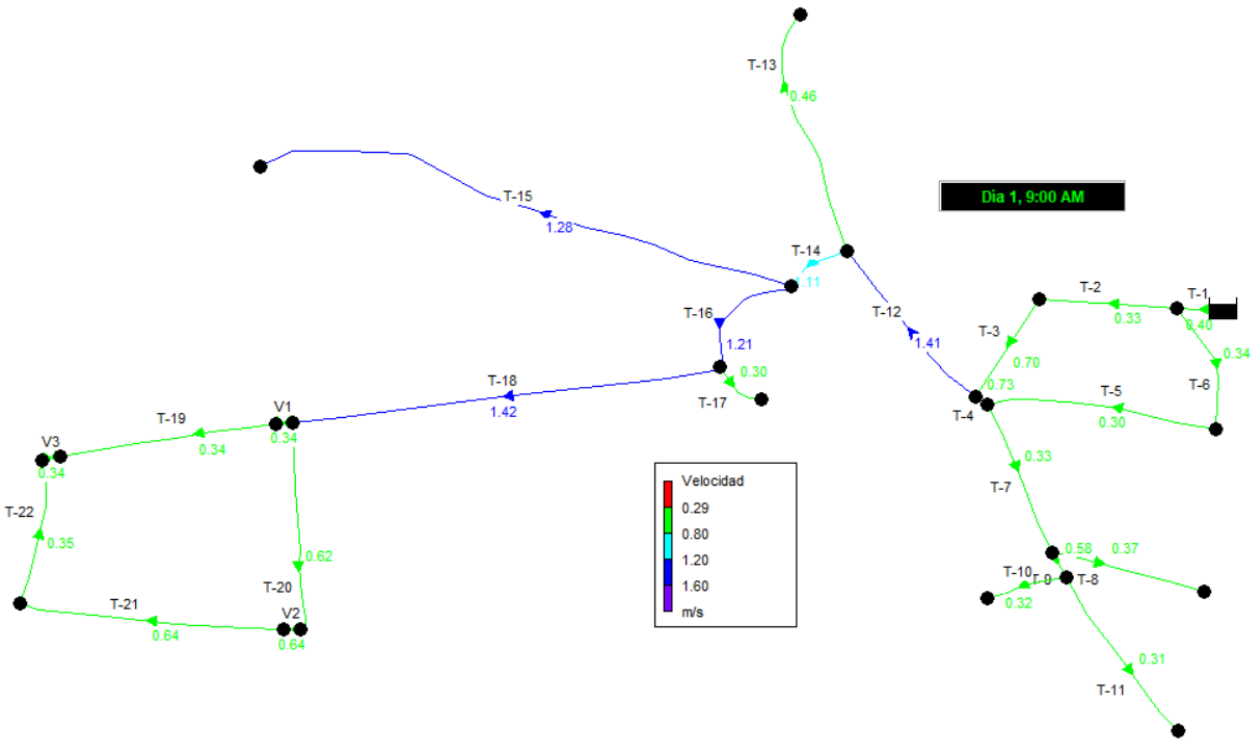


Fig. 26. Análisis dinámico de velocidades de la Red las 9 A.M.

TABLA XXXVI

ANÁLISIS DINÁMICO DE LAS TUBERÍAS A LAS 9 A.M.

ANALISIS DE VELOCIDAD EN ESTADO DINÁMICO									
Tubería	**Nudo inicial**	**Nudo final**	**Diámetro interno (mm)**	**Material**	**Hazen-Williams C**	**Caudal (L/s)**	**Velocidad (m/s)**	**Pérdida de carga (m/m)**	**Longitud (m)**
T-1	TD	N-1	105.6	PVC	150	3.48	0.40	0.11	66.83
T-2	N-1	N-2	105.6	PVC	150	2.92	0.33	0.20	174.64
T-3	N-2	N-3	72.0	PVC	150	2.87	0.70	1.11	154.68
T-4	N-3	N-4	21.8	PVC	150	0.27	0.73	0.59	19.41
T-5	N-4	N-5	28.8	PVC	150	0.19	0.30	1.23	303.64
T-6	N-1	N-5	36.8	PVC	150	0.36	0.34	0.74	183.64
T-7	N-4	N-6	36.8	PVC	150	0.36	0.33	0.85	210.58
T-8	N-6	N-7	17.8	PVC	150	0.09	0.37	2.20	207.52
T-9	N-6	N-8	21.8	PVC	150	0.22	0.58	0.79	38.00
T-10	N-8	N-9	17.8	PVC	150	0.08	0.32	0.91	107.10
T-11	N-8	N-10	21.8	PVC	150	0.08	0.31	0.80	250.30
T-12	N-3	N-11	46.8	PVC	150	2.42	1.41	10.84	254.82
T-13	N-11	N-12	28.8	PVC	150	0.30	0.46	3.17	334.26
T-14	N-11	N-13	46.8	PVC	150	1.90	1.11	2.43	89.36
T-15	N-13	N-14	21.8	PVC	150	0.48	1.28	64.33	732.77
T-16	N-13	N-15	36.8	PVC	150	1.28	1.21	7.04	167.02
T-17	N-15	N-16	17.8	PVC	150	0.06	0.30	0.36	71.88
T-18	N-15	N-17	28.8	PVC	150	0.93	1.42	43.65	566.98
T-19	N-17	N-18	21.8	PVC	150	0.13	0.34	2.59	330.94
T-20	N-17	N-19	28.8	PVC	150	0.40	0.62	4.45	275.63
T-21	N-19	N-20	21.8	PVC	150	0.24	0.64	9.07	373.14
T-22	N-18	N-20	21.8	PVC	150	0.13	0.35	1.54	196.80
VRP1	N-17	NVR1	21.8	-	-	0.13	0.34	-	-
VRP2	N-19	NVR2	21.8	-	-	0.24	0.64	-	-
VRP3	N-18	NVR3	21.8	-	-	0.13	0.34	-	-

3) Diseño del tratamiento de desinfección del agua

a) Caudal para el tratamiento

Determinado mediante la ecuación 30:

La norma CPE INEN 5 Parte 9-1:1992 establece que el caudal aplica para sistemas de tratamiento es:

$$Q_{tratamiento} = Q_{MD} + 10\%$$

$$Q_{tratamiento} = 1.31\ l/s * 1.10$$

$$\mathrm{Q_{tratamiento}} = 1.44\ \mathrm{l/s}$$

b) Volumen de agua para el tratamiento

Determinado mediante la ecuación 31:

$$V_{agua} = Q_{tratamiento} * t$$

$$V_{agua} = 1.44\ l/s * 86400$$

$$V_{agua} = 218212.50\ l/día$$

$$V_{agua} = 124760.63\ m^3/día$$

c) Dosificación necesaria de cloro

Determinado mediante la ecuación 32:

Considerando que la fuente Chinizacha, corresponde a una vertiente natural. Acorde a [27], la dosis de cloro recomendada para fuentes subterráneas de poblaciones pequeñas o medianas es de 1 ppm = 1 mg/l.

En [21], se establece un procedimiento para la determinación de la dosis total de cloro para sistemas de distribución.

$$Dosis\ cloro = Demanda\ cloro + Cloro\ libre\ residual$$

$$Dosis\ cloro = (1.00 + 0.30) mg/l$$

$$Dosis\ cloro = 1.30\ mg/l$$

d) Cantidad de cloro

Determinado mediante la ecuación 33:

$$C_{cl} = V_{agua} * d_s$$

$$C_{cl} = 124760.63\ \frac{l}{día} * 1.30 \frac{mg}{l}$$

$$C_{cl} = 162188.81\ mg/día$$

$$C_{cl} = 0.16\ Kg/día$$

e) Cantidad de hipoclorito de calcio

Determinado mediante la ecuación 34:

$$C_{ca(CIO)2} = \frac{V_{agua} * d_s}{c}$$

$$C_{ca(CIO)2} = \frac{124760.63 \frac{l}{día} * 1.30 \frac{mg}{l}}{0.70}$$

$$C_{ca(CIO)2} = 231698.3\ mg/día$$

$$C_{ca(CIO)2} = 0.23\ Kg/día$$

f) Caudal de goteo de solución clorada a aplicar

Determinado mediante la ecuación 35:

$$q = \frac{d_s * Q_{tratamiento}}{d}$$

$$q = \frac{1.30\frac{mg}{l} * 1.44\frac{l}{s}}{5000\ mg/l}$$

$$q = 0.0003754\frac{l}{s} * 3600\frac{s}{h}$$

$$q = 1.35\frac{l}{h} \approx 1.5\frac{l}{h}$$

g) Volumen del tanque clorador

Se propone utilizar tanques prefabricados de polietileno reforzado con una capacidad de 600 litros para el sistema de cloración. Además, que incluya la instalación de un kit dosificador constituido por válvula de línea, filtro de discos, manguera de polietileno de ¼ plg y gotero auto compensante de 1.5 l/h.

Es importante destacar que, debido a la dificultad de calibrar el caudal de goteo a 1.35 l/h, se optó por utilizar un gotero compensador que dosifique 1.5 l/h

h) Tiempo de recarga del tanque clorador

Determinado mediante la ecuación 36:

$$T = \frac{V}{q}$$

$$T = \frac{600\ l}{1.5\frac{l}{h} * \frac{24\ h}{1\ día}} = 17.00\ días$$

4) Procedimientos administrativos

En [28] y [29], se presenta un manual procedimientos administrativos dirigidas a juntas administradoras de agua potable. Estos procedimientos se detallan en la TABLA XXXVII, las cuales buscan ofrecer de manera estructurada, sistemática y accesible las directrices para los procesos clave que deben implementar la junta administradora de agua potable y saneamiento

Regional Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro como organización comunitaria encargada de proveer el servicio de agua.

Los procedimientos deben ser aplicados por la JAAP una vez aprobadas por los usuarios mediante una asamblea y por los empleados contratados, para lograr una correcta administración.

TABLA XXXVII

PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS

Procedimientos administrativos para la JAAP destinados a una gestión eficiente

N°	Procedimiento
1	Elaboración del catastro de usuarios (usuarios) del servicio
2	Solicitud de nueva conexión al sistema de agua potable
3	Elaboración del libro de registro del cobro de tarifas
4	Elaboración de talonarios de recibos de pago
5	Cálculo y aprobación de ajustes a tarifas del servicio
6	Elaboración y aprobación del presupuesto anual de ingresos y egresos del servicio
7	Elaboración de libro de registro de ingresos del servicio
8	Facturación y registro contable de ingresos por cobro de tarifas
9	Facturación y registro contable de ingresos distintos de tarifas
10	Administración de los ingresos percibidos por el servicio
11	Elaboración de libro de registro de egresos del servicio
12	Registro contable de egresos
13	Compra de materiales y suministros
14	Contratación de personal
15	Corte del servicio a usuarios morosos
16	Control de ejecución del presupuesto de ingresos y egresos del servicio
17	Elaboración de estado de resultados y conciliación de caja y bancos
18	Rendición de cuentas sobre la gestión de prestación del servicio
19	Atención y resolución de reclamos

5) Planos

Para el presente proyecto se elaboraron 18 planos utilizando el software Civil 3D. Estos planos se adjuntarán en el Anexo *J*.

Plano del catastro de la red existente.

Plano topográfico del área de estudio.

Planos de implantación.

Planos de áreas de aportación de la red existente.

Planos de áreas de la propuesta de optimización.

Planos propuesta de rediseño

Planos de abscisado de la red.

Planos de perfiles de la red.

6) Análisis de Precios Unitarios (APUS)

Se tomaron en cuenta los rubros necesarios para cubrir el mantenimiento y optimización del proyecto, se calculó el costo horario mediante diferentes aspectos como el rendimiento, precios de materiales y los Salarios Mínimos establecidos por la Contraloría General del Estado para el presente año 2024 con su respectiva categoría ocupacional [30].

Además, se asignó un valor porcentual del 20% a los costos indirectos para cubrir gastos diversos que no se pueden categorizar en un rubro específico. El Análisis de Precios Unitarios se detalla en el Anexo I.

7) Presupuesto referencial

Después de definir los rubros necesarios del presente proyecto técnico, se determinó un presupuesto referencial de $151,155.54 para el sistema de distribución de agua potable de la comunidad Andahualo Alto San Isidro (ver TABLA XXXVIII).

TABLA XXXVIII

PRESUPUESTO REFERENCIAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO TÉCNICO:
"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

REVISADO POR: Ing. Lourdes Gabriela Peñafiel Valla, Mg. **ELABORADO POR**: Sangucho Quinaucho Erick Joel

PRESUPUESTO REFERENCIAL

RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
	PRELIMINARES				
1	Limpieza y desbroce	M2	255.07	1.16	$ 295.88
2	Replanteo y nivelación para instalación de tubería	KM	5.11	328.22	$ 1,677.18
3	Rotura de carpeta asfáltica a máquina (e=2")	M2	1,914.74	2.90	$ 5,552.76
4	Excavación de zanja a máquina en suelo sin clasificar (H=0.00 a 2.00m)	M3	4,598.94	3.26	$ 14,992.56
5	Desalojo a máquina (Retro+Volqueta) hasta 5 km	M3	1,084.91	3.36	$ 3,645.28

6	Cama de arena e=0,10 m	M3	306.60	13.32	$ 4,083.86
	INSTALACIÓN DE TUBERÍAS				
7	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 0.50 MPa E/C D=110mm incl. accesorios y prueba	M	241.47	35.58	$ 8,591.50
8	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 0.50 MPa E/C D=75mm incl. accesorios y prueba	M	154.68	17.71	$ 2,739.35
9	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 0.80 MPa E/C D=50mm incl. accesorios y prueba	M	344.18	12.06	$ 4,150.81
10	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.00 MPa E/C D=40mm incl. accesorios y prueba	M	561.24	10.24	$ 5,747.10
11	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.25 MPa E/C D=32mm incl. accesorios y prueba	M	1,480.51	9.06	$ 13,413.42
12	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.60 MPa E/C D=25mm incl. accesorios y prueba	M	1,691.06	6.67	$ 11,279.37
13	Sum. e inst.de tubería PVC E/C 2.00 MPa E/C D=20mm incl. accesorios y prueba	M	636.80	6.08	$ 3,871.74
14	Sum. e inst.de hidrante H.F. 2 salidas	U	1.00	834.95	$ 834.95
15	Sum. e inst. de válvula reductora de presión a pistón niquelada con rosca 1"	U	3.00	175.91	$ 527.73
16	Caja de válvula H.F 160mm, tráfico pesado	U	3.00	32.12	$ 96.36
	RELLENO Y REPOSICIÓN				
17	Relleno compactado de zanja en capas de 20 cm max.	M3	4,598.94	3.72	$ 17,108.07
18	Reposición de carpeta asfáltica (e=2") en caliente, inc. Imprimación	M2	1,914.74	18.82	$ 36,035.48
	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
19	Excavación manual en zanja, suelo sin clasificar (H=0.00 a 2.00 m)	M3	75.60	7.76	$ 586.66
20	Acometida a red matriz de AA.PP. 32mm x 1/2" inc medidor	U	140.00	109.54	$ 15,335.60
21	Relleno compactado de zanja en capas de 20 cm max.	M3	75.60	3.72	$ 281.23
	SISTEMA DE DESINFECCIÓN DEL AGUA				
22	Sistema de cloración	GLB	1.00	175.94	$ 175.94
	MANTENIMIENTO				
23	Tanque de distribución	GLB	1.00	132.70	$ 132.70
	TOTAL OBRA CIVIL				**$ 151,155.54**

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

- Se recopiló información de la comunidad empleando la modalidad de investigación de campo y documental, de fuentes oficiales de las entidades competentes para asegurar que los resultados de la evaluación del SDAP existente y la propuesta de optimización fueran precisos.
- Se determinó mediante la evaluación física de los componentes del sistema de distribución de agua potable existentes de la comunidad Andahualo Alto San Isidro, que la infraestructura del tanque de hormigón armado se encuentra en estado funcional debido a que no se encontraron daños apreciables. Sin embargo, las tuberías, válvulas y accesorios se encuentran en un estado de regular a malo, principalmente debido al desgaste del sistema y a la falta de mantenimiento.
- Se efectuó la evaluación hidraulica en campo a 101 usuarios de los 136 del SDAP de la comunidad, en la cual con la ayuda de un manómetro manual se pudo obtener las presiones a inicios de la red, puntos más críticos e intermedios, en donde los resultados indican que, 85 predios cumplen con el rango admisible, 12 superan la presión establecida y 4 están por debajo del rango admisible.
- Mediante el uso de un software de simulación hidráulica, se conoció que el rendimiento de la red existente es deficiente. Debido a que en el análisis estático, el 48.21% de las presiones en los nodos y el 43.75% de las velocidades en las tuberías están fuera de los rangos estándar. Del mismo modo, en el análisis dinámico durante la hora de máximo consumo, el 43.75% y el 31.25% de los valores de presión y velocidad, respectivamente, no cumplen con los valores normados.
- Luego de la evaluación de las condiciones tanto físicas como hidráulicas del sistema de distribución de agua potable existente, se identificaron deficiencias significativas en relación con los requisitos de cantidad, presión y continuidad para todos los usuarios. Además de la antigüedad del sistema y el desgaste de los componentes, ya que lleva en funcionamiento 29años. Por lo tanto, se tomó la decisión de proponer un rediseño completo del sistema que cumpla con todos los requisitos de cantidad, calidad, presión y continuidad.
- Se calcularon los parámetros de diseño necesarios para la ejecución de la propuesta de rediseño, en donde se obtuvo que para él diseño hidráulico engloba un área de proyecto de

86.60 ha, con una población futura de servicio de 789 hab, para un periodo de 25 años y con una longitud total de tubería de 5.11 Km y se ha elaborado un presupuesto referencial de $151,155.54. Este presupuesto abarca desde los trabajos preliminares hasta la instalación de las nuevas tuberías.

- Se evidenció que el tanque de distribución existente del sector cumple la relación del volumen total disponible de 48.38 m3/día en comparación con el volumen total requerido de 27.22 m3/día, por lo cual, se considera que es factible la utilización del mismo tanque para la propuesta de optimización.
- Se realizaron dos modelos de simulación hidráulica para determinar el diseño de la red de la propuesta, los cuales se evaluaron tanto en condiciones de flujo constante en estado estático y período extendido en estado dinámico. Estos análisis se efectuaron para simular condiciones de demanda máxima y con la implementación de 3 válvulas reductoras de presión todos los resultados de las propiedades hidráulicas se mantuvieron dentro de los rangos recomendados.
- Se concluyó por medio de los análisis físicos, químicos y microbiológicos de tres muestras de agua, que es adecuada para el consumo humano. Sin embargo, para asegurar su calidad, se decidió aplicar un tratamiento químico con flujo de hipoclorito de calcio óptimo y constante de 1.5 litros por hora, dosificando al tanque de distribución mediante un sistema de goteo.

B. Recomendaciones

- Se recomienda que los miembros de la Junta administradora de agua potable y saneamiento Píllaro Alto de la comunidad Andahualo Alto San Isidro lleven un registro independiente de los usuarios que abastecen, manteamientos realizados, componentes principales de la red y el tanque de distribución estrictamente dirigidas para el sector. Dado que representa información crucial al llevar a cabo catastros con un alto grado de confiabilidad, actualización y cobertura del servicio.
- Realizar un mantenimiento periódico del tanque de distribución y reemplazar completamente las tuberías, ya que se encuentran en el límite de su vida útil y periodo de diseño.
- Considerar el presupuesto propuesto en este proyecto como un monto de estimación aproximado, para que la JAAP pueda realizar los trámites necesarios y ejecutar la obra.
- Se sugiere que durante la ejecución de la presente propuesta del SDAP se realice siguiendo los planos técnicos y evitando la conexión con alguna red de tubería existente, puesto que esto reduciría la operatividad del sistema en su conjunto.
- Se recomienda utilizar a la JAAP los procedimientos administrativos presentados y capacitar técnicamente a las personas responsables del mantenimiento del sistema de distribución para que conjuntamente administren de una forma correcta e inspeccionen de manera eficaz el sistema de tratamiento químico del agua planteado. Además que implementen planes de mantenimiento preventivo para controlar el desgaste de los materiales.
- Implementar un laboratorio para realizar análisis físicos, químicos y microbiológicos del agua en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

A. Referencias Bibliográficas

[1] J. Melendo, «El agua, un recurso cada vez más estratégico», *bVd*, 2017.

[2] J. Durán y Alicia Rodríguez, «Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media», *Espiral*, vol. 12, 2006.

[3] INEC y UNICEF, *Agua, saneamiento e higiene, Medición de los ODS en Ecuador*, H2ostudio ed. Quito, 2018.

[4] V. Rodríguez, G. Salinas, F. Cañizares, y G. Fernández, «CAPACITACIÓN VIRTUAL MASIVA ABIERTA Y LA CULTURA DE AHORRO DEL AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE AMBATO, ECUADOR», *Mikarimin*, 2017.

[5] M. Crespo, M. Fernández, y L. Pérez, «Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el poblado de Yamanigüey según ICA de Montoya», *Míneria y Geología*, vol. 38, 2022.

[6] J. Berdonces, «La problemática del tratamiento del agua potable», *MEDICINA NATURISTA*, vol. 2, 2008.

[7] A. Conejeros, C. Pichunman, B. Martinez, y A. Placeres, «Monitoreo de calidad del agua en sistema de agua potable rural», *RIELAC*, vol. 42, 2021.

[8] E. López, «Control de calidad en aguas para consumo humano en la región occidental de Costa Rica», *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 29, n.º 3, nov. 2016.

[9] J. M. Jiménez Terán, «MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO», Xalapa.

[10] L. Sandoval, J. Zurvia, y A. Juárez, «Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México», *RIHA*, vol. 34, n.º 1, 2013.

[11] C. Sousa, A. Correia, y M. Colmenares, «Corrosión e incrustaciones en los sistemas de distribución de agua potable: Revisión de las estrategias de control», *Bol Malariol Salud Ambient*, vol. 50, 2010.

[12] D. Idrovo Murillo, R. Barrera Tamariz, L. Espinoza Ormaza, F. Ochoa Bernal, E. Reyes Jerves, y P. Vásquez Sempertegui, *Diseño, construcción, operación, mantenimiento y evaluación de sistemas de agua potable*.

[13] CONAGUA, «Manual de Incremento de Eficiencia Física, Hidráulica y Energética en Sistemas de Agua Potable», 2012.

[14] L. Mayorga Ortiz y M. Pérez Lara, «MEJORAMIENTO Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DEL CASCO CENTRAL DE LA PARROQUIA SAN ANTONIO DE PASA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA TUNGURAHUA», Poyecto Técnico, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2022.

[15] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «CÓDIGO DE PRACTICA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS LÍQUIDOS EN EL ÁREA RURAL», 1997. doi: 10.07-610.

[16] F. Aguirre Morales, *Abastecimiento de Agua para comunidades rurales*. 2015.

[17] CONAGUA, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Modelación Hidráulica y de Calidad del Agua en Redes de Distribución*. 2015. [En línea]. Disponible en: www.conagua.gob.mx

[18] INEN, «NTE INEN 1108 AGUA POTABLE. REQUISITOS», 2014.

[19] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «NORMAS PARA ESTUDIO Y DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES MAYORES A 1000 HABITANTES», 1992. [En línea]. Disponible en: www.pdffactory.com

[20] G. Nicola, «Los Pequeños Sistemas de agua potable: manual de consulta.», 1996.

[21] GIZ y Deutsche, «Manual para la Cloración del Agua en Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural», Lima, 2017.

[22] GADPRSA, «Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2020 - 2023», 2020.

[23] P. López y S. Fachelli, *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN SOCIAL CUANTITATIVA*, vol. 1. Barcelona, 2015.

[24] Secretaría del Agua, «Norma de Diseño para Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, Disposición de excretas y Residuos Líquidos en el Área Rural».

[25] INEC, «POBLACIÓN Y TASAS DE CRECIMIENTO INTERCENSAL DE 2010-2001-1990 POR SEXO, SEGÚN PARROQUIAS».

[26] CONAGUA, *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Datos Básicos Para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado*. 2016. [En línea]. Disponible en: www.conagua.gob.mx

[27] A. Chauca y L. Orozco, «Diseño e implementación de un sistema automatizado para la dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable en la comunidad San Vicente de Lacas», 2012.

[28] USAID, *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS A JUNTAS ADMINISTRADORAS DE AGUA*, vol. 20. 2016.

[29] Secretaría del agua, «MANUAL ADMINISTRATIVO PARA LA GESTIÓN COMUNITARIA DE SISTEMAS DE AGUA», Quito.

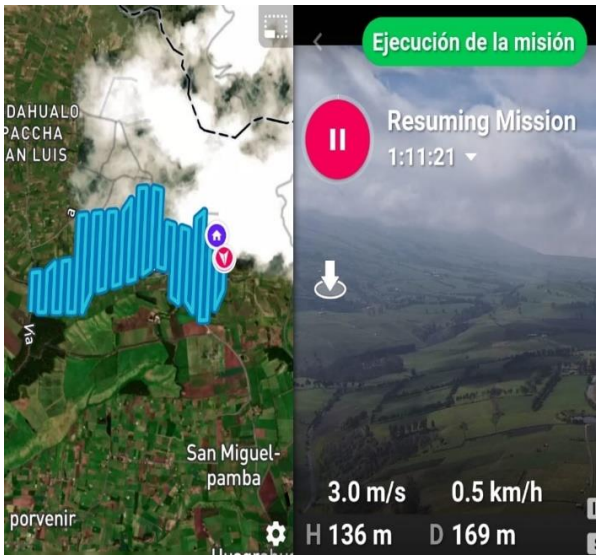
[30] CAMICON, «SALARIOS MÍNIMOS POR LEY 2024», Quito, 2024.

B. Anexos

Anexo A. Registro Fotográfico

Fotografía 1	**Fotografía 2**
	
Recorrido por la vertiente.	Recorrido por el área del proyecto
Fotografía 3	**Fotografía 4**
	
Medición del tanque de distribución Existente.	Medición del tanque de distribución Existente.

Fotografía 5	**Fotografía 6**
	
Ubicación y colocación de los puntos de control.	Toma de los puntos de control.
Fotografía 7	**Fotografía 8**
	
Colocación y nivelación del equipo topográfico.	Vuelo del Dron.

Fotografía 9	Fotografía 10
	
Programación y control del plan de vuelo del Dron.	Inspección de los componentes del SDAP existentes.
Fotografía 11	**Fotografía 12**
	
Inspección del estado de las tuberías.	Medición de presiones en las acometidas domiciliarias.

Fotografía 13	**Fotografía 14**
	
Medición de presiones en las acometidas domiciliarias.	Fugas detectadas en las acometidas por sobrepresiones.
Fotografía 15	**Fotografía 16**
	
Aplicación de encuestas a los usuarios.	Catastro de la red existente con ayuda del presidente de la junta de agua de la comunidad Andahualo Alto San Isidro

Fotografía 17	**Fotografía 18**
	
Medición de los niveles del agua del tanque según el consumo durante 24 horas.	Aforo de caudal de ingreso al tanque de distribución.
Fotografía 19	**Fotografía 20**
	
Recolección de muestras de agua de la vertiente Chinizacha.	Recolección de muestras de agua para el análisis de calidad.

Anexo B. Formato de la encuesta socioeconómica y de la calidad del servicio de agua potable

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO:
OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA.

TUTOR	Ing. Mg. Gabriela Peñafiel	**FECHA:**	
TESISTA:	Sangucho Quinaucho Erick Joel	**CÓDIGO:**	

1. ENCUESTA SOCIO ECONÓMICA

PROPIETARIO	**INFORMACIÓN SOBRE LA FAMILIA**	
	1.1. ¿Cuántas personas hacen uso permanente del inmueble?	

1.2 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

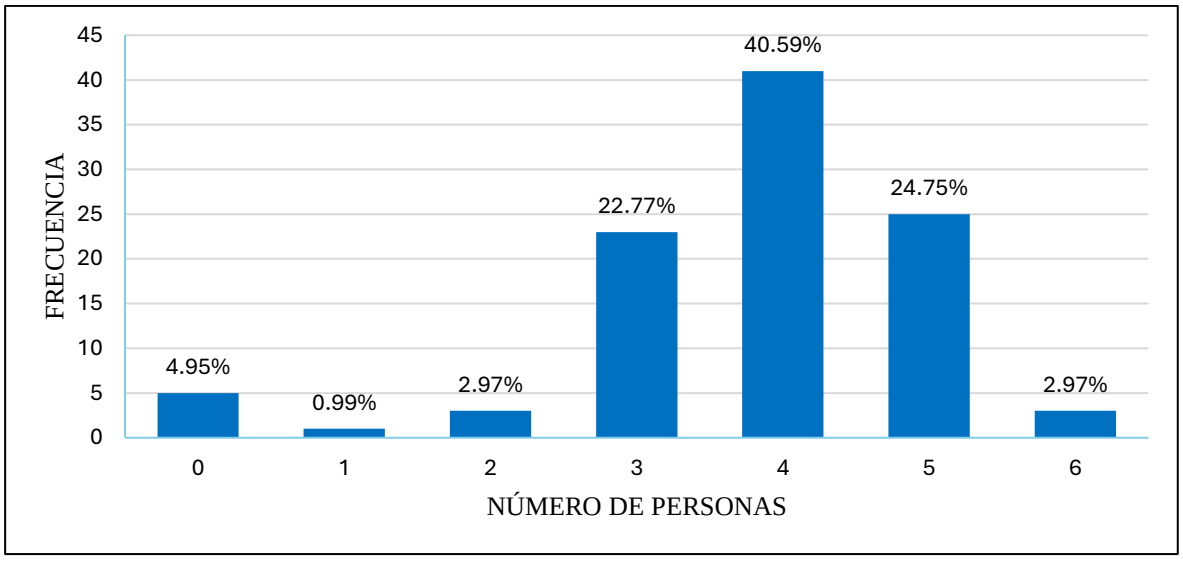
2.1. ¿Usted, cuenta con acometida de agua potable?				**2.9. ¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?**			
a) Si		b) No		a) 0-2	b) 3-5	c) todos los días	
2.2. ¿Cuántos predios se abastecen de la acometida de agua potable?				**2.10. ¿Cuántas horas por día dispone de agua?**			
a) 1	b) 2	c) más de 2		a) 0-8	b) 9-16	c) 17-24	
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					
2.4. ¿Cómo calificaría la tarifa que paga por el servicio de agua potable?				a) Suficiente		b) Insuficiente	
a) Bajo	b) Justo	c) Elevado		**2.12. ¿Se abastece de otra fuente?**			
2.5. ¿Cómo calificaría usted el servicio de agua potable?				a) Si		b) No	
a) Malo	b) Regular	c)Bueno	d) Excelente	**2.13. Si es si, ¿Cuál es la otra fuente?**			
2.6. ¿Con qué presión llega el agua potable al predio?				a) Río/ Lago		b) Camión Cisterna	
a) Baja	b) Adecuada	c) Elevada		c) Acequia		d) Lluvia	
2.7. ¿Cómo calificaría usted la calidad del agua?				e) Vertiente		f) Otros:	
a) Malo	b) Regular	c)Bueno	d) Excelente	**2.14. ¿Qué usos le da al agua que viene de la red pública?:**			
2.8. ¿El agua llega limpia o turbia?				a) Consumo y alimentos		b) Lavado de ropa	
a) Limpia todo el año		b) Turbia por días		c) Higiene personal		d) Limpieza de la vivienda	
c) Turbia por meses		d) Turbia todo el año		e) Agricultura		f) Otros:	

Anexo C. Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta socioeconómica

PREGUNTA 1

¿Cuántas personas hacen uso permanente del inmueble?

Número de personas	Frecuencia	Porcentaje (%)
0	5	4.95%
1	1	0.99%
2	3	2.97%
3	23	22.77%
4	41	40.59%
5	25	24.75%
6	3	2.97%
Total	**101**	**100%**



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, la mayoría de las familias se encuentran constituidas de 3 a 5 personas, mientras que los hogares formados por 0, 1, 2 y 6 personas son menos frecuentes.

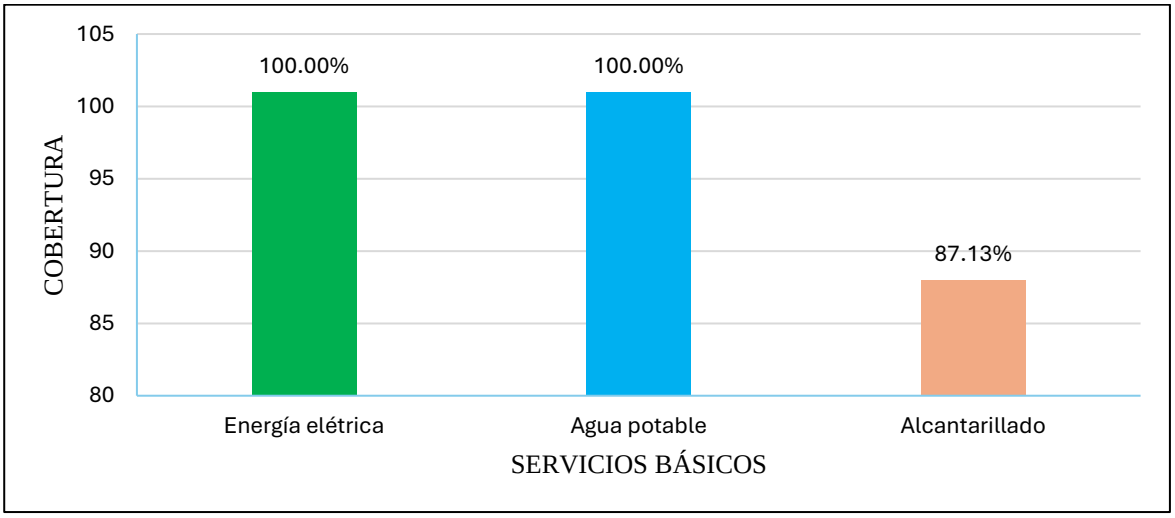
Interpretación

De la encuesta realizada, se obtuvo un promedio se tiene 3.84 personas por hogar, valor que difiere del promedio de 3.63 personas por hogar a nivel de toda la parroquia San Andrés del cantón Píllaro, dato proporcionado por el INEC obtenido en el Censo 2010.

PREGUNTA 2

¿Dispone de los siguientes servicios básicos?

Servicios Básicos	Si	No	Porcentaje
Energía eléctrica	101	0	100.00%
Agua potable	101	0	100.00%
Alcantarillado	88	13	87.13%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 100.00% de familias disponen del servicio de energía eléctrica y el 100 % de las familias si cuentan con acceso al servicio de agua potable, mientras que el 87.13 % disponen de acometidas de alcantarillado.

Interpretación

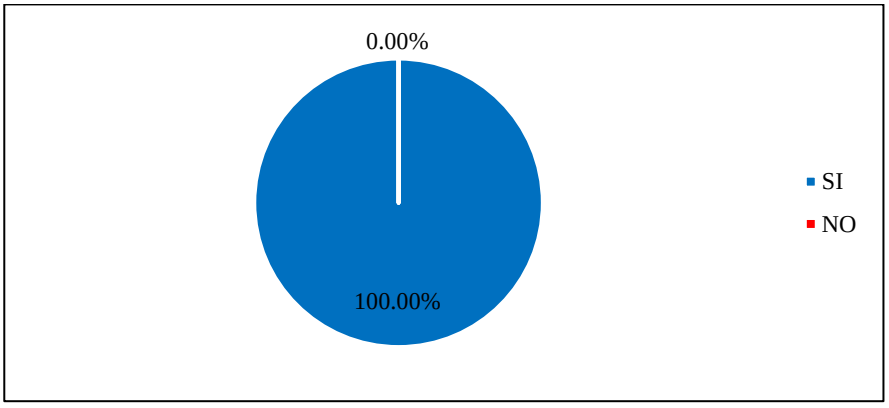
De la encuesta realizada, se determinó que la cobertura del servicio de alcantarillado es la que menor porcentaje en comparación a servicios de agua potable y de energía eléctrica disponen en la comunidad Andahualo Alto San Isidro.

Anexo D. Análisis e interpretación de los resultados de la encuesta sobre la calidad del servicio existente

PREGUNTA 1

¿Usted, cuenta con acometida de agua potable?

Disponibilidad de acometida de agua potable	Frecuencia	Porcentaje
SI	101	100.00%
NO	0	0.00%
Total	101	100%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 100 % si dispone de una acometida de agua potable, proporcionada por la junta administradora de agua potable y saneamiento Regional Píllaro Alto.

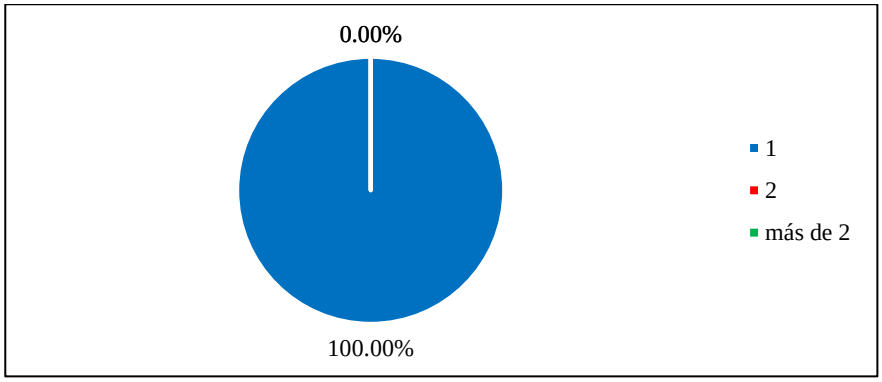
Interpretación

De la encuesta realizada, se determinó que todos los usuarios si disponen de una acometida de agua potable.

PREGUNTA 2

¿Cuántos predios se abastecen de la acometida de agua potable?

Número de acometidas por vivienda	Frecuencia	Porcentaje
1	101	100.00%
2	0	0.00%
más de 2	0	0.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, se identificaron que el 100 % abastecen a una vivienda. Ningún predio abastece a mas de 1 vivienda.

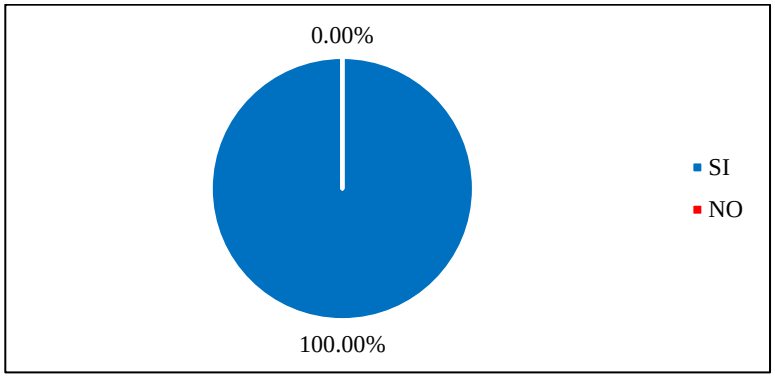
Interpretación

De la encuesta realizada, se determinó que todas de las acometidas abastecen de agua potable a una sola vivienda.

PREGUNTA 3

¿Paga usted por el servicio del agua potable?

Pago del servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
SI	101	100.00%
NO	0	0.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 100 % si realizan pagos por el servicio del agua potable.

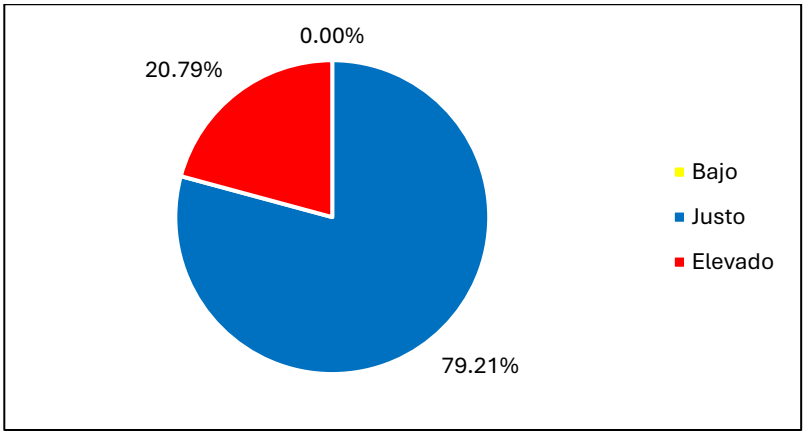
Interpretación

De la encuesta realizada, todos los usuarios si pagan por el servicio de agua potable.

PREGUNTA 4

¿Cómo calificaría la tarifa que paga por el servicio de agua potable?

Calificación sobre la tarifa del servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	0	0.00%
Justo	80	79.21%
Elevado	21	20.79%
Total	101	100%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 79.21 % consideran que el pago por el servicio del agua es justo y el 20.79 % considera que el pago es elevado.

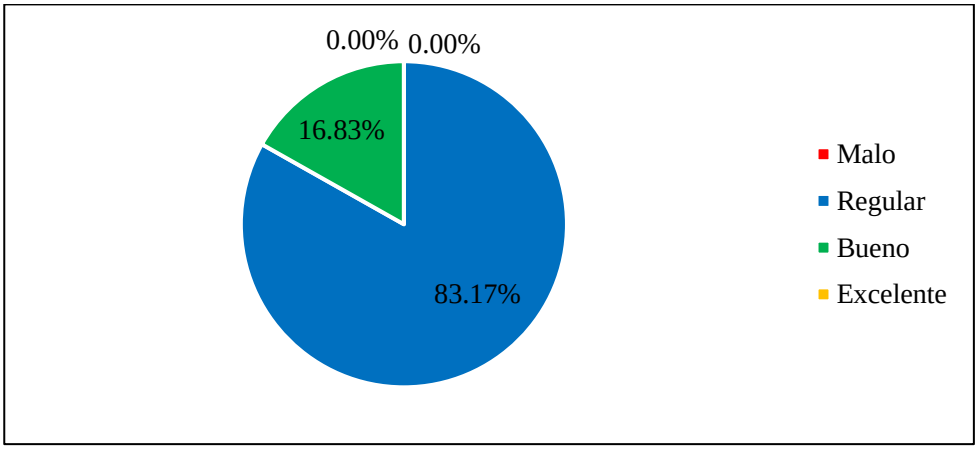
Interpretación

De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios considera que es justo, el pago mensual de $2.50 por 10m3 de consumo del consumo del agua potable.

PREGUNTA 5

¿Cómo calificaría usted al servicio del agua potable?

Calificación sobre el servicio de agua	Frecuencia	Porcentaje
Malo	0	0.00%
Regular	84	83.17%
Bueno	17	16.83%
Excelente	0	0.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 83.17% consideran que el servicio del agua es regular, el 16.83 % considera que el servicio es bueno.

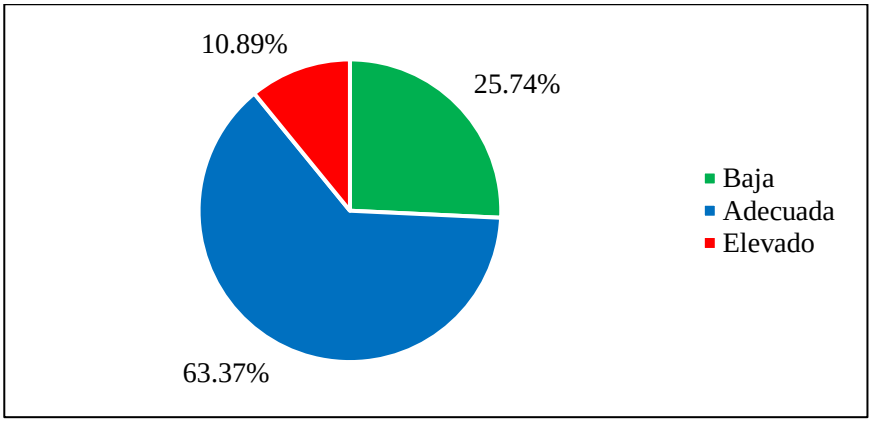
Interpretación

De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios considera como regular, el servicio de agua potable.

PREGUNTA 6

¿Con qué presión llega el agua potable al predio?

Presión del agua en acometida	Frecuencia	Porcentaje
Baja	26	25.74%
Adecuada	64	63.37%
Elevado	11	10.89%
Total	101	100%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 63.37 % consideran que la presión del agua con la que el agua llega es adecuada, el 10.89 % de usuarios consideran que la presión es elevada y el 25.74 % considera que la presión es baja.

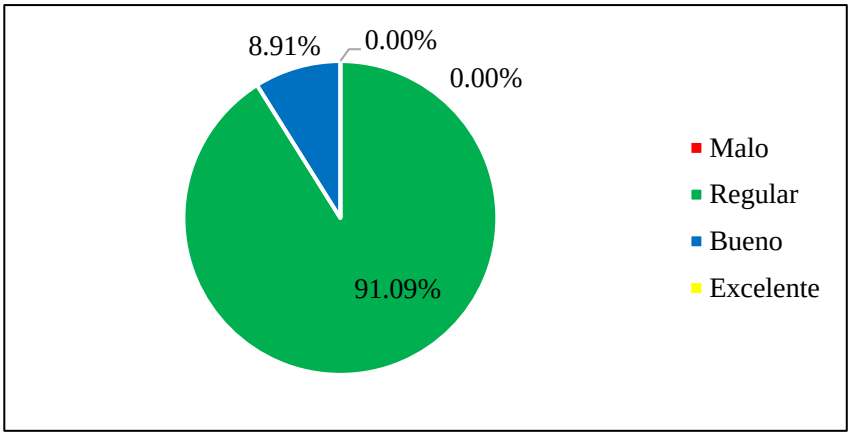
Interpretación

De la encuesta realizada, se determinó que la mayoría de los usuarios consideran que la presión del agua con la que llega es adecuada. Mientras que un cierto porcentaje representativo consideran que la presión es Elevada.

PREGUNTA 7

¿Cómo calificaría usted la calidad del agua?

Calidad del agua	Frecuencia	Porcentaje
Malo	0	0.00%
Regular	92	91.09%
Bueno	9	8.91%
Excelente	0	0.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 91.09 % consideran que la calidad del agua es regular, el 8.91 % considera que la calidad es buena.

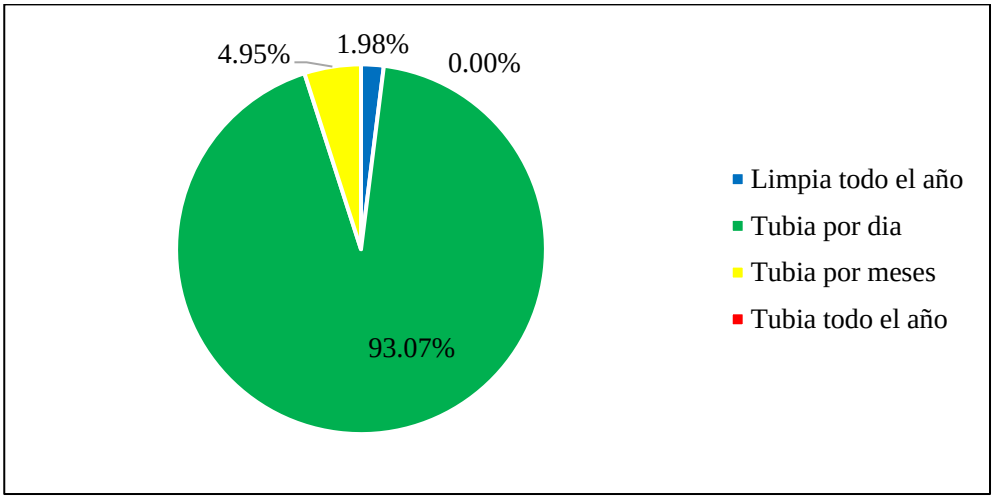
Interpretación

De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios consideran que la calidad del agua potable es regular, mientras que una pequeña cantidad consideran que es buena.

PREGUNTA 8

¿El agua llega limpia o turbia?

Agua limpia o turbia	Frecuencia	Porcentaje
Limpia todo el año	2	1.98%
Tubia por día	94	93.07%
Tubia por meses	5	4.95%
Tubia todo el año	0	0.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 93.07 % ha observado que el agua llega turbia por días, el 4.95 % consideran que el agua llega turbia por meses y el 1.98% comentan que llega limpia todo el año.

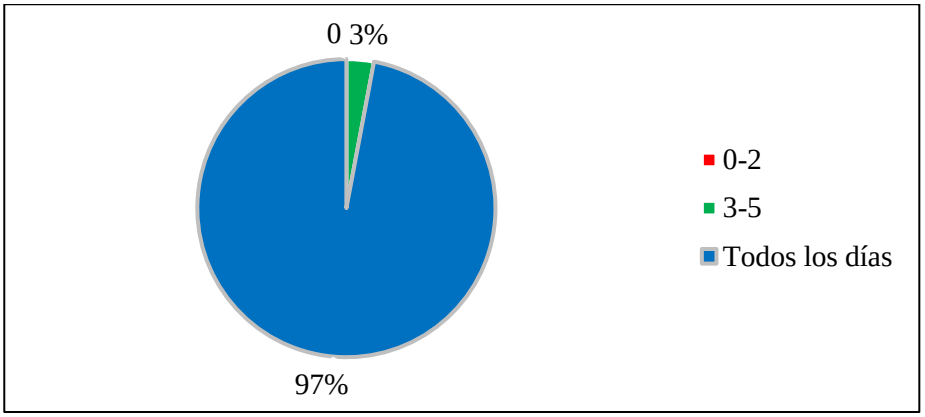
Interpretación

De la encuesta realizada, la mayoría de los usuarios consideran que el agua llega turbia por días. Mientras, una cantidad pequeña consideran que el agua llega turbia por meses y tan solo una pequeña cantidad consideran que el agua llega limpia todo el año. Esto debido a mantenimientos y escases de un buen tratamiento del agua.

PREGUNTA 9

¿Cuántos días a la semana dispone de agua potable?

Días disponibles de agua a la semana	Frecuencia	Porcentaje
0-2	0	0.00%
3-5	3	2.97%
Todos los días	98	97.03%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 97 % señaló que disponen de agua potable 7 días en la semana y tan solo el 2.97% disponen de 3-5 días. Esto debido a mantenimientos que se dan en algunas acometidas.

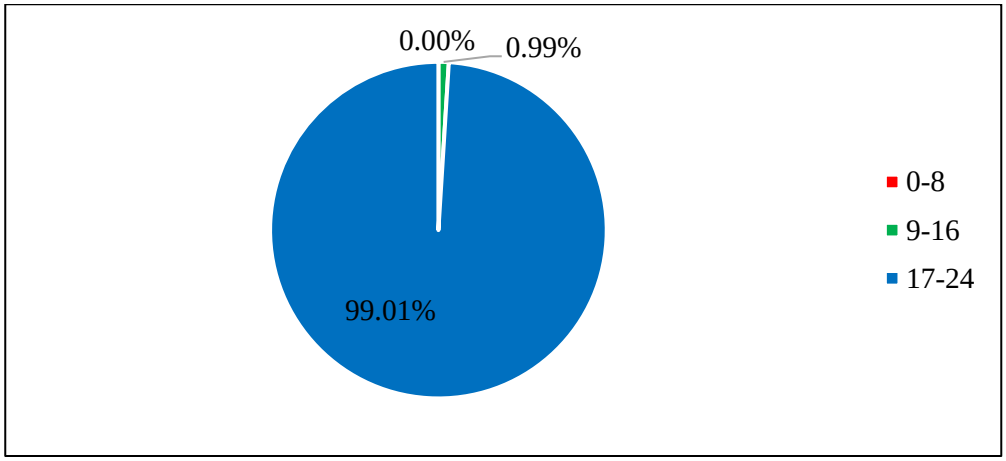
Interpretación

De la encuesta realizada, los usuarios la mayor parte indicaron que disponen del agua potable durante todos los días de la semana y tan solo una pequeña parte dispone de 3 a 5 días.

PREGUNTA 10

¿Cuántos horas al día dispone de agua potable?

Horas disponibles de agua al Día	Frecuencia	Porcentaje
0-8	0	0.00%
9-16	1	0.99%
17-24	100	99.01%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 99.01 % indicaron que disponen de agua potable durante las 24 horas del día y tan solo el 0.99% disponen de 9 a 16 horas del día. Esto debido a mantenimientos que se dan en algunas acometidas.

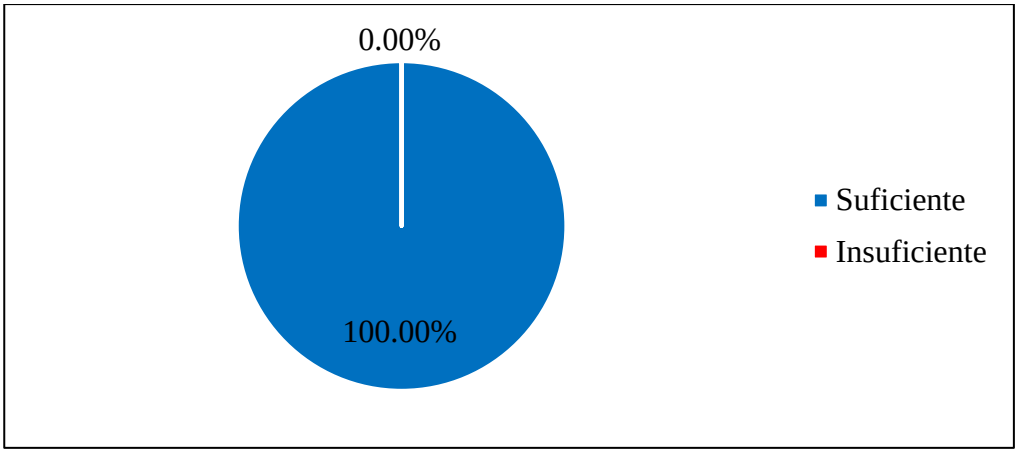
Interpretación

De la encuesta realizada, la mayor parte d ellos usuarios indicaron que disponen de agua potable durante todas las horas del día y una minoría indico que dispone agua de 9 a 16 horas de las 24h del día.

PREGUNTA 11

¿Cómo considera que es la cantidad de agua que recibe?

Consideración de la cantidad de agua que recibe	Frecuencia	Porcentaje
Suficiente	101	100.00%
Insuficiente	0	0.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, 101 familias correspondiente al 100 % indican como suficiente a la cantidad del agua que reciben.

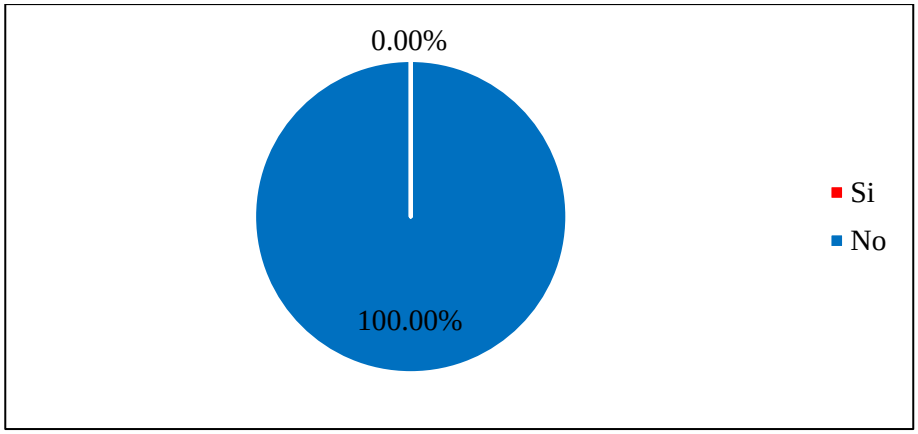
Interpretación

De la encuesta realizada, Todos los usuarios indican como suficiente la cantidad del agua que reciben.

PREGUNTA 12

¿Se abastece de otro tipo de fuente?

Se abastece de otra fuente	Frecuencia	Porcentaje
Si	0	0.00%
No	101	100.00%
Total	101	100.00%



Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, el 100 % indicaron que no se abastecen de agua de otro tipo de fuente.

Interpretación

De la encuesta realizada, todos los usuarios indicaron que no tiene ningún otro tipo de fuente para abastecerse de agua.

PREGUNTA 13

Si es si ¿cuál es la otra fuente?

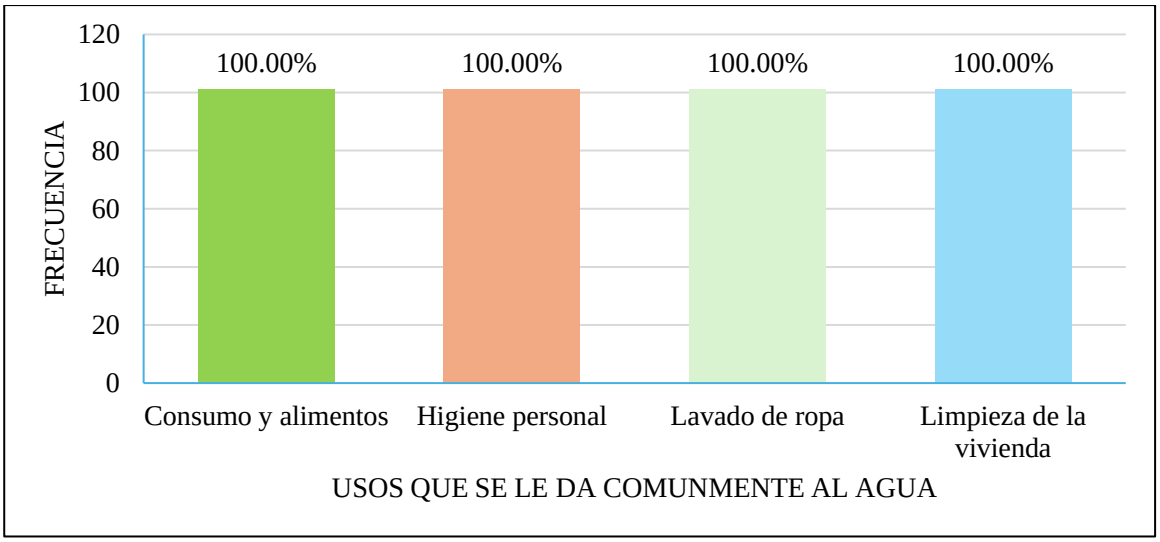
Ninguna persona se abastece de otra fuente, así que no se analizó esta pregunta.

PREGUNTA 14

¿Qué usos le da al agua que viene de la red pública?

Usos que se le da comúnmente al agua	Frecuencia	Porcentaje
Consumo y alimentos	101	100.00%
Higiene personal	101	100.00%
Lavado de ropa	101	100.00%
Limpieza de la vivienda	101	100.00%
Agricultura	0	0.00%
Otros	0	0.00%

Elaborado por: El Autor



Elaborado por: El Autor

Análisis

De la encuesta realizada a 101 usuarios, El 100% indican que los usos del agua potable corresponden al consumo y alimentación, higiene personal, lavado de ropa y limpieza de vivienda, mientras que no usan el agua para la agricultura u otras utilidades.

Interpretación

Todos los usuarios indican que el agua únicamente se utiliza para consumo doméstico.

Anexo E. Usuarios del SDAP de la comunidad Andahualo Alto San Isidro

USUARIOS DE JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO REGIONAL PÍLLARO ALTO DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO			
N°	**NOMBRES**	**N°**	**NOMBRES**
1	Abel Collaguazo	**69**	Lucia Tigse
2	Adolfo Cajamarca	**70**	Luis Mata
3	Agustina Maiza	**71**	Manuel Cajamarca
4	Alberto Collaguazo	**72**	Manuel Maiza
5	Alberto Sangucho	**73**	Manuel Pullupaxi
6	Alberto Sangucho Cajamarca	**74**	Manuel Quicaliquin
7	Alegría Shigui	**75**	Manuel Yanchatipan
8	Alexander Sangucho	**76**	Marcelo Cajamarca
9	Alexandra Guita	**77**	Margot Sangucho
10	Alfredo Cajahuishca	**78**	María Margarita Sangucho
11	Alfredo Cajamarca	**79**	María Quicaliquin
12	Alfredo Sangucho	**80**	María Sangucho
13	Alfredo Yanchaguano	**81**	Mariana Laguatasig Saquinga
14	Ángel María Sangucho	**82**	Mariano Laguatasig
15	Valeriana Tobar	**83**	Marisol Cajahuishca
16	Baltazar Yancha	**84**	Martha Cajamarca
17	Baltazar Yancha Sangoquiza	**85**	Martha Quicaliquin
18	Baltazara Chicaiza	**86**	Mayra Cajamarca
19	Berta María Tobar	**87**	Mercedes Calapiña
20	Blanca Cajamarca	**88**	Mercedes Sangucho
21	Blanca Lema	**89**	Mercedes Toapanta
22	Blanca Sangucho	**90**	Mercedes Yanchatipan
23	Blasco Sánchez	**91**	Mónica Yanchaguano
24	Cesar Chicaiza	**92**	Myriam Yanchaguano
25	Cesar guita	**93**	Nicolasa Yanchatipan
26	Clara Pullupaxi	**94**	Norma Sánchez
27	Claudina Mata	**95**	Olga Mullo
28	Claudina Sangucho	**96**	Olga Yanchaluiza
29	Comunidad Andahualo	**97**	Olguer Jami
30	Daniel Calapiña	**98**	Oswaldo Chiluiza
31	Darío Saquinga	**99**	Patricio Yancha
32	Delia Minta	**100**	Paulina Collaguazo
33	Diocelina Maiza	**101**	Pedro Tixe
34	Diocelina Yanchaguano	**102**	Pedro Toapanta
35	Edgar Yanchaguano	**103**	Ramiro Cajamarca

36	Eduardo Guita	**104**	Ramón Toapanta
37	Elena Cajamarca	**105**	Raúl Almachi
38	Emily Huachi	**106**	Raúl Yancha
39	Ermelinda Toapanta	**107**	Rebelo Yanchaguano
40	Ermelinda Toapanta Yanchaluiza	**108**	Roció Collaguazo
41	Ester Sailema	**109**	Roció Quicaliquin
42	Ester Sangucho	**110**	Rogelia Toapanta
43	Estuardo Sangucho	**111**	Rosa Jami
44	Euclides Yanchaluiza	**112**	Rosa Laguatasig
45	Fabiola Rodríguez	**113**	Rosa Laguatasig Saquinga
46	Fabiola Ushiña	**114**	Rosa Lezcano
47	Feliciano Quicaliquin	**115**	Rosa Sangucho Lezcano
48	Franklin Sangucho	**116**	Rosa Toapanta
49	Francisco Yanchatipan	**117**	Salomón Sangucho
50	Froilán Collaguazo	**118**	Samuel Sailema
51	Gilbert Tobar	**119**	Segundo Juan Collaguazo Sangucho
52	Gloria Toapanta	**120**	Segundo Collaguazo
53	Graciela Yanchatipan	**121**	Segundo Collaguazo Tigse
54	Héctor Saquinga	**122**	Segundo Laguatasig
55	Héctor Siza	**123**	Sergio Constante
56	Humberto Jami	**124**	Soledad Llumipanta
57	Jaime Arroyo	**125**	Soledad Yanchaluiza
58	Janet Quishpe	**126**	Transito Chanchicocha
59	Jennifer Sangucho	**127**	Beatriz Pullo
60	Janeth Yanchatipan	**128**	Berna Rodríguez
61	Jorge Calapiña	**129**	Víctor Espejo
62	Jorge Calapiña	**130**	Víctor Sangucho
63	Jorge Yanchatipan	**131**	Victoria Yancha
64	José Francisco Yanchaguano	**132**	Virginia Pullupaxi
65	José Toapanta Jami	**133**	Yajaira Sailema
66	Juan Sangucho Cañar	**134**	Yolanda Yancha
67	Julio Romero	**135**	Yolanda Minta
68	Lisbeth Laguatasig	**136**	Zara Llerena

Anexo F. Registro las presiones en las acometidas en los puntos más críticos, lugares intermedios e inicios de la red

OCUPACIÓN	
R	Predio de uso residencial
C	Predio comercial
EP	Espacio de uso público
IPR	Institución privada
LA	Lote con acometida

N°	PROPIETARIO	Medidor		OCUPACIÓN					PRESIÓN (PSI)	PRESIÓN (kg/cm2)	Presión (mca)
		SI	NO	R	C	EP	IPR	LA			
1	Rosa Sangucho Lezcano	1		1					11	0.8	8
2	Paulina Collaguazo	1		1					10	0.7	7
3	Segundo Collaguazo	1		1					13	0.9	9
4	Ramón Toapanta	1		1					24	1.7	17
5	Raúl Almachi	1		1					25	1.8	18
6	Gilbert Tobar	1		1					23	1.6	16
7	José Toapanta Jami	1		1					24	1.7	17
8	Mercedes Calapiña	1		1					22	1.5	15
9	Mónica Yanchaguano	1		1					25	1.8	18
10	Diocelina Yanchaguano	1		1					22	1.5	15
11	Rebelo Yanchaguano	1		1					23	1.6	16
12	José Francisco Yanchaguano	1		1					24	1.7	17
13	Froilán Collaguazo	1		1					25	1.8	18
14	Estuardo Sangucho	1		1					22	1.5	15
15	Edgar Yanchaguano	1		1					27	1.9	19
16	Héctor Saquinga	1		1					26	1.8	18
17	Olguer Jami	1		1					23	1.6	16
18	Daniel Calapiña	1		1					24	1.7	17
19	Blanca Sangucho	1		1					25	1.8	18
20	Fabiola Ushiña	1		1					27	1.9	19
21	Alfredo Cajahuishca	1		1					27	1.9	19
22	Baltazar Yancha	1		1					35	2.5	25
23	Claudina Sangucho	1		1					29	2.0	20
24	Janet Quishpe	1		1					38	2.7	27
25	Delia Minta	1		1					53	3.7	37
26	Ester Sangucho	1		1					60	4.2	42
27	Roció Collaguazo	1		1					63	4.4	44
28	Cesar guita	1		1					75	5.3	53
29	Jennifer Sangucho	1		1					70	4.9	49
30	Blanca Cajamarca	1						1	105	7.4	74

31	Elena Cajamarca	1		1					103	7.2	72
32	Roció Quicaliquin	1		1					101	7.1	71
33	Soledad Llumipanta	1		1					100	7.0	70
34	Salomón Sangucho	1		1					73	5.1	51
35	Juan Sangucho Cañar	1		1					111	7.8	78
36	Yolanda Minta	1		1					65	4.6	46
37	Alberto Collaguazo	1		1					67	4.7	47
38	Mercedes Yanchatipan	1		1					70	4.9	49
39	Francisco Yanchatipan	1		1					24	1.7	17
40	Marcelo Cajamarca	1		1					25	1.8	18
41	Zara Llerena	1			1				23	1.6	16
42	Berta María Tobar	1		1					23	1.6	16
43	Alfredo Yanchaguano	1		1					25	1.8	18
44	Yolanda Yancha	1		1					24	1.7	17
45	Ángel María Sangucho	1		1					23	1.6	16
46	Raúl Yancha	1		1					20	1.4	14
47	Humberto Jami	1		1					23	1.6	16
48	Segundo Juan Collaguazo Sangucho	1		1					19	1.3	13
49	Víctor Espejo	1		1					18	1.3	13
50	Abel Collaguazo	1			1				15	1.1	11
51	Rosa Toapanta	1		1					17	1.2	12
52	Mercedes Sangucho	1		1					13	0.9	9
53	Gloria Toapanta	1		1					11	0.8	8
54	Claudina Mata	1		1					11	0.8	8
55	Berna Rodríguez	1		1					13	0.9	9
56	Luis Mata	1		1					10	0.7	7
57	Fabiola Rodríguez	1		1					10	0.7	7
58	Franklin Sangucho	1		1					9	0.6	6
59	Rosa Lezcano	1		1					8	0.6	6
60	Victoria Yancha	1		1					9	0.6	6
61	Olga Mullo	1		1					5	0.4	4
62	Patricio Yancha	1		1					44	3.1	31
63	Baltazar Yancha Sangoquiza	1		1					45	3.2	32
64	Norma Sánchez	1		1					46	3.2	32
65	Blanca Lema	1		1					47	3.3	33
66	Alegría Shigui	1		1					50	3.5	35
67	Samuel Sailema	1		1					75	5.3	53
68	Héctor Siza	1		1					78	5.5	55
69	Emily Huachi	1		1					80	5.6	56
70	Yajaira Sailema	1		1					75	5.3	53
71	Rogelia Toapanta	1		1					74	5.2	52
72	Alexandra Guita	1		1					95	6.7	67
73	María Margarita Sangucho	1		1					10	0.7	7
74	Alberto Sangucho	1		1					10	0.7	7
75	Valeriana Tobar	1		1					10	0.7	7
76	Manuel Pullupaxi	1		1					11	0.8	8
77	Julio Romero	1		1					15	1.1	11

78	Rosa Laguatasig Saquinga	1		1					10	0.7	7
79	María Quicaliquin	1		1					14	1.0	10
80	Rosa Laguatasig	1		1					15	1.1	11
81	Ermelinda Toapanta	1		1					30	2.1	21
82	Mariano Laguatasig	1		1					31	2.2	22
83	Beatriz Pullo	1		1					33	2.3	23
84	Manuel Maiza	1		1					30	2.1	21
85	Alexander Sangucho	1		1					30	2.1	21
86	Clara Pullupaxi	1		1					35	2.5	25
87	Blasco Sánchez	1		1					34	2.4	24
88	Janeth Yanchatipan	1		1					37	2.6	26
89	Nicolasa Yanchatipan	1		1					45	3.2	32
90	Eduardo Guita	1		1					32	2.2	22
91	Alfredo Cajamarca	1		1					40	2.8	28
92	Martha Cajamarca	1		1					35	2.5	25
93	Alfredo Sangucho	1		1					39	2.7	27
94	Jorge Calapiña	1		1					10	0.7	7
95	Sergio Constante	1		1					48	3.4	34
96	Olga Yanchaluiza	1		1					32	2.2	22
97	Soledad Yanchaluiza	1		1					33	2.3	23
98	Ermelinda Toapanta Yanchaluiza	1		1					34	2.4	24
99	Segundo Laguatasig	1		1					10	0.7	7
100	Agustina Maiza	1		1					10	0.7	7
101	Myriam Yanchaguano	1		1					13	0.9	9

Anexo G. Registro de tuberías catastradas del SDAP existente

Tramo Tubería	**Longitud (m)**	**Diámetro nominal (mm)**	**Material**
TD-N1	19.19	50	PVC
N1-N2	339.17	25	PVC
N1-N3	34.72	50	PVC
N3-N4	362.16	32	PVC
N4-N5	133.78	25	PVC
N5-N6	80.28	32	PVC
N3-N7	30.04	50	PVC
N7-N8	459.22	25	PVC
N7-N9	336.71	50	PVC
N9-N10	242.86	32	PVC
N10-N11	552.45	50	PVC
N11-N12	143.07	25	PVC
N11-N13	652.42	25	PVC
N9-N14	276.76	32	PVC
N14-N15	177.49	32	PVC
N14-N16	705.83	25	PVC
TOTAL	**4546.15**	**m**	
TOTAL	**4.546153**	**km**	

Anexo H. Análisis del agua

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILI

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS DE LA MUESTRA

Lugar donde se tomo la muestra: Junta Administradora de Agua Potable Regional Pillaro Alto (CAPTACION)

Fecha y hora de toma de muestra: 11 de Mayo, 16:00	**Fecha y Hora de llegada al laboratorio: 12 de Mayo**, 07:42
Tipo de muestra: Agua Cruda	**Fecha de inicio de análisis: 12 de Mayo de 2024**
Dirección: Canton Salcedo	**Fecha de emisión de informe: 15 de Mayo de 2024**

Codigo de verificación del muestreo: 001

Responsable de la Muestra: SANGUCHO QUINAUCHO ERIK JOEL

ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	**Norma de referencia:** DE ACUERDO A NTE INEN 1108:2020 AGUA POTABLE, REQUISITOS	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5	1,65	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS					
CLORO RECIDUAL	mg/l	HANNA-HI93701	0,3-1,5	*****	No Verificable
pH	Und.	HACH-SESION1	6,5-8,5	6,8	Cumple
TOTAL DISUELTO DE SOLIDOS	mg/l	HACH-SESION5	500	55,2	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS					
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1,1	<1,1	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1,1	<1,1	Cumple

OBSERVACIONES

La muestra ingresa al laboratorio a temperatura 17,5°C
Condiciones ambietales con la cual se realizo los analisis fisicos: temperatura 17,5°C
Condiciones ambietales con la cual se realizo los analisis microbiológico: temperatura 17,5°C

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis realizados CUMPLEN con la "NTE INEN 1108:2020 Agua Potable, Requisitos" en los parámetros analizados la mayoría cumplen con los valores permitidos.

Profesional Responsable

Ing. Ma[illegible]Aragon Cristian Fernando
ANALISTA DE LABORATORIO DE AGUA POTABLE
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DEL GAD MUNICIPAL SAQUISILI - OMAPAS

Los resultados obtenidos solo afectan a las muestras recibidas en el laboratorio.
Este informe no será reproducido excepto en su totalidad con la aprovacion del Analista de Control de Calidad del Laboratorio de Referencia.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILÍ

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS DE LA MUESTRA

Lugar donde se tomo la muestra: Junta Administradora de Agua Potable Regional Pillaro Alto (INGRESO)

Fecha y hora de toma de muestra: 11 de Mayo, 16:00 | **Fecha y Hora de llegada al laboratorio: 12 de Mayo**, 07:42

Tipo de muestra: Agua Cruda | **Fecha de inicio de análisis: 12 de Mayo de 2024**

Dirección: Canton Salcedo | **Fecha de emisión de informe: 15 de Mayo de 2024**

Codigo de verificación del muestreo: 001

Responsable de la Muestra: SANGUCHO QUINAUCHO ERIK JOEL

ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: DE ACUERDO A NTE INEN 1108:2020 AGUA POTABLE, REQUISITOS	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5	1,7	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS					
CLORO RECIDUAL	mg/l	HANNA-HI93701	0,3-1,5	0,16	No Cumple
pH	Und.	HACH-SESION1	6,5-8,5	6,52	Cumple
TOTAL DISUELTO DE SOLIDOS	mg/l	HACH-SESION5	500	49,9	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS					
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1,1	<1,1	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1,1	<1,1	Cumple

OBSERVACIONES

La muestra ingresa al laboratorio a temperatura 17,5°C

Condiciones ambietales con la cual se realizo los analisis fisicos: temperatura 17,5°C

Condiciones ambietales con la cual se realizo los analisis microbiológico: temperatura 17,5°C

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis realizados CUMPLEN con la "NTE INEN 1108:2020 Agua Potable, Requisitos" en los parámetros analizados la mayoría cumplen con los valores permitidos.

Profesional Responsable

Ing. Martínez Tenegon Cristian Orlando
ANALISTA DE LABORATORIO DE AGUA POTABLE
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA POTABLE DEL CANTÓN SAQUISILÍ

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

Este informe no será reproducido [illegible] en su totalidad con la aprovacion del Analista de Control de Calidad del Laboratorio de Referencia.

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL INTERCULTURAL DEL CANTÓN SAQUISILI

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

DATOS DE LA MUESTRA

Lugar donde se tomo la muestra: Junta Administradora de Agua Potable Regional Pillaro Alto (SALIDA)

Fecha y hora de toma de muestra: 11 de Mayo; 16:00 | **Fecha y Hora de llegada al laboratorio: 12 de Mayo**; 07:42

Tipo de muestra: Agua Cruda | **Fecha de inicio de análisis: 12 de Mayo de 2024**

Dirección: Canton Salcedo | **Fecha de emisión de informe: 15 de Mayo de 2024**

Codigo de verificación del muestreo: 001

Responsable de la Muestra: SANGUCHO QUINAUCHO ERIK JOEL

ANÁLISIS FÍSICOS REALIZADOS

PARÁMETROS	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	Norma de referencia: DE ACUERDO A NTE INEN 1108:2020 AGUA POTABLE, REQUISITOS	RESULTADO	CUMPLIMIENTO
TURBIDEZ	NTU	APHA-2130	5	1,55	Cumple
ANÁLISIS QUÍMICOS REALIZADOS					
CLORO RECIDUAL	mg/l	HANNA-HI93701	0,3-1,5	0,31	Cumple
pH	Und.	HACH-SESION1	6,5-8,5	6,8	Cumple
TOTAL DISUELTO DE SOLIDOS	mg/l	HACH-SESION5	500	50	Cumple
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS REALIZADOS					
COLIFORMES FECALES	ufc/l	APHA-9222	<1,1	Ausencia	Cumple
COLIFORMES TOTALES	ufc/l	APHA-9222	<1,1	Ausencia	Cumple

OBSERVACIONES

La muestra ingresa al laboratorio a temperatura 17,5°C

Condiciones ambietales con la cual se realizo los analisis fisicos: temperatura 17,5°C

Condiciones ambietales con la cual se realizo los analisis microbiológico: temperatura 17,5°C

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en los análisis realizados CUMPLEN con la "NTE INEN 1108:2020 Agua Potable, Requisitos" en los parámetros analizados la mayoría cumplen con los valores permitidos.

Profesional Responsable

Ing. Martinez [illegible] Cristian Orlando
ANALISTA DE LABORATORIO DE AGUA POTABLE
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS
POTABLE DEL CANTON SAQUISILI LABCAQ

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

Este informe no será reproducido excepto en su totalidad con la aprovacion del Analista de Control de Calidad del Laboratorio de Referencia.

Anexo I. Análisis de Precios Unitarios

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 1 DE 23**

RUBRO: 1 UNIDAD: M2

DETALLE: Limpieza y desbroce

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
SUBTOTAL M					**0.05**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.200	0.83
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.200	0.09
SUBTOTAL N						**0.92**

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**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		0.97
SON: UN DOLAR, 16/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	0.19
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		1.16
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**1.16**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 2 DE 23**

RUBRO: 2 UNIDAD: KM

DETALLE: Replanteo y nivelación para instalación de tubería

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					10.54
ESTACION TOTAL	1.00	2.00	2.00	24.000	48.00
SUBTOTAL M					**58.54**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
TOPOGRAFO 2	EO C1	1.00	4.65	4.65	12.000	55.80
CADENERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	37.000	155.03
SUBTOTAL N						**210.83**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
TIRAS DE 2.5*2.5*250 cm	U	6.000	0.26	1.56
PINTURA ESMALTE	GLN	0.250	10.35	2.59
SUBTOTAL O				**4.15**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**	273.52
SON: TRESCIENTOS VEINTE Y OCHO DOLARES, 22/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)** 20.00%	54.70
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**	328.22
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**	**328.22**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 3 DE 23**

RUBRO: 3 UNIDAD: M2

DETALLE: Rotura de carpeta asfáltica a máquina (e=2")

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Cortadora de hormigón	1.00	3.80	3.80	0.050	0.19
SUBTOTAL M					**0.21**

MANO DE OBRA DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
PEON EO E2	2.00	4.14	8.28	0.050	0.41
SUBTOTAL N					**0.41**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Disco de corte asfalto	U	0.020	90.00	1.80
SUBTOTAL O				**1.80**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		2.42
SON: DOS DOLARES, 90/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	0.48
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		2.90
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**2.90**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 4 DE 23**

RUBRO: 4 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**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
Retro excavadora	1.00	20.00	20.00	0.080	1.60
SUBTOTAL M					**1.65**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.080	0.04
PEON	EO E2	2.00	4.14	8.28	0.080	0.66
OPERADOR RETROEXCAVADORA	EO C1	1.00	4.65	4.65	0.080	0.37
SUBTOTAL N						**1.07**

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**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		2.72
	INDIRECTOS (%)	20.00%	0.54
SON: TRES DOLARES, 26/100 CENTAVOS	**UTILIDAD (%)**	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.26
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO			
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**3.26**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 5 DE 23**

RUBRO: 5 UNIDAD: M3

DETALLE: Desalojo a máquina (Retro+Volqueta) hasta 5 km

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
Retro excavadora	1.00	20.00	20.00	0.050	1.00
Volqueta	1.00	20.00	20.00	0.050	1.00
SUBTOTAL M					**2.04**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.050	0.02
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.050	0.21
OPERADOR RETROEXCAVADORA	EO C1	1.00	4.65	4.65	0.050	0.23
CHOFER VOLQUETAS	CH C1	1.00	6.08	6.08	0.050	0.30
SUBTOTAL N						**0.76**

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**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		2.80
SON: TRES DOLARES, 36/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	0.56
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		3.36
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**3.36**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 6 DE 23**

RUBRO: 6 UNIDAD: M3

DETALLE: Cama de arena e=0,10 m

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.05
SUBTOTAL M					**0.05**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.120	0.06
PEON	EO E2	2.00	4.14	8.28	0.120	0.99
SUBTOTAL N						**1.05**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
ARENA FINA	M3	1.000	10.00	10.00
SUBTOTAL O				**10.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		11.10
	INDIRECTOS (%)	20.00%	2.22
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		13.32
	VALOR UNITARIO		**13.32**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: TRECE DOLARES, 32/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO

ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 7 DE 23**

RUBRO: 7 UNIDAD: M
DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 0.50 MPa E/C D=110mm 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
TUB. PVC PRESIÓN 110MMx6m 0.50 MPA E/C	M	1.000	27.88	27.88
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Codo 90º PVC110mm	U	0.003	10.00	0.03
Codo 45º PVC 110mm	U	0.010	9.00	0.09
Reducción PVC 110mm a 75mm	U	0.003	7.00	0.02
Reducción PVC 110mm a 40mm	U	0.003	5.00	0.02
SUBTOTAL O				**28.97**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	29.65
	INDIRECTOS (%) 20.00%	5.93
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	35.58
	VALOR UNITARIO	**35.58**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: TREINTA Y CINCO DOLARES, 58/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 8 DE 23**

RUBRO: 8 UNIDAD: M
DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 0.50 MPa E/C D=75mm 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Tubo PVC Presión 75mmx6mx 0.50 MPa E/C	M	1.000	12.98	12.98
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Tee PVC 75mm	U	0.003	12.00	0.04
Codo 90º PVC 75mm	U	0.003	12.00	0.04
Codo 45º PVC 75mm	U	0.010	7.00	0.07
Reducción PVC 75mm a 50mm	U	0.003	5.00	0.02
SUBTOTAL O				**14.08**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		14.76
INDIRECTOS (%)	20.00%	2.95
UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		17.71
VALOR UNITARIO		**17.71**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: DIECISIETE DOLARES, 71/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 9 DE 23**

RUBRO: 9 UNIDAD: M

DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 0.80 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Tubo PVC Presión 50mmx6mx 0.8 MPa E/C	M	1.000	8.31	8.31
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Tee PVC 50mm	U	0.003	9.00	0.03
Codo 90º PVC 50mm	U	0.003	7.00	0.02
Codo 45º PVC 50mm	U	0.010	5.12	0.05
Reducción PVC 50mm a 40mm	U	0.003	4.00	0.01
Reducción PVC 50mm a 32mm	U	0.003	3.70	0.01
Reducción PVC 50mm a 25mm	U	0.003	3.20	0.01
SUBTOTAL O				**9.37**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**	10.05
SON: DOCE DOLARES, 06/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)** 20.00%	2.01
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**	12.06
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**	**12.06**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 10 DE 23**

RUBRO: 10 UNIDAD: M

DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.00 MPa E/C D=40mm 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Tubo PVC Presión 40mmx6mx 1.00 MPa E/C	M	1.000	6.82	6.82
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Tee PVC 40mm	U	0.003	5.00	0.02
Codo 90º PVC 40mm	U	0.003	4.30	0.01
Codo 45º PVC 40mm	U	0.010	4.10	0.04
Reducción PVC 40mm a 32mm	U	0.003	2.70	0.01
Reducción PVC 40mm a 25mm	U	0.003	2.30	0.01
Reducción PVC 40mm a 20mm	U	0.003	2.00	0.01
SUBTOTAL O				**7.85**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		8.53
SON: DIEZ DOLARES, 24/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	1.71
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		10.24
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**10.24**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 11 DE 23**

RUBRO: 11 UNIDAD: M
DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.25 MPa E/C D=32mm 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Tubo PVC Presión 32mmx6mx 1.25 MPa E/C	M	1.000	5.85	5.85
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Tee PVC 32mm	U	0.003	4.00	0.01
Codo 90º PVC 32mm	U	0.003	5.00	0.02
Codo 45º PVC 32mm	U	0.010	4.20	0.04
Reducción PVC 32mm a 25mm	U	0.003	3.00	0.01
Reducción PVC 32mm a 20mm	U	0.003	2.90	0.01
SUBTOTAL O				**6.87**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		7.55
SON: NUEVE DOLARES, 06/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	1.51
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		9.06
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**9.06**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 12 DE 23**

RUBRO: 12 UNIDAD: M
DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 1.60 MPa E/C D=25mm 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Tubo PVC Presión 25mmx6mx 1.60 MPa E/C	M	1.000	3.91	3.91
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Tee PVC 25mm 1.00 Mpa	U	0.003	2.00	0.01
Codo 90º PVC 25mm	U	0.003	1.70	0.01
Codo 45º PVC 25mm	U	0.010	1.50	0.02
Reducción PVC 25mm a 20mm	U	0.003	1.50	0.00
SUBTOTAL O				**4.88**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		5.56
	INDIRECTOS (%)	20.00%	1.11
SON: SEIS DOLARES, 67/100 CENTAVOS	**UTILIDAD (%)**	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		6.67
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**VALOR UNITARIO**		**6.67**
ELABORADO			

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 13 DE 23**

RUBRO: 13 UNIDAD: M
DETALLE: Sum. e inst.de tubería PVC E/C 2.00 MPa E/C D=20mm 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.					0.03
EQUIPO PRUEBA TUBERIA	1.00	2.00	2.00	0.060	0.12
SUBTOTAL M					**0.15**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.060	0.03
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.060	0.25
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.060	0.25
SUBTOTAL N						**0.53**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Tubo PVC Presión 20mmx6mx 2.00 MPa E/C	M	1.000	3.43	3.43
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Tee PVC 20mm	U	0.003	1.90	0.01
Codo 90º PVC 20mm	U	0.010	1.50	0.02
Codo 45º PVC 20mm	U	0.003	1.50	0.00
SUBTOTAL O				**4.39**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		5.07
SON: SEIS DOLARES, 08/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	1.01
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		6.08
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**6.08**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 14 DE 23**

RUBRO: 14 UNIDAD: U

DETALLE: Sum. e inst.de hidrante H.F. 2 salidas

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.64
SUBTOTAL M					**2.64**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	6.000	2.82
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	6.000	24.84
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	6.000	25.14
SUBTOTAL N						**52.80**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Hidrante H.F. D=2" 2 salidas	U	1.000	538.60	538.60
Tubo PVC Presión 32mmx6mx 1.25 MPa E/C	M	3.000	5.85	17.55
Tee PVC 32mm	U	1.000	4.00	4.00
Reducción PVC 50mm a 32mm	U	1.000	3.70	3.70
Codo 90º PVC 32mm	U	1.000	5.00	5.00
Codo 45º PVC 32mm	U	2.000	4.20	8.40
Union gibault HD 2"	U	1.000	21.11	21.11
Válvula de compuerta BR D=32mm	U	1.000	36.70	36.70
Adaptador macho H-PVC M 32mm x 2"	U	2.000	1.50	3.00
Cemento Portland	KG	7.000	0.20	1.40
Arena	M3	0.010	12.00	0.12
Ripio triturado	M3	0.020	20.00	0.40
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.003	21.09	0.06
Acondicionador P/Solid Tub Polilimpia	LT	0.030	9.98	0.30
Agua	M3	0.010	0.50	0.01
SUBTOTAL O				**640.35**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**	695.79
SON: OCHOCIENTOS TREINTA Y CUATRO DOLARES, 95/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)** 20.00%	139.16
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**	834.95
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**	**834.95**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 15 DE 23**

RUBRO: 15 UNIDAD: U

DETALLE: Sum. e inst. de válvula reductora de presión a pistón niquelada con rosca 1"

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.31
SUBTOTAL M					**0.31**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.700	0.33
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.700	2.90
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.700	2.93
SUBTOTAL N						**6.16**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Válvula reductora de presión a psitón REDUX GE D=1"	U	1.000	130.00	130.00
Adaptador 25mmX1" Macho PVC	U	6.000	1.50	9.00
Teflón	U	2.000	0.22	0.44
Soldadura P/Tub PVC Polipega	LT	0.030	21.09	0.63
Adaptador macho H-PVC M 32mm x 2"	U	0.030	1.50	0.05
SUBTOTAL O				**140.12**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		146.59
SON: CIENTO SETENTA Y CINCO DOLARES, 91/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	29.32
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		175.91
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**175.91**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 16 DE 23**

RUBRO: 16 UNIDAD: U

DETALLE: Caja de válvula H.F 160mm, tráfico pesado

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.13
SUBTOTAL M					**0.13**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.300	0.14
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.300	1.24
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.300	1.26
SUBTOTAL N						**2.64**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Caja H. F. D=4	U	1.000	15.00	15.00
Tubería PVC 110mm U. cementado (Desague) x 6m	M	1.500	6.00	9.00
SUBTOTAL O				**24.00**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		26.77
	INDIRECTOS (%)	20.00%	5.35
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		32.12
	VALOR UNITARIO		**32.12**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: TREINTA Y DOS DOLARES, 12/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO

ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 17 DE 23**

RUBRO: 17 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.					0.09
APISONADOR	1.00	6.00	6.00	0.200	1.20
SUBTOTAL M					**1.29**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.200	0.09
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.200	0.83
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.200	0.84
SUBTOTAL N						**1.76**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Agua	M3	0.100	0.50	0.05
SUBTOTAL O				**0.05**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.10
AMBATO, JUNIO DE 2024	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	0.62
SON: TRES DOLARES, 72/100 CENTAVOS	**UTILIDAD (%)**	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.72
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO			
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**3.72**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 18 DE 23**

RUBRO: 18 UNIDAD: M2

DETALLE: Reposición de carpeta asfáltica (e=2") en caliente, inc. Imprimación

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.33
COMPACTADOR 5.5 HP	1.00	3.00	3.00	0.500	1.50
SUBTOTAL M					**1.83**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	1.00	4.65	4.65	0.500	2.33
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.500	2.07
ALBAÑIL	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.500	2.10
SUBTOTAL N						**6.50**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
SUB-BASE CLASE 3	M3	0.250	3.30	0.83
BASE CLASE 1	M3	0.200	3.30	0.66
ASFALTO RC 250	KG	1.630	0.39	0.64
CAPA DE RODADURA H. ASF. 2"	M2	1.000	5.22	5.22
SUBTOTAL O				**7.35**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	15.68
	INDIRECTOS (%) 20.00%	3.14
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	18.82
	VALOR UNITARIO	**18.82**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: DIECIOCHO DOLARES, 82/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO
ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 19 DE 23**

RUBRO: 19 UNIDAD: M3

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

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.31
SUBTOTAL M					**0.31**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	1.00	4.65	4.65	0.700	3.26
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.700	2.90
SUBTOTAL N						**6.16**

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)		6.47
	INDIRECTOS (%)	20.00%	1.29
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		7.76
	VALOR UNITARIO		**7.76**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: SIETE DOLARES, 76/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO

ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 20 DE 23**

RUBRO: 20 UNIDAD: U

DETALLE: Acometida a red matriz de AA.PP. 32mm x 1/2" inc medidor

EQUIPO DESCRIPCION	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.10
Amoladora	0.15	1.03	0.15	2.500	0.38
SUBTOTAL M					**1.48**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	2.500	1.18
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	2.500	10.35
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	2.500	10.48
SUBTOTAL N						**22.01**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Válvula de corte inviolable BR D=1/2	U	1.000	4.40	4.40
Válvula de paso D=1/2"	U	1.000	8.00	8.00
Collarín PP D=32mm x 1/2"	U	1.000	1.50	1.50
Adaptador macho PVCP 1/2"	U	2.000	0.44	0.88
Manguera negra PE 1/2"	ML	4.000	0.20	0.80
Tubería PVCP roscable 1/2"x6m	ML	2.800	1.60	4.48
Codo 90º PP 1/2"	U	3.000	0.45	1.35
Neplo corrido roscable PP 1/2"	U	2.000	0.41	0.82
Teflón plástico multiuso	U	1.000	0.30	0.30
Medidor chorro múltiple D=1/2"; Ratio 160	U	1.000	22.75	22.75
Caja metálica de pared para medidor con tapa	U	1.000	21.73	21.73
Mortero 1:3 e=2cm	M2	0.300	2.60	0.78
SUBTOTAL O				**67.79**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**	91.28
SON: CIENTO NUEVE DOLARES, 54/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)** 20.00%	18.26
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**	109.54
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**	**109.54**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 21 DE 23**

RUBRO: 21 UNIDAD: M3

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

EQUIPO DESCRIPCION	C529-471378	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
Herramienta Menor 5% de M.O.						0.09
APISONADOR		1.00	6.00	6.00	0.200	1.20
SUBTOTAL M						**1.29**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		**CANTIDAD A**	**JORNAL/HR B**	**COSTO HORA C=AxB**	**RENDIMIENTO R**	**COSTO D=CxR**
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.10	4.65	0.47	0.200	0.09
PEON	EO E2	1.00	4.14	4.14	0.200	0.83
OPERADOR EQUIPO LIVIANO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.200	0.84
SUBTOTAL N						**1.76**

MATERIALES DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**PRECIO UNIT. B**	**COSTO C=AxB**
Agua	M3	0.100	0.50	0.05
SUBTOTAL O				**0.05**

TRANSPORTE DESCRIPCION	**UNIDAD**	**CANTIDAD A**	**TARIFA B**	**COSTO C=AxB**
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3.10
	INDIRECTOS (%)	20.00%	0.62
SON: TRES DOLARES, 72/100 CENTAVOS	**UTILIDAD (%)**	0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO		3.72
	VALOR UNITARIO		**3.72**

AMBATO, JUNIO DE 2024

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO

ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 22 DE 23**

RUBRO: 22 UNIDAD: GLB

DETALLE: Sistema de cloración

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.24
SUBTOTAL M					**0.24**

MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	0.50	4.65	2.33	0.330	0.77
PLOMERO	EO D2	1.00	4.19	4.19	0.330	1.38
PEON	EO E2	2.00	4.14	8.28	0.330	2.73
SUBTOTAL N						**4.88**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Tanque prefabricado de polietileno reforzado de 600 L	U	1.000	120.00	120.00
Válvula de paso 3/4"	U	1.000	12.00	12.00
Filtro de discos 3/4"	U	1.000	8.70	8.70
Manguera de polietileno de 1/4” x 1 m	U	1.000	0.50	0.50
Gotero autocompensante de 1.5 L/h	U	1.000	0.30	0.30
SUBTOTAL O				**141.50**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	146.62
	INDIRECTOS (%) 20.00%	29.32
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	175.94
	VALOR UNITARIO	**175.94**

AMBATO, JUNIO DE 2024

SON: CIENTO SETENTA Y CINCO DOLARES, 94/100 CENTAVOS

ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO

ELABORADO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVL

PROYECTO: "OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN PÍLLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS **HOJA 23 DE 23**

RUBRO: 23 UNIDAD: GLB

DETALLE: Tanque de distribución

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					3.00
SUBTOTAL M					**3.00**

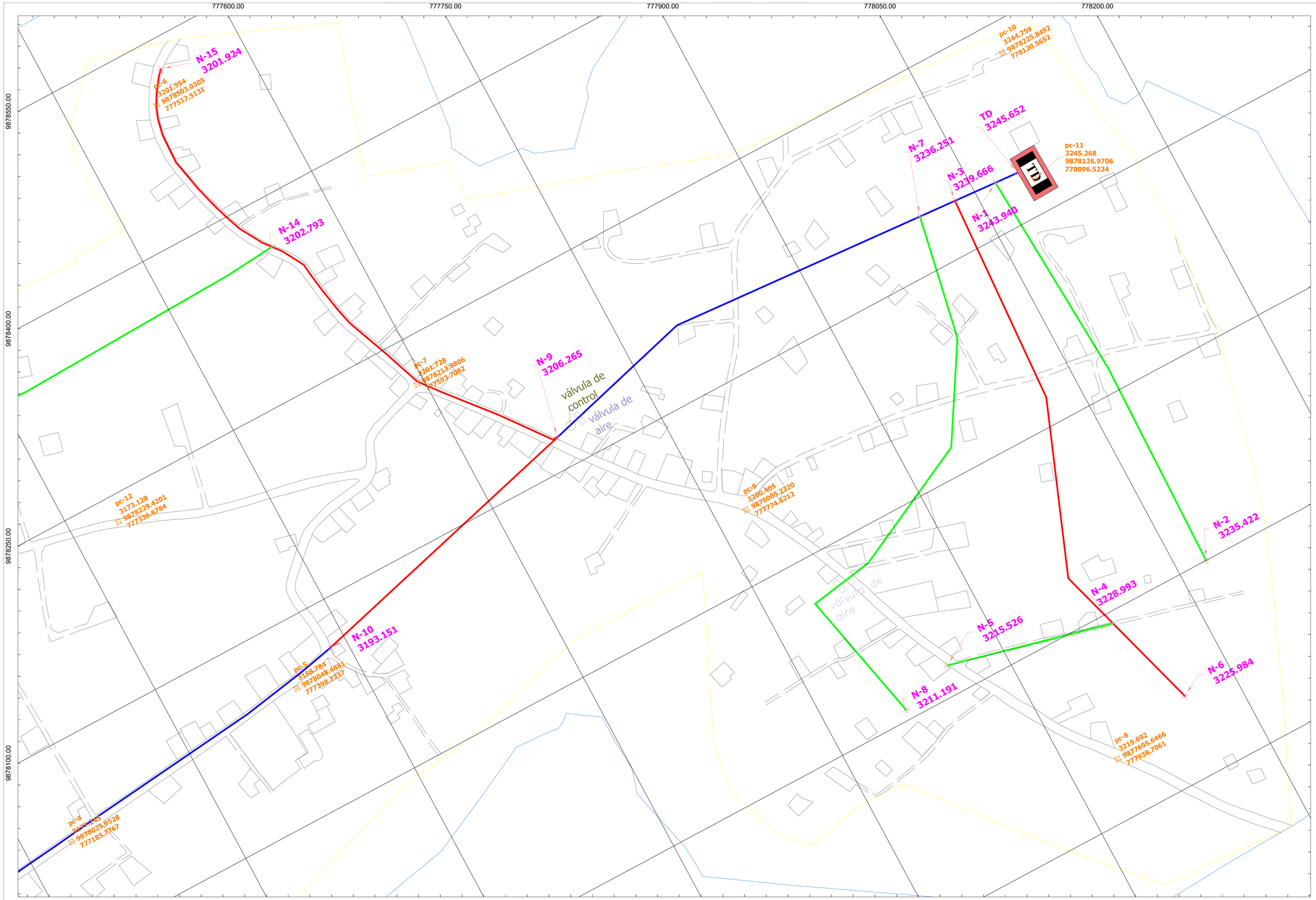
MANO DE OBRA DESCRIPCION		CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EJEC.OBRAS CIVIL	EO C1	1.00	4.65	4.65	3.500	16.28
ALBAÑIL	EO D2	1.00	4.19	4.19	3.500	14.67
PEON	EO E2	2.00	4.14	8.28	3.500	28.98
SUBTOTAL N						**59.93**

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Cemento Portland	KG	7.000	0.20	1.40
Arena	M3	0.500	12.00	6.00
Ripio triturado	M3	1.400	20.00	28.00
Agua	M3	0.700	0.50	0.35
Aditivo para morteros	KG	7.000	1.70	11.90
SUBTOTAL O				**47.65**

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				**0.00**

AMBATO, JUNIO DE 2024	**TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)**		110.58
SON: CIENTO TREINTA Y DOS DOLARES, 70/100 CENTAVOS	**INDIRECTOS (%)**	20.00%	22.12
	UTILIDAD (%)	0.00%	0.00
ERICK JOEL SANGUCHO QUINAUCHO	**COSTO TOTAL DEL RUBRO**		132.70
ELABORADO	**VALOR UNITARIO**		**132.70**

Anexo J. Planos



Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3243.94
N-2	3235.42
N-3	3239.67
N-4	3228.99
N-5	3215.53
N-6	3225.98
N-7	3236.25
N-8	3211.19
N-9	3206.27
N-10	3193.15
N-11	3161.67
N-12	3153.35
N-13	3115.00
N-14	3202.79
N-15	3201.92
N-16	3147.71

Tramo Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material
TD-N1	19.19	50.00	PVC
N1-N2	339.17	25.00	PVC
N1-N3	34.72	50.00	PVC
N3-N4	362.16	32.00	PVC
N4-N5	133.78	25.00	PVC
N5-N6	80.28	32.00	PVC
N3-N7	30.04	50.00	PVC
N7-N8	459.22	25.00	PVC
N7-N9	336.71	50.00	PVC
N9-N10	242.86	32.00	PVC
N10-N11	552.45	50.00	PVC
N11-N12	143.07	25.00	PVC
N11-N13	652.42	25.00	PVC
N9-N14	276.76	32.00	PVC
N14-N15	177.49	32.00	PVC
N14-N16	705.83	25.00	PVC
TOTAL	**4546.15**	**m**	
TOTAL	**4.55**	**km**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

CATASTRO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 1/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

TUBERÍA PVC 50mm

TUBERÍA PVC 32mm

TUBERÍA PVC 25mm

ÁREA DEL PROYECTO

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

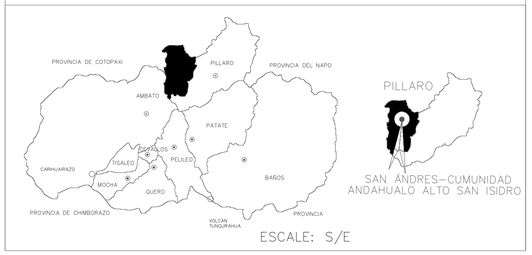
CAMINO DE TIERRA

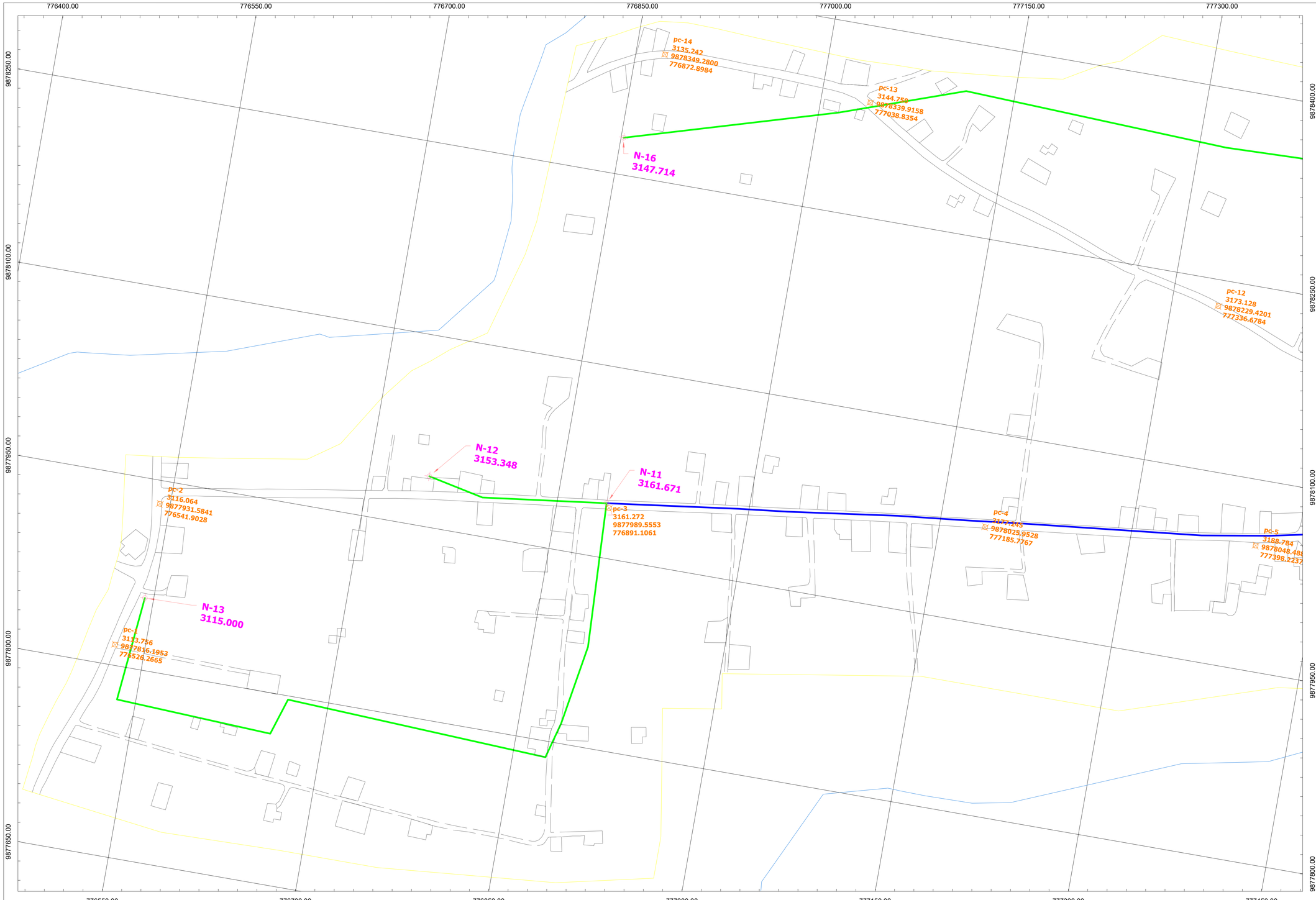
PREDIOS

NODOS

PUNTOS DE CONTROL

UBICACIÓN DEL PRYECTO:





Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3243.94
N-2	3235.42
N-3	3239.67
N-4	3228.99
N-5	3215.53
N-6	3225.98
N-7	3236.25
N-8	3211.19
N-9	3206.27
N-10	3193.15
N-11	3161.67
N-12	3153.35
N-13	3115.00
N-14	3202.79
N-15	3201.92
N-16	3147.71

Tramo Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material
TD-N1	19.19	50.00	PVC
N1-N2	339.17	25.00	PVC
N1-N3	34.72	50.00	PVC
N3-N4	362.16	32.00	PVC
N4-N5	133.78	25.00	PVC
N5-N6	80.28	32.00	PVC
N3-N7	30.04	50.00	PVC
N7-N8	459.22	25.00	PVC
N7-N9	336.71	50.00	PVC
N9-N10	242.86	32.00	PVC
N10-N11	552.45	50.00	PVC
N11-N12	143.07	25.00	PVC
N11-N13	652.42	25.00	PVC
N9-N14	276.76	32.00	PVC
N14-N15	177.49	32.00	PVC
N14-N16	705.83	25.00	PVC
TOTAL	**4546.15**	**m**	
TOTAL	**4.55**	**km**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

CATASTRO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO

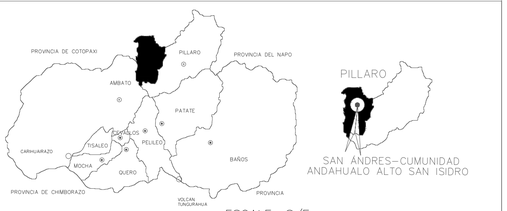
PROVINCIA:	CANTON:	SECTOR:
TUNGURAHUA	PILLARO	COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1/1500	AGOSTO 2024	2/18

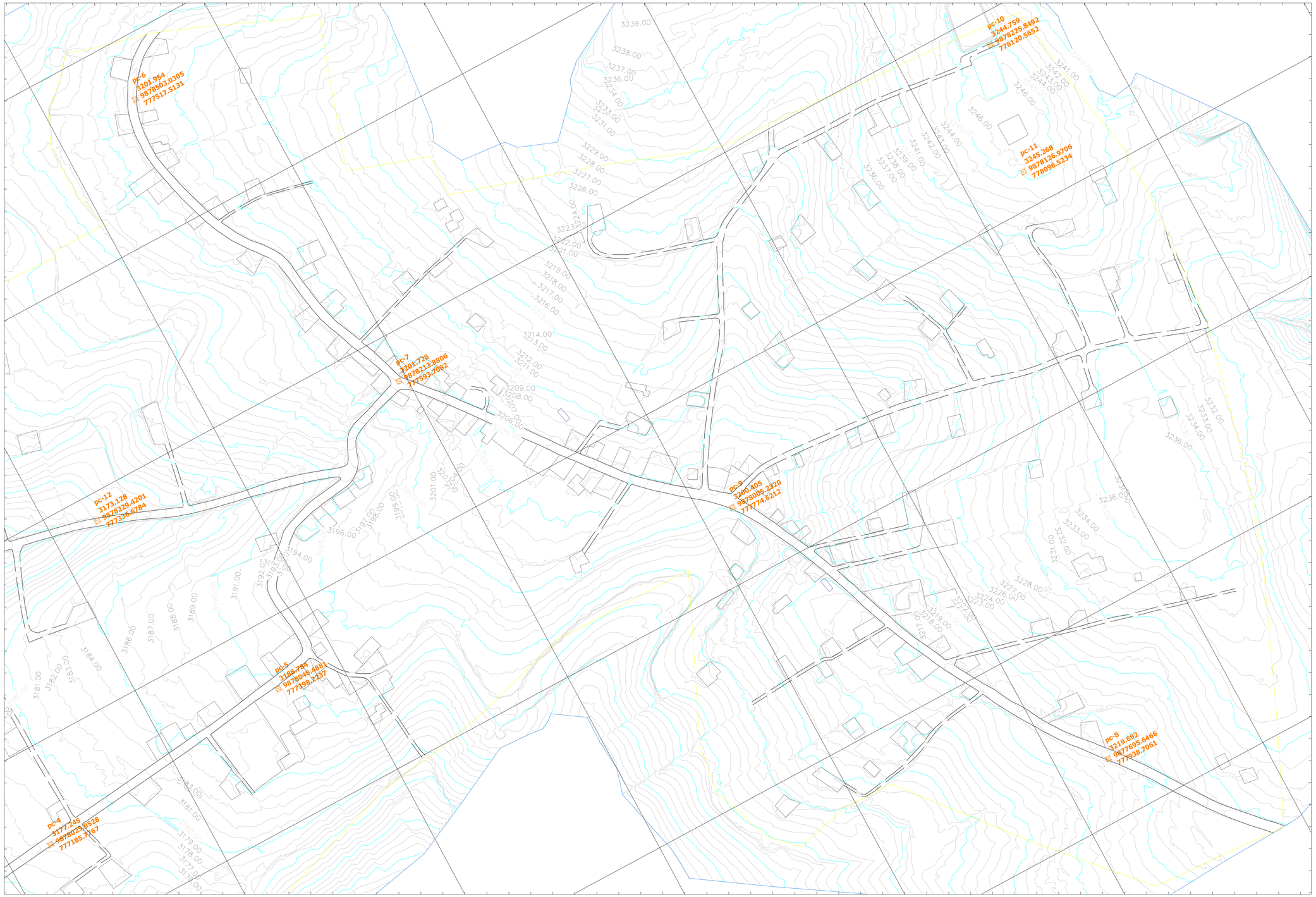
REVISIÓN:	DIBUJO:
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ERICK SANGUCHO

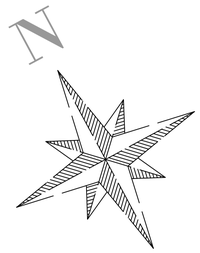
SIMBOLOGÍA:

- TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- TUBERÍA PVC 50mm
- TUBERÍA PVC 32mm
- TUBERÍA PVC 25mm
- ÁREA DEL PROYECTO
- VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO
- CAMINO DE TIERRA
- PREDIOS
- NODOS
- PUNTOS DE CONTROL

UBICACIÓN:







Puntos de control

Referencia	Norte	Este	Elevación (msnm)
Pc-1	9877816.20	776526.27	3113.76
Pc-2	9877931.58	776541.90	3116.06
Pc-3	9877989.56	776891.11	3161.27
Pc-4	9878025.95	777185.78	3177.25
Pc-5	9878048.49	777398.22	3188.78
Pc-6	9878503.03	777517.51	3201.95
Pc-7	9878213.88	777593.71	3201.73
Pc-8	9877695.65	777938.71	3219.69
Pc-9	9878005.23	777774.62	3200.41
Pc-10	9878225.85	778120.57	3244.76
Pc-11	9878126.97	778096.52	3245.27
Pc-12	9878229.42	777336.68	3173.13
Pc-13	9878339.92	777038.84	3144.75
Pc-14	9878349.28	776872.90	3135.24

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

TOPOGRAFÍA DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 3/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

CURVAS MENORES

CURVAS MAYORES

PUNTOS DE CONTROL

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

PREDIOS

ÁREA DEL PROYECTO

UBICACIÓN:



ESCALE: S/E



Puntos de control			
Referencia	**Norte**	**Este**	**Elevación (msnm)**
Pc-1	9877816.20	776526.27	3113.76
Pc-2	9877931.58	776541.90	3116.06
Pc-3	9877989.56	776891.11	3161.27
Pc-4	9878025.95	777185.78	3177.25
Pc-5	9878048.49	777398.22	3188.78
Pc-6	9878503.03	777517.51	3201.95
Pc-7	9878213.88	777593.71	3201.73
Pc-8	9877695.65	777938.71	3219.69
Pc-9	9878005.23	777774.62	3200.41
Pc-10	9878225.85	778120.57	3244.76
Pc-11	9878126.97	778096.52	3245.27
Pc-12	9878229.42	777336.68	3173.13
Pc-13	9878339.92	777038.84	3144.75
Pc-14	9878349.28	776872.90	3135.24

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

TOPOGRAFÍA DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 4/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	DIBUJO: ERICK SANGUCHO	

SIMBOLOGÍA:

CURVAS MENORES

CURVAS MAYORES

PUNTOS DE CONTROL

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

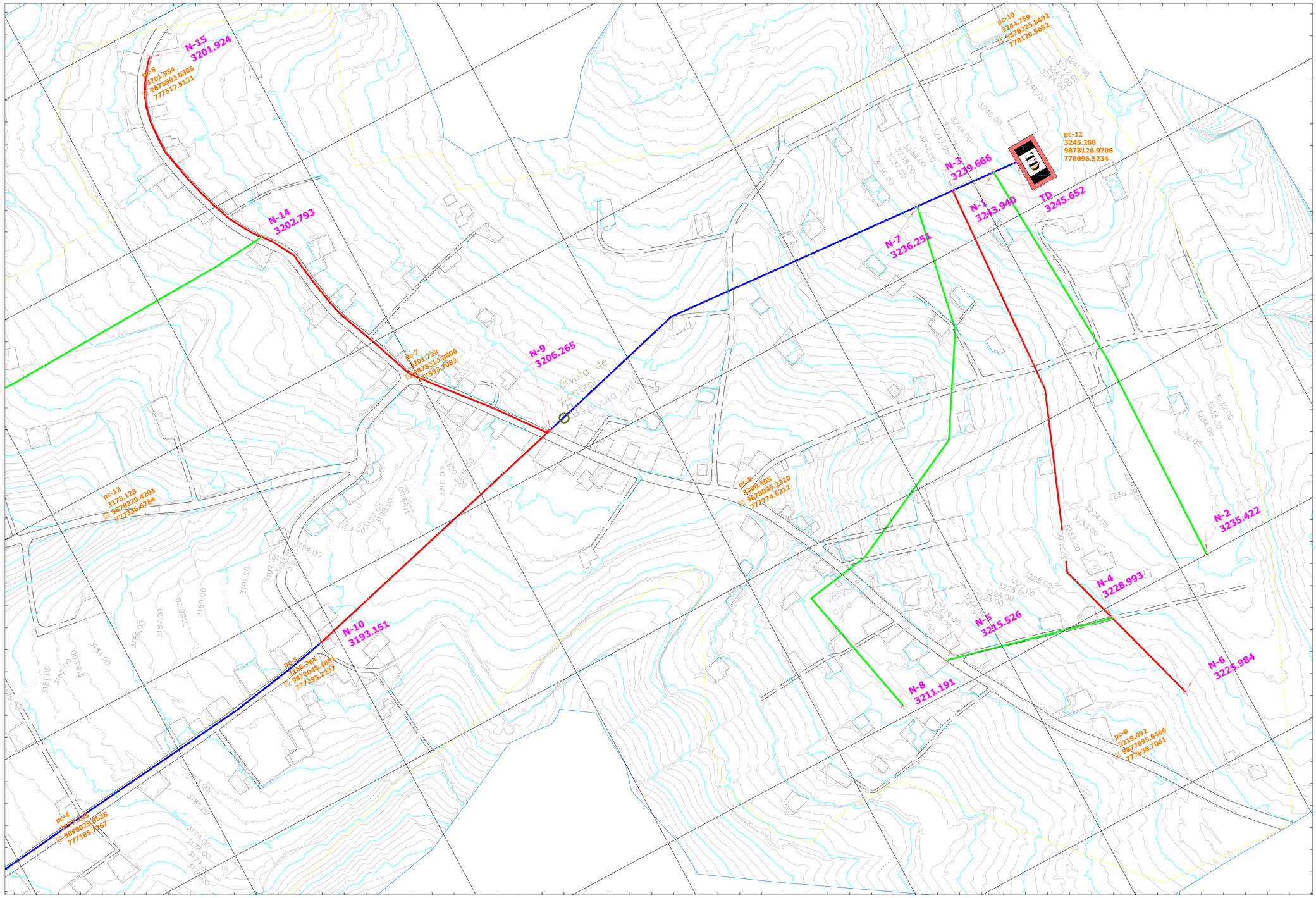
CAMINO DE TIERRA

PREDIOS

ÁREA DEL PROYECTO

UBICACIÓN:





Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3243.94
N-2	3235.42
N-3	3239.67
N-4	3228.99
N-5	3215.53
N-6	3225.98
N-7	3236.25
N-8	3211.19
N-9	3206.27
N-10	3193.15
N-11	3161.67
N-12	3153.35
N-13	3115.00
N-14	3202.79
N-15	3201.92
N-16	3147.71

Tramo Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material
TD-N1	19.19	50.00	PVC
N1-N2	339.17	25.00	PVC
N1-N3	34.72	50.00	PVC
N3-N4	362.16	32.00	PVC
N4-N5	133.78	25.00	PVC
N5-N6	80.28	32.00	PVC
N3-N7	30.04	50.00	PVC
N7-N8	459.22	25.00	PVC
N7-N9	336.71	50.00	PVC
N9-N10	242.86	32.00	PVC
N10-N11	552.45	50.00	PVC
N11-N12	143.07	25.00	PVC
N11-N13	652.42	25.00	PVC
N9-N14	276.76	32.00	PVC
N14-N15	177.49	32.00	PVC
N14-N16	705.83	25.00	PVC
TOTAL	**4546.15**	**m**	
TOTAL	**4.55**	**km**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO

PROVINCIA:	CANTON:	SECTOR:
TUNGURAHUA	PILLARO	COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1/1500	AGOSTO 2024	5/18

REVISIÓN:

ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL

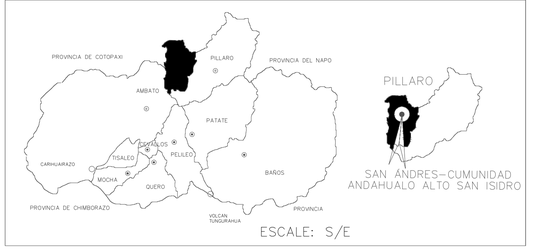
DIBUJO:

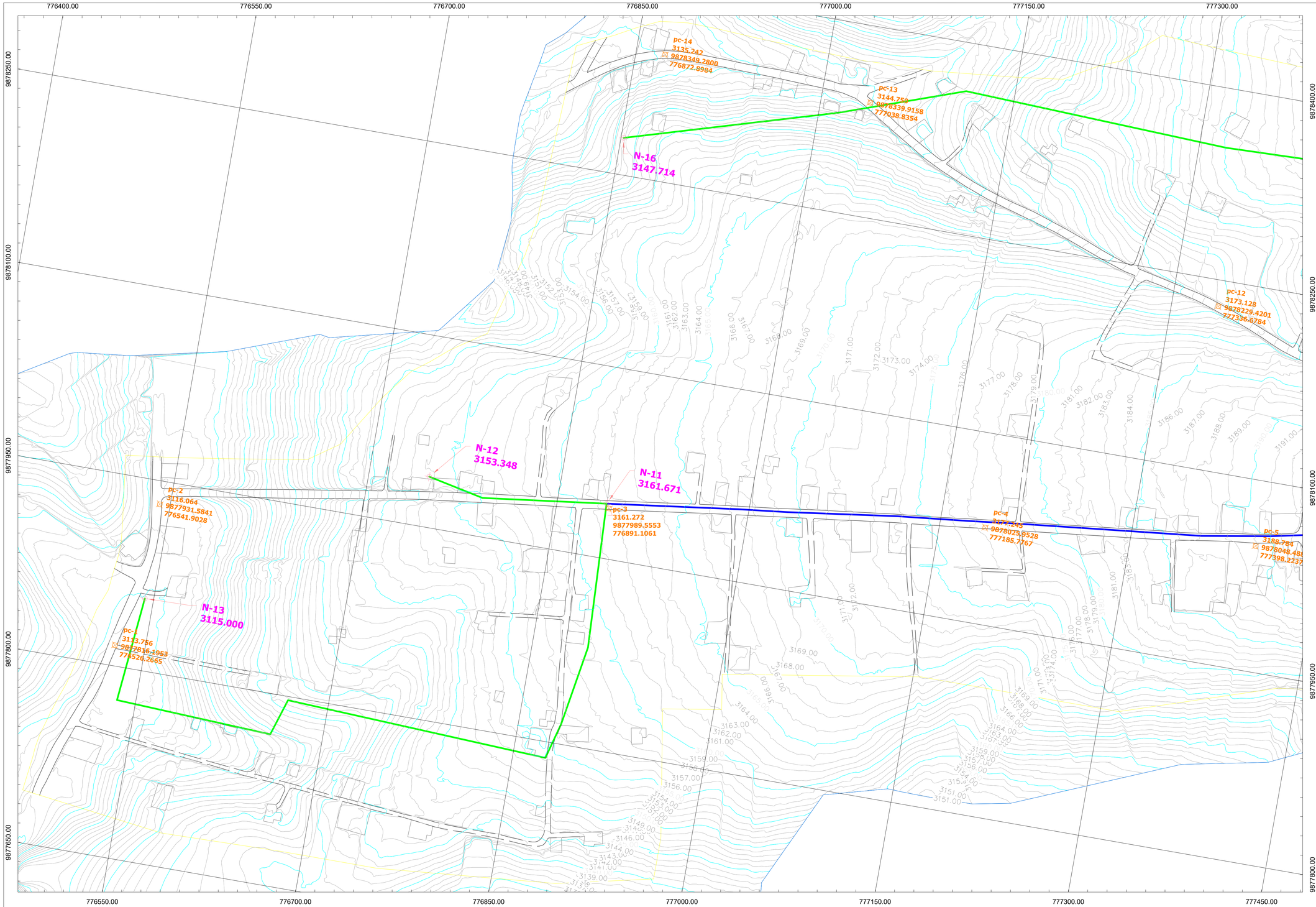
ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

ÁREA DEL PROYECTO
TUBERÍA PVC 50mm
TUBERÍA PVC 32mm
TUBERÍA PVC 25mm
CURVAS MENORES
CURVAS MAYORES
TD TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO
CAMINO DE TIERRA
PREDIOS
NODOS
PUNTOS DE CONTROL

UBICACIÓN DEL PRYECTO:





Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3243.94
N-2	3235.42
N-3	3239.67
N-4	3228.99
N-5	3215.53
N-6	3225.98
N-7	3236.25
N-8	3211.19
N-9	3206.27
N-10	3193.15
N-11	3161.67
N-12	3153.35
N-13	3115.00
N-14	3202.79
N-15	3201.92
N-16	3147.71

Tramo Tubería	Longitud (m)	Diámetro nominal (mm)	Material
TD-N1	19.19	50.00	PVC
N1-N2	339.17	25.00	PVC
N1-N3	34.72	50.00	PVC
N3-N4	362.16	32.00	PVC
N4-N5	133.78	25.00	PVC
N5-N6	80.28	32.00	PVC
N3-N7	30.04	50.00	PVC
N7-N8	459.22	25.00	PVC
N7-N9	336.71	50.00	PVC
N9-N10	242.86	32.00	PVC
N10-N11	552.45	50.00	PVC
N11-N12	143.07	25.00	PVC
N11-N13	652.42	25.00	PVC
N9-N14	276.76	32.00	PVC
N14-N15	177.49	32.00	PVC
N14-N16	705.83	25.00	PVC
TOTAL	**4546.15**	**m**	
TOTAL	**4.55**	**km**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO

PROVINCIA:	CANTON:	SECTOR:
TUNGURAHUA	PILLARO	COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1/1500	AGOSTO 2024	6/18

REVISIÓN:

ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL

DIBUJO:

ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

ÁREA DEL PROYECTO

TUBERÍA PVC 50mm

TUBERÍA PVC 32mm

TUBERÍA PVC 25mm

CURVAS MENORES

CURVAS MAYORES

TD

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

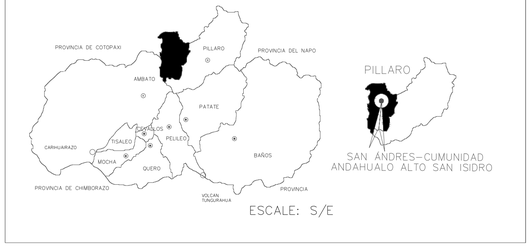
CAMINO DE TIERRA

PREDIOS

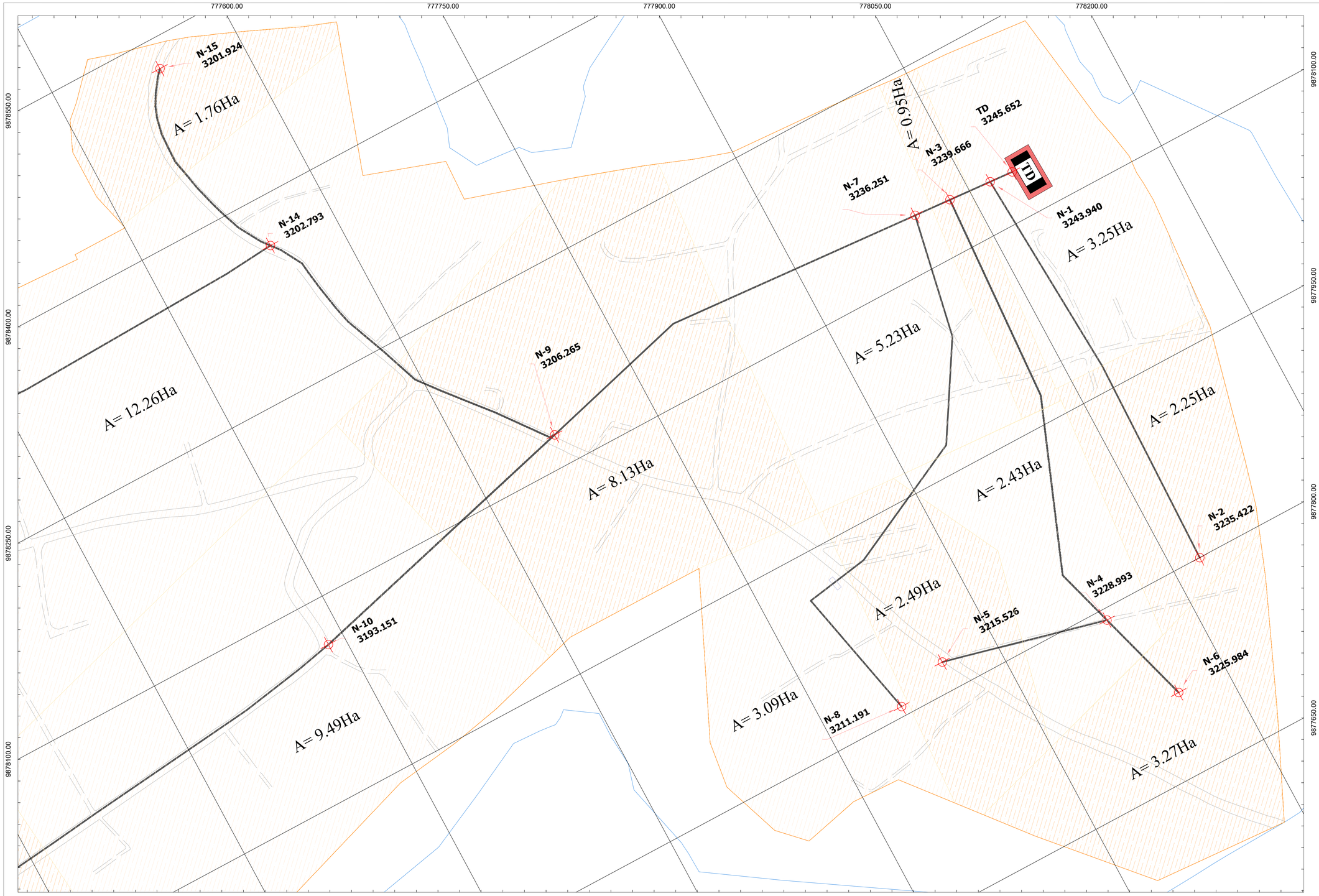
NODOS

PUNTOS DE CONTROL

UBICACIÓN:



ESCALE: S/E



N

Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3243.94
N-2	3235.42
N-3	3239.67
N-4	3228.99
N-5	3215.53
N-6	3225.98
N-7	3236.25
N-8	3211.19
N-9	3206.27
N-10	3193.15
N-11	3161.67
N-12	3153.35
N-13	3115.00
N-14	3202.79
N-15	3201.92
N-16	3147.71

Nodos	"Área (Ha)"
N-1	3.25
N-2	2.25
N-3	0.95
N-4	2.43
N-5	2.49
N-6	3.27
N-7	5.23
N-8	3.09
N-9	8.13
N-10	9.49
N-11	8.48
N-12	4.01
N-13	7.47
N-14	12.26
N-15	1.76
N-16	12.07

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

ÁREAS DE APORTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE

PROVINCIA:	CANTON:	SECTOR:
TUNGURAHUA	PILLARO	COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1/1500	AGOSTO 2024	7/18

REVISIÓN:	DIBUJO:
ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

ÁREAS

ÁREA DEL PROYECTO

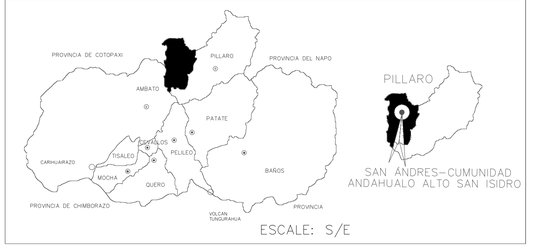
NODOS

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

UBICACIÓN DEL PRYECTO:





N

Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3243.94
N-2	3235.42
N-3	3239.67
N-4	3228.99
N-5	3215.53
N-6	3225.98
N-7	3236.25
N-8	3211.19
N-9	3206.27
N-10	3193.15
N-11	3161.67
N-12	3153.35
N-13	3115.00
N-14	3202.79
N-15	3201.92
N-16	3147.71

Nodos	"Área (Ha)"
N-1	3.25
N-2	2.25
N-3	0.95
N-4	2.43
N-5	2.49
N-6	3.27
N-7	5.23
N-8	3.09
N-9	8.13
N-10	9.49
N-11	8.48
N-12	4.01
N-13	7.47
N-14	12.26
N-15	1.76
N-16	12.07

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

ÁREAS DE APORTACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EXISTENTE

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 8/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

ÁREAS

ÁREA DEL PROYECTO

NODOS

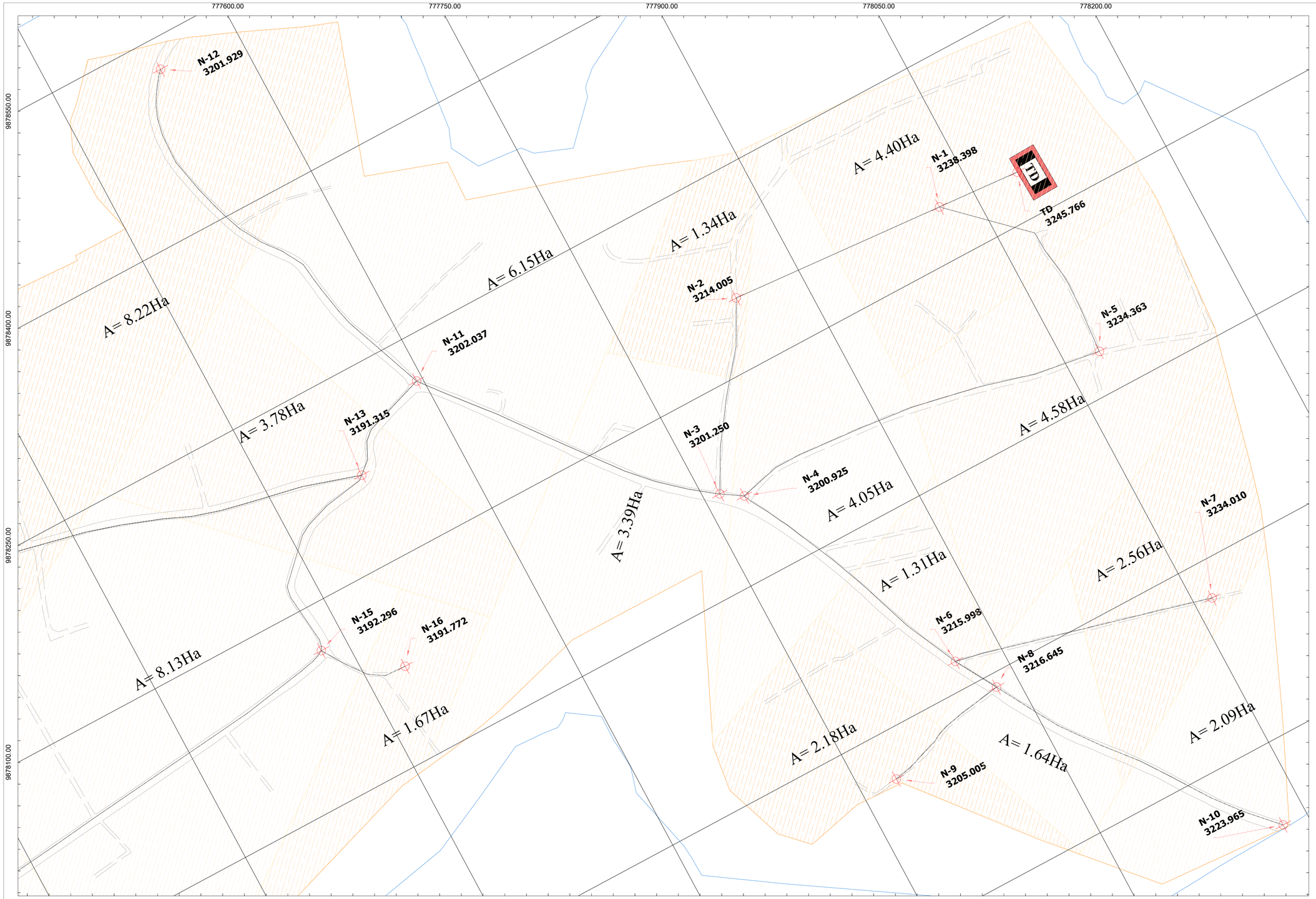
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

UBICACIÓN:





Nodos	"Área (m2)"	"Área (Ha)"
N-1	44000.00	4.40
N-2	13447.17	1.34
N-3	33900.00	3.39
N-4	40500.00	4.05
N-5	45800.00	4.58
N-6	13082.61	1.31
N-7	25604.97	2.56
N-8	16442.69	1.64
N-9	21826.62	2.18
N-10	20868.31	2.09
N-11	61541.56	6.15
N-12	82203.00	8.22
N-13	37826.83	3.78
N-14	131674.34	13.17
N-15	81300.82	8.13
N-16	16729.77	1.67
N-17	72752.95	7.28
N-18	30831.00	3.08
N-19	45460.28	4.55
N-20	30239.96	3.02

Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3238.40
N-2	3214.01
N-3	3201.25
N-4	3200.93
N-5	3234.36
N-6	3215.99
N-7	3234.01
N-8	3216.65
N-9	3205.01
N-10	3223.97
N-11	3202.04
N-12	3201.93
N-13	3191.32
N-14	3132.98
N-15	3192.30
N-16	3191.77
N-17	3160.22
N-18	3116.99
N-19	3144.55
N-20	3112.54
TD	3245.77

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

ÁREAS DE APORTACIÓN DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SDAP

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 9/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

ÁREAS

ÁREA DEL PROYECTO

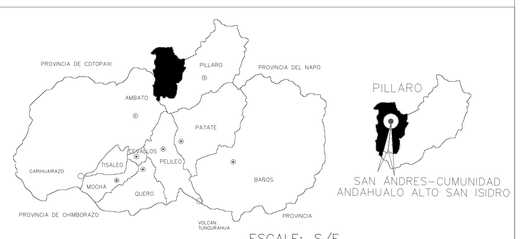
NODOS

TD TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

UBICACIÓN DEL PRYECTO:





Nodos	"Área (m2)"	"Área (Ha)"
N-1	44000.00	4.40
N-2	13447.17	1.34
N-3	33900.00	3.39
N-4	40500.00	4.05
N-5	45800.00	4.58
N-6	13082.61	1.31
N-7	25604.97	2.56
N-8	16442.69	1.64
N-9	21826.62	2.18
N-10	20868.31	2.09
N-11	61541.56	6.15
N-12	82203.00	8.22
N-13	37826.83	3.78
N-14	131674.34	13.17
N-15	81300.82	8.13
N-16	16729.77	1.67
N-17	72752.95	7.28
N-18	30831.00	3.08
N-19	45460.28	4.55
N-20	30239.96	3.02

Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3238.40
N-2	3214.01
N-3	3201.25
N-4	3200.93
N-5	3234.36
N-6	3215.99
N-7	3234.01
N-8	3216.65
N-9	3205.01
N-10	3223.97
N-11	3202.04
N-12	3201.93
N-13	3191.32
N-14	3132.98
N-15	3192.30
N-16	3191.77
N-17	3160.22
N-18	3116.99
N-19	3144.55
N-20	3112.54
TD	3245.77

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

ÁREAS DE APORTACIÓN DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL SDAP

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 10/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

ÁREAS

ÁREA DEL PROYECTO

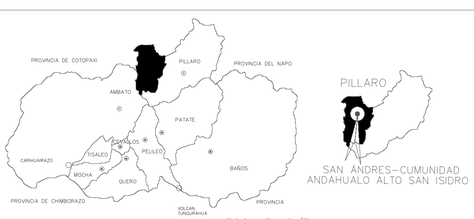
NODOS

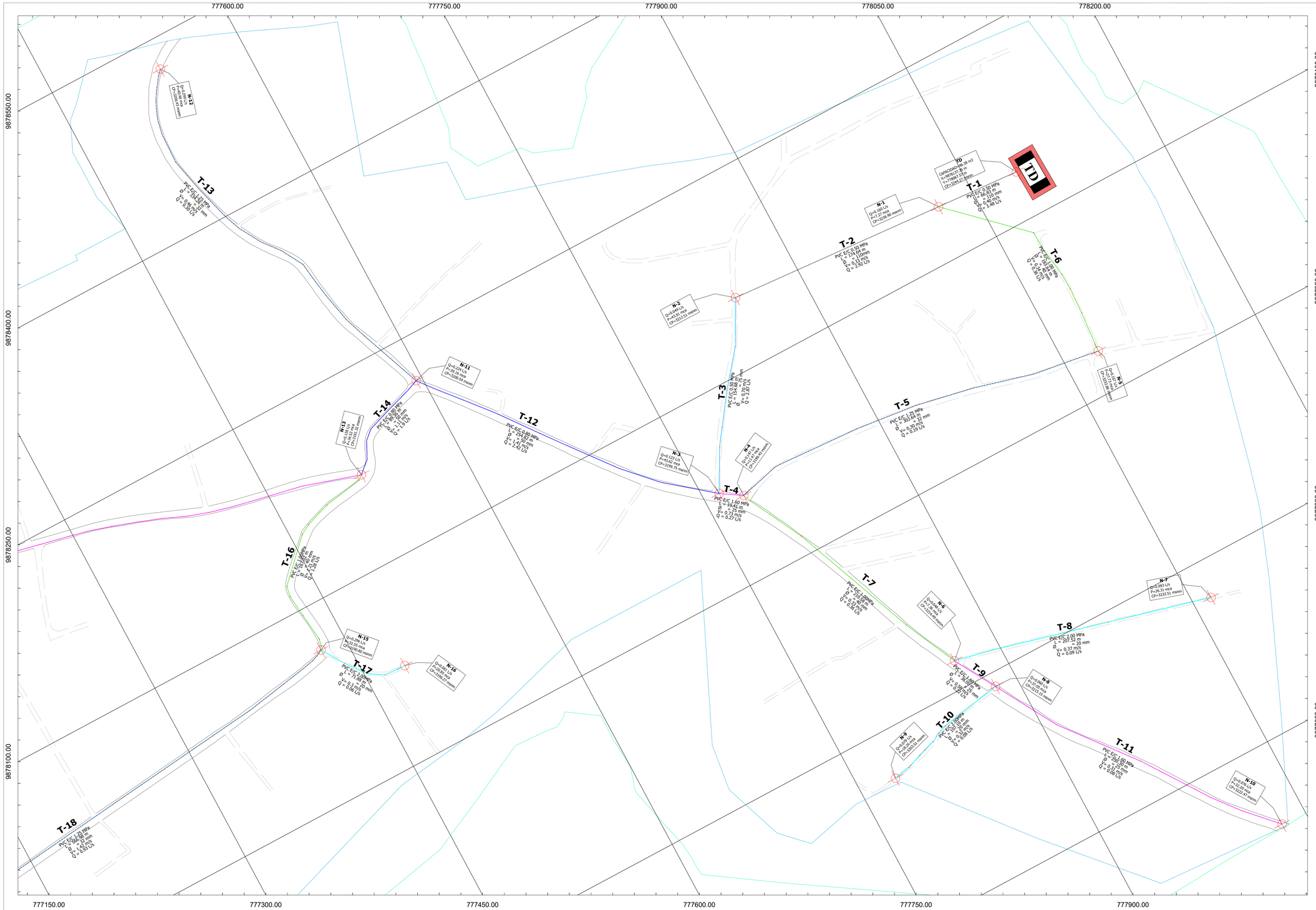
TD TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

UBICACIÓN:





Nodos	Elevación (msnm)	Cota Proy.
N-1	3238.40	3236.90
N-2	3214.01	3212.51
N-3	3201.25	3199.75
N-4	3200.93	3199.43
N-5	3234.36	3232.86
N-6	3215.99	3214.49
N-7	3234.01	3232.51
N-8	3216.65	3215.15
N-9	3205.01	3203.51
N-10	3223.97	3222.47
N-11	3202.04	3200.54
N-12	3201.93	3200.43
N-13	3191.32	3189.82
N-14	3132.98	3131.48
N-15	3192.30	3190.80
N-16	3191.77	3190.27
N-17	3160.22	3158.72
N-18	3116.99	3115.49
N-19	3144.55	3143.05
N-20	3112.54	3111.04
TD	3245.77	3244.27

"Tramo Tubería"	"Longitud (m)"	Diámetro nominal (mm)	Material
TD-N1	66.83	110.00	PVC
N1-N2	174.64	110.00	PVC
N2-N3	154.68	75.00	PVC
N3-N4	19.41	25.00	PVC
N4-N5	303.64	32.00	PVC
N1-N5	183.64	40.00	PVC
N4-N6	210.58	40.00	PVC
N6-N7	207.52	20.00	PVC
N6-N8	38.00	25.00	PVC
N8-N9	107.10	20.00	PVC
N8-N10	250.30	25.00	PVC
N3-N11	254.82	50.00	PVC
N11-N12	334.26	32.00	PVC
N11-N13	89.36	50.00	PVC
N13-N14	732.77	25.00	PVC
N13-N15	167.02	40.00	PVC
N15-N16	71.88	20.00	PVC
N15-N17	566.98	32.00	PVC
N17-N18	330.94	25.00	PVC
N17-N19	275.63	32.00	PVC
N19-N20	373.14	25.00	PVC
N20-N18	196.80	25.00	PVC
TOTAL	**5109.94**	**m**	
TOTAL	**5.11**	**km**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN CON DATOS HIDRÁULICOS DE LA RED

PROVINCIA:	CANTON:	SECTOR:
TUNGURAHUA	PILLARO	COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 11/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	DIBUJO: ERICK SANGUCHO	

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

TUBERÍA PVC 110mm

TUBERÍA PVC 75mm

TUBERÍA PVC 50mm

TUBERÍA PVC 40mm

TUBERÍA PVC 32mm

TUBERÍA PVC 25mm

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

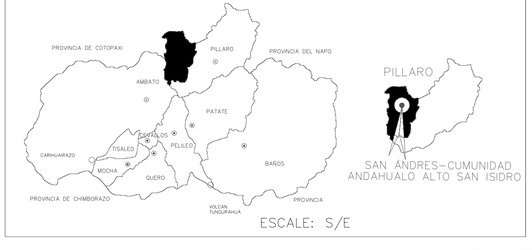
NODOS

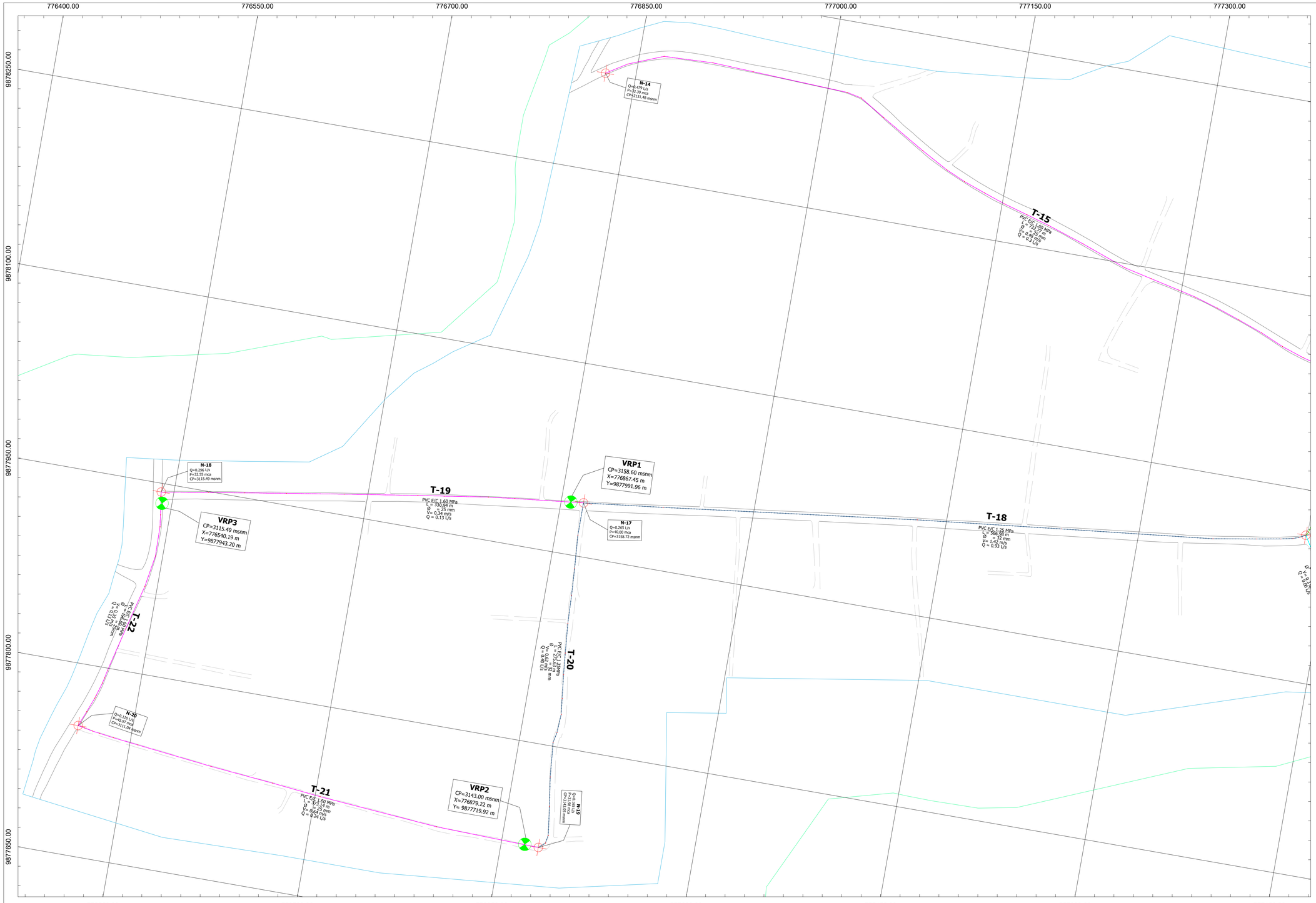
TUBERÍA PVC 20mm

ÁREA DEL PROYECTO

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

UBICACIÓN DEL PRYECTO:





N

Nodos	Elevación (msnm)	Cota Proy.
N-1	3238.40	3236.90
N-2	3214.01	3212.51
N-3	3201.25	3199.75
N-4	3200.93	3199.43
N-5	3234.36	3232.86
N-6	3215.99	3214.49
N-7	3234.01	3232.51
N-8	3216.65	3215.15
N-9	3205.01	3203.51
N-10	3223.97	3222.47
N-11	3202.04	3200.54
N-12	3201.93	3200.43
N-13	3191.32	3189.82
N-14	3132.98	3131.48
N-15	3192.30	3190.80
N-16	3191.77	3190.27
N-17	3160.22	3158.72
N-18	3116.99	3115.49
N-19	3144.55	3143.05
N-20	3112.54	3111.04
TD	3245.77	3244.27

"Tramo Tubería"	"Longitud (m)"	Diámetro nominal (mm)	Material
TD-N1	66.83	110.00	PVC
N1-N2	174.64	110.00	PVC
N2-N3	154.68	75.00	PVC
N3-N4	19.41	25.00	PVC
N4-N5	303.64	32.00	PVC
N1-N5	183.64	40.00	PVC
N4-N6	210.58	40.00	PVC
N6-N7	207.52	20.00	PVC
N6-N8	38.00	25.00	PVC
N8-N9	107.10	20.00	PVC
N8-N10	250.30	25.00	PVC
N3-N11	254.82	50.00	PVC
N11-N12	334.26	32.00	PVC
N11-N13	89.36	50.00	PVC
N13-N14	732.77	25.00	PVC
N13-N15	167.02	40.00	PVC
N15-N16	71.88	20.00	PVC
N15-N17	566.98	32.00	PVC
N17-N18	330.94	25.00	PVC
N17-N19	275.63	32.00	PVC
N19-N20	373.14	25.00	PVC
N20-N18	196.80	25.00	PVC
TOTAL	**5109.94**	**m**	
TOTAL	**5.11**	**km**	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

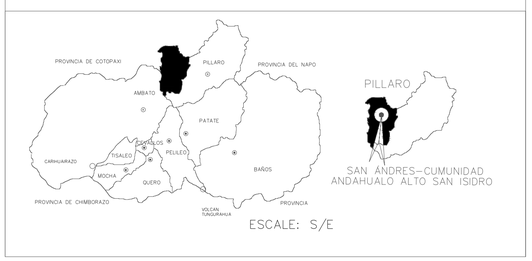
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN CON DATOS HIDRÁULICOS DE LA RED

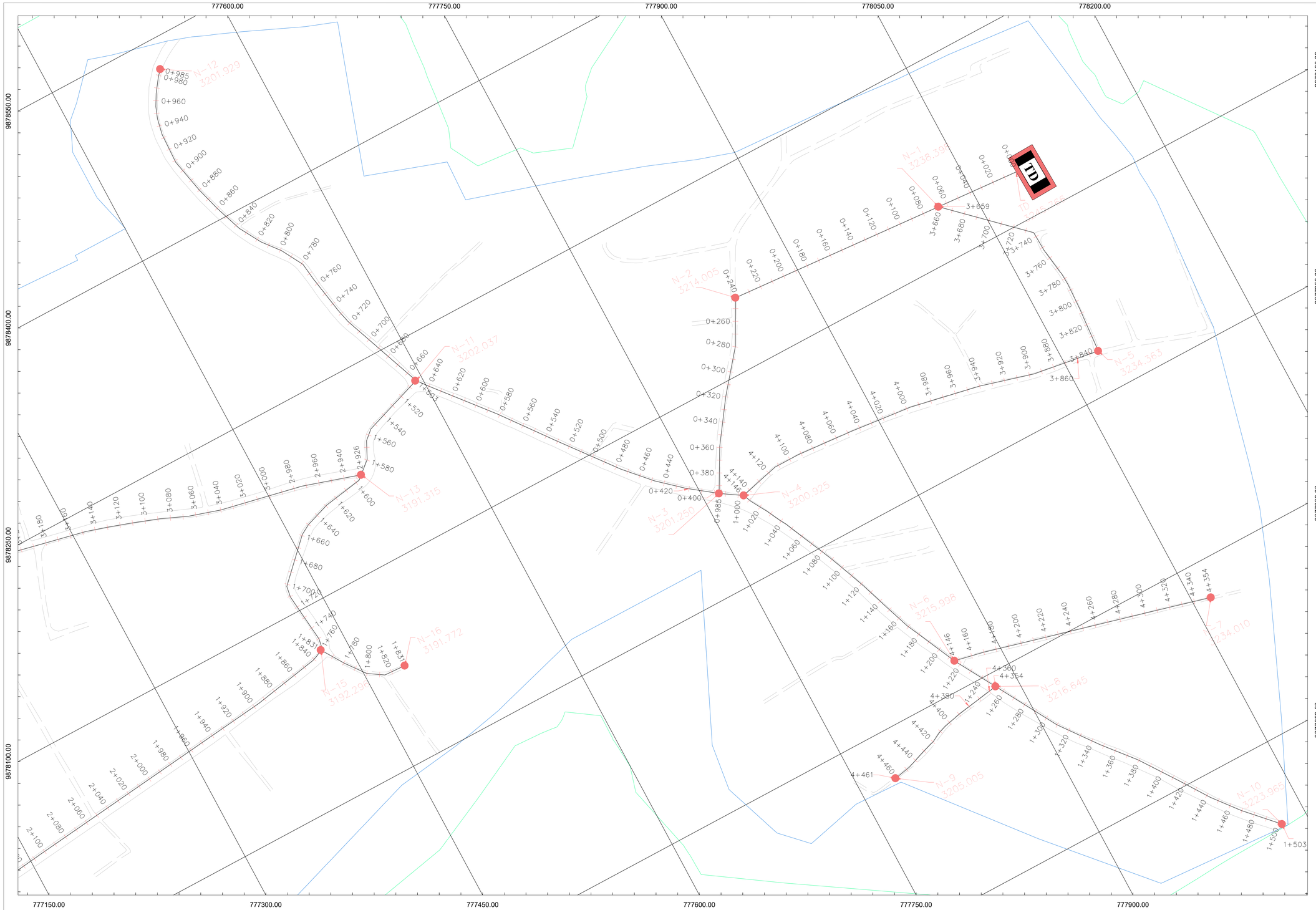
PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 12/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

- TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
- TUBERÍA PVC 110mm
- TUBERÍA PVC 75mm
- TUBERÍA PVC 50mm
- TUBERÍA PVC 40mm
- TUBERÍA PVC 32mm
- TUBERÍA PVC 25mm
- VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO
- CAMINO DE TIERRA
- NODOS
- TUBERÍA PVC 20mm
- ÁREA DEL PROYECTO
- VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

UBICACIÓN:





Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3238.40
N-2	3214.01
N-3	3201.25
N-4	3200.93
N-5	3234.36
N-6	3215.99
N-7	3234.01
N-8	3216.65
N-9	3205.01
N-10	3223.97
N-11	3202.04
N-12	3201.93
N-13	3191.32
N-14	3132.98
N-15	3192.30
N-16	3191.77
N-17	3160.22
N-18	3116.99
N-19	3144.55
N-20	3112.54
TD	3245.77

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

ABSCISADO DE LA RED

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 13/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

ÁREA DEL PROYECTO

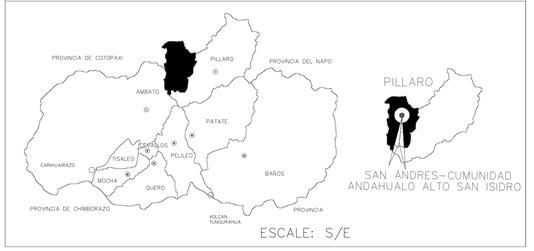
VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

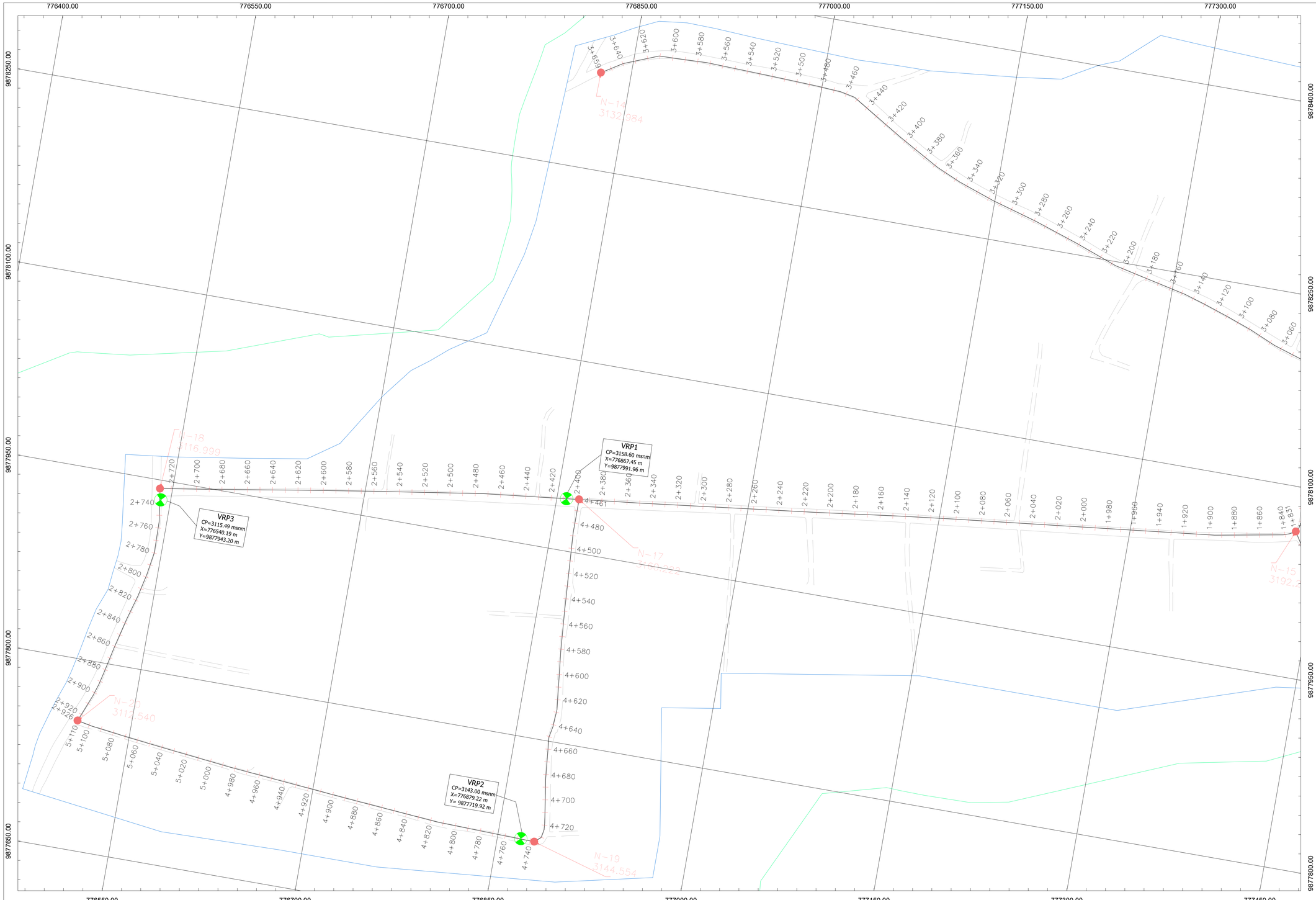
CAMINO DE TIERRA

NODOS

PUNTOS DE CONTRO...

UBICACIÓN DEL PRYECTO:





Nodos	Elevación (msnm)
N-1	3238.40
N-2	3214.01
N-3	3201.25
N-4	3200.93
N-5	3234.36
N-6	3215.99
N-7	3234.01
N-8	3216.65
N-9	3205.01
N-10	3223.97
N-11	3202.04
N-12	3201.93
N-13	3191.32
N-14	3132.98
N-15	3192.30
N-16	3191.77
N-17	3160.22
N-18	3116.99
N-19	3144.55
N-20	3112.54
TD	3245.77

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

ABSCISADO DE LA RED

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 14/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL	DIBUJO: ERICK SANGUCHO	

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

ÁREA DEL PROYECTO

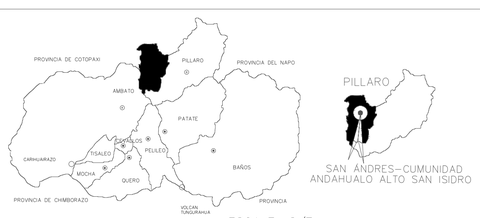
VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

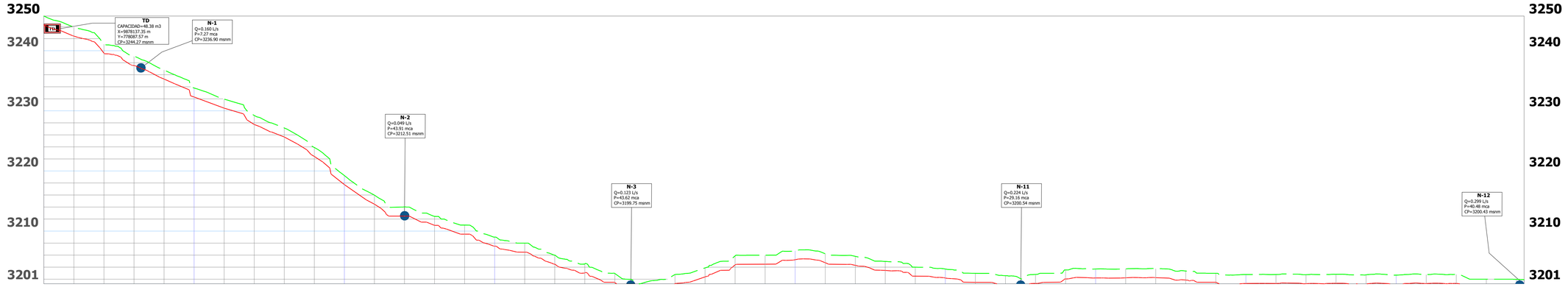
NODOS

PUNTOS DE CONTRO...

UBICACIÓN:

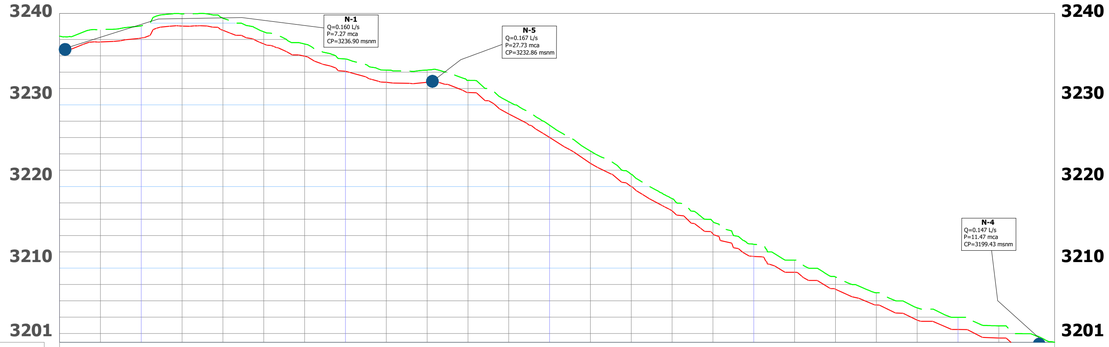


PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 1-2-3-11-12



ABSCISADO	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980
COTA TERRENO	3243.94	3241.10	3239.04	3236.80	3233.81	3231.95	3229.24	3227.16	3223.91	3219.24	3215.98	3214.02	3212.45	3211.00	3209.00	3208.00	3206.00	3204.55	3202.94	3201.47	3202.78	3203.88	3205.88	3205.99	3206.73	3206.24	3205.81	3204.96	3203.99	3203.70	3202.98	3202.59	3202.80	3203.54	3203.70	3203.73	3203.75	3203.36	3202.99	3202.78	3202.79	3202.75	3202.82	3202.73	3202.68	3202.78	3202.80	3202.00	3201.99
COTA PROYECTO	3242.44	3239.60	3237.54	3235.30	3232.31	3230.45	3227.74	3225.66	3222.42	3217.74	3214.49	3212.50	3210.95	3209.50	3207.50	3206.50	3204.51	3203.05	3201.44	3199.97	3201.28	3202.39	3204.38	3204.50	3205.23	3204.74	3204.31	3203.46	3202.51	3202.20	3201.49	3201.10	3201.31	3202.04	3202.21	3202.24	3202.26	3201.86	3201.49	3201.29	3201.29	3201.25	3201.32	3201.23	3201.18	3201.28	3201.31	3200.50	3200.49
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.51	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 1-5-4



ABSCISADO	3+680	3+700	3+720	3+740	3+760	3+780	3+800	3+820	3+840	3+860	3+880	3+900	3+920	3+940	3+960	3+980	4+000	4+020	4+040	4+060	4+080	4+100	4+120	4+140
COTA TERRENO	3239.18	3239.67	3241.13	3240.61	3238.94	3237.44	3235.61	3234.25	3234.25	3232.99	3230.39	3227.50	3224.33	3221.50	3218.52	3215.70	3212.93	3210.99	3208.92	3207.00	3205.15	3203.99	3202.94	3201.57
COTA PROYECTO	3237.69	3238.17	3239.63	3239.11	3237.45	3235.95	3234.11	3232.76	3232.75	3231.50	3228.89	3226.01	3222.84	3220.00	3217.02	3214.20	3211.43	3209.50	3207.43	3205.50	3203.65	3202.50	3201.45	3200.08
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

PERFILES DE LA RED

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA VERTICAL: 1/250 ESCALA HORIZONTAL: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 15/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

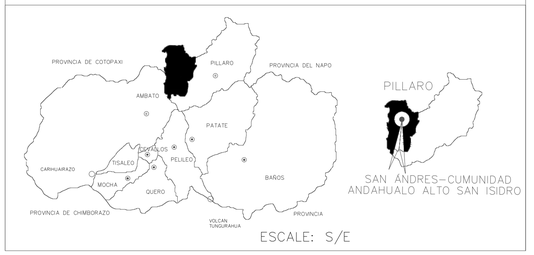
VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

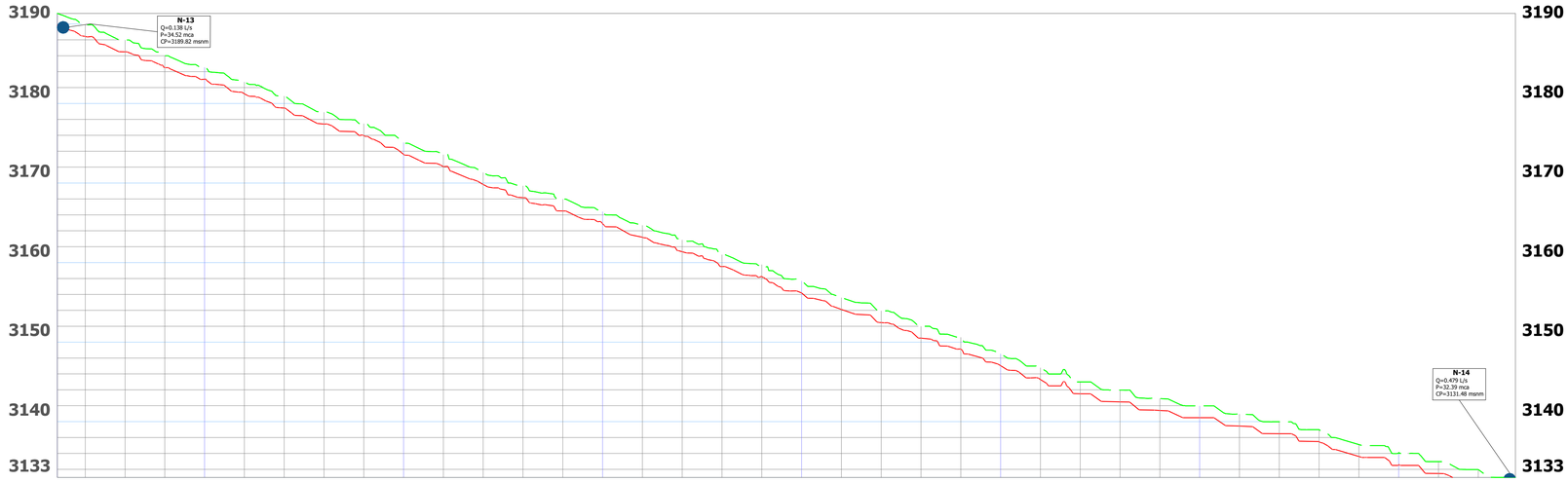
CAMINO DE TIERRA

NODOS

UBICACIÓN DEL PRYECTO:

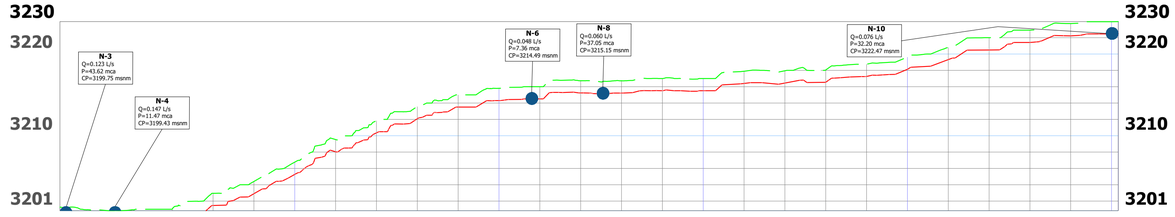


PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 13-14



ABSCISADO	2+940	2+960	2+980	3+000	3+020	3+040	3+060	3+080	3+100	3+120	3+140	3+160	3+180	3+200	3+220	3+240	3+260	3+280	3+300	3+320	3+340	3+360	3+380	3+400	3+420	3+440	3+460	3+480	3+500	3+520	3+540	3+560	3+580	3+600	3+620	3+640
COTA TERRENO	3189.92	3187.98	3186.01	3184.54	3182.72	3180.92	3178.90	3177.46	3175.10	3173.56	3171.32	3169.65	3167.98	3166.40	3164.69	3162.85	3161.00	3159.75	3157.69	3155.60	3153.95	3151.99	3150.61	3148.54	3146.78	3144.99	3143.98	3142.90	3141.99	3140.95	3139.98	3138.99	3137.12	3136.08	3134.98	3133.97
COTA PROYECTO	3188.42	3186.48	3184.51	3183.05	3181.22	3179.43	3177.40	3175.97	3173.60	3172.06	3169.83	3168.16	3166.48	3164.90	3163.19	3161.35	3159.50	3158.26	3156.19	3154.10	3152.45	3150.50	3149.11	3147.04	3145.29	3143.50	3142.48	3141.41	3140.50	3139.46	3138.49	3137.50	3135.62	3134.58	3133.48	3132.47
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 3-4-6-8-10



ABSCISADO	1+000	1+020	1+040	1+060	1+080	1+100	1+120	1+140	1+160	1+180	1+200	1+220	1+240	1+260	1+280	1+300	1+320	1+340	1+360	1+380	1+400	1+420	1+440	1+460	1+480	1+500
COTA TERRENO	3200.91	3200.92	3201.02	3202.95	3204.40	3206.77	3209.53	3211.84	3213.57	3215.00	3215.80	3216.00	3216.73	3216.72	3217.00	3217.00	3217.89	3217.95	3218.04	3218.76	3219.62	3220.82	3221.99	3222.92	3223.72	3223.96
COTA PROYECTO	3199.41	3199.43	3199.53	3201.45	3202.90	3205.27	3208.03	3210.35	3212.08	3213.50	3214.30	3214.50	3215.23	3215.22	3215.50	3215.50	3216.40	3216.45	3216.54	3217.26	3218.12	3219.32	3220.50	3221.41	3222.22	3222.46
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.51	1.50	1.50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

PERFILES DE LA RED

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA VERTICAL: 1/250 ESCALA HORIZONTAL: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 16/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

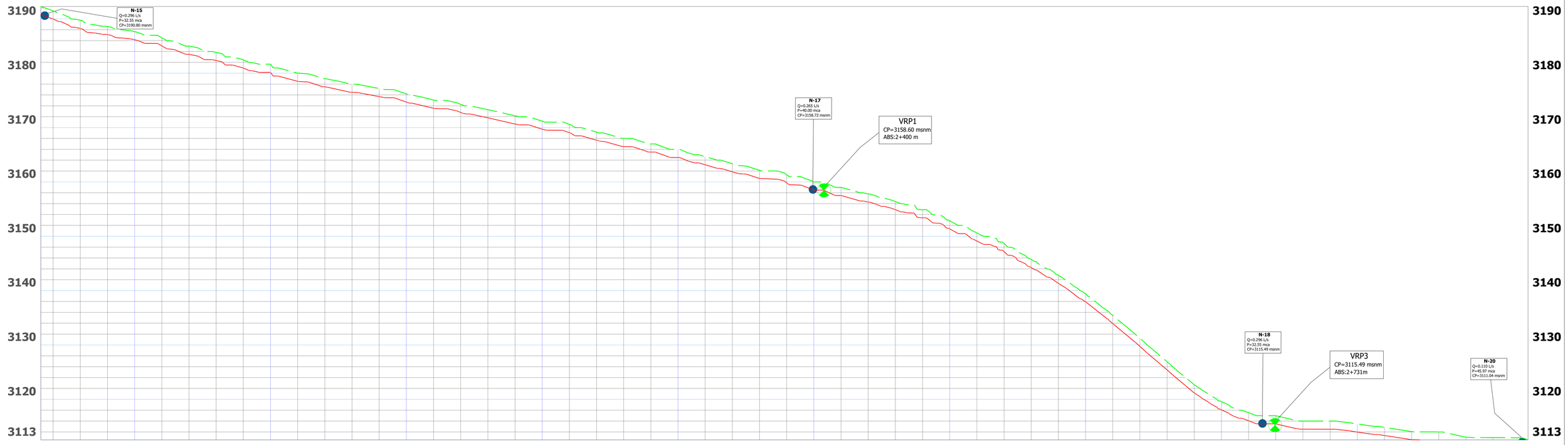
NODOS

UBICACIÓN DEL PRYECTO:



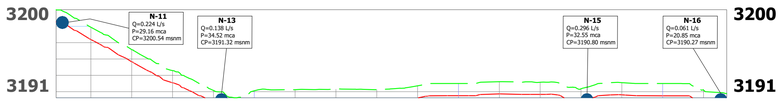
ESCALE: S/E

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 15-17-18-20



ABSCISADO	1+840	1+860	1+880	1+900	1+920	1+940	1+960	1+980	2+000	2+020	2+040	2+060	2+080	2+100	2+120	2+140	2+160	2+180	2+200	2+220	2+240	2+260	2+280	2+300	2+320	2+340	2+360	2+380	2+400	2+420	2+440	2+460	2+480	2+500	2+520	2+540	2+560	2+580	2+600	2+620	2+640	2+660	2+680	2+700	2+720	2+740	2+760	2+780	2+800	2+820	2+840	2+860	2+880	2+900	2+920
COTA TERRENO	3191.47	3189.75	3188.60	3187.66	3186.54	3184.99	3183.83	3182.45	3181.64	3180.01	3179.00	3178.00	3177.20	3176.20	3175.06	3174.28	3173.30	3172.16	3171.19	3170.57	3169.16	3168.00	3167.00	3165.99	3164.66	3163.35	3162.14	3161.33	3160.00	3159.00	3157.79	3156.39	3154.90	3152.85	3150.61	3148.69	3145.74	3142.83	3139.42	3135.44	3131.24	3126.91	3122.66	3119.54	3117.54	3116.97	3116.00	3116.00	3115.47	3114.83	3114.07	3113.99	3113.03	3112.98	3112.89
COTA PROYECTO	3189.97	3188.25	3187.11	3186.16	3185.04	3183.49	3182.34	3180.95	3180.14	3178.51	3177.50	3176.50	3175.70	3174.70	3173.57	3172.78	3171.80	3170.66	3169.70	3169.07	3167.67	3166.50	3165.50	3164.49	3163.16	3161.85	3160.64	3159.83	3158.50	3157.50	3156.30	3154.89	3153.41	3151.36	3149.12	3147.20	3144.24	3141.33	3137.92	3133.94	3129.74	3125.41	3121.17	3118.05	3116.04	3115.47	3114.50	3114.50	3113.97	3113.34	3112.57	3112.49	3111.54	3111.48	3111.40
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.48	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.49	1.50	1.50

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 11-13-15-16



ABSCISADO	1+520	1+540	1+560	1+580	1+600	1+620	1+640	1+660	1+680	1+700	1+720	1+740	1+760	1+780	1+800	1+820
COTA TERRENO	3190.89	3197.16	3194.58	3192.16	3192.11	3192.24	3192.32	3192.26	3192.72	3193.00	3193.23	3193.16	3192.35	3193.11	3193.00	3192.23
COTA PROYECTO	3198.39	3195.66	3193.08	3190.66	3190.62	3190.74	3190.82	3190.77	3191.22	3191.50	3191.73	3191.66	3190.86	3191.61	3191.50	3190.73
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

PERFILES DE LA RED

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA VERTICAL: 1/250 ESCALA HORIZONTAL: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 17/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

TD

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

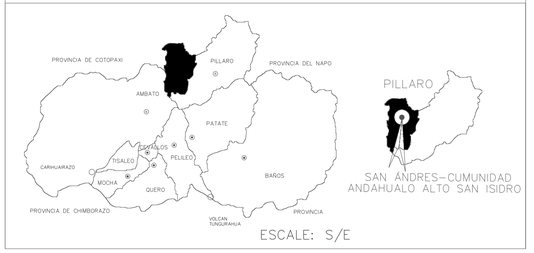
VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

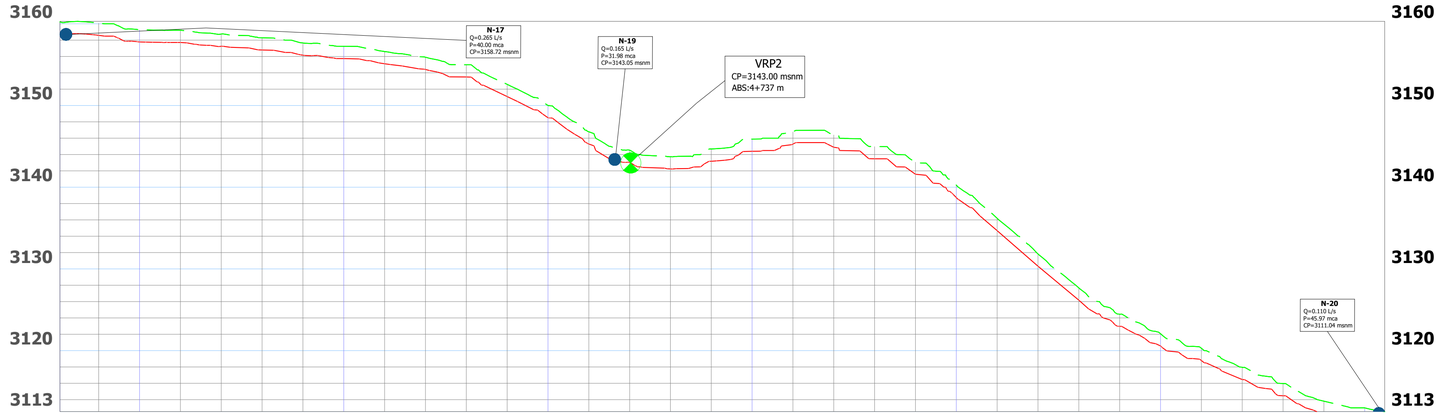
NODOS

UBICACIÓN DEL PRYECTO:



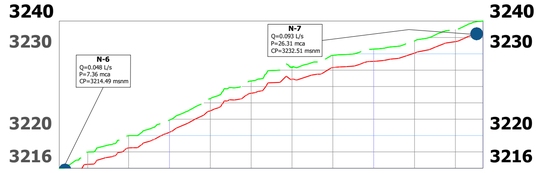
ESCALE: S/E

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 17-19-20



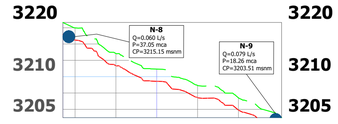
ABSCISADO	4+480	4+500	4+520	4+540	4+560	4+580	4+600	4+620	4+640	4+660	4+680	4+700	4+720	4+740	4+760	4+780	4+800	4+820	4+840	4+860	4+880	4+900	4+920	4+940	4+960	4+980	5+000	5+020	5+040	5+060	5+080	5+100
COTA TERRENO	3160.09	3159.28	3159.22	3158.75	3158.30	3157.66	3157.26	3156.61	3155.91	3154.99	3152.60	3150.01	3146.79	3144.54	3143.74	3144.68	3145.89	3146.79	3146.42	3144.98	3143.09	3140.24	3136.19	3131.83	3127.67	3124.46	3122.07	3120.29	3117.97	3115.98	3113.81	3112.93
COTA PROYECTO	3158.60	3157.78	3157.72	3157.25	3156.80	3156.16	3155.76	3155.12	3154.42	3153.50	3151.10	3148.52	3145.30	3143.05	3142.24	3143.19	3144.40	3145.29	3144.89	3143.49	3141.59	3138.74	3134.69	3130.33	3126.18	3122.97	3120.57	3118.80	3116.47	3114.49	3112.32	3111.49
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.52	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 6-7



ABSCISADO	4+160	4+180	4+200	4+220	4+240	4+260	4+280	4+300	4+320	4+340
COTA TERRENO	3217.97	3219.98	3221.90	3224.51	3226.67	3228.35	3229.81	3230.58	3231.58	3232.99
COTA PROYECTO	3216.48	3218.49	3220.40	3223.02	3225.18	3226.86	3228.31	3229.08	3230.08	3231.49
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

PERFIL DE LA ALINEACIÓN DE LOS NODOS 8-9



ABSCISADO	4+360	4+380	4+400	4+420	4+440	4+460
COTA TERRENO	3215.98	3212.83	3210.93	3208.91	3207.42	3205.18
COTA PROYECTO	3214.49	3211.34	3209.44	3207.41	3205.92	3203.68
ESPESOR CORTE	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE TITULACIÓN

PROYECTO:

"OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE, DE LA COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO, PARROQUIA SAN ANDRES, CANTÓN PILLARO, PROVINCIA TUNGURAHUA"

CONTIENE:

PERFILES DE LA RED

PROVINCIA: TUNGURAHUA	CANTON: PILLARO	SECTOR: COMUNIDAD ANDAHUALO ALTO SAN ISIDRO
ESCALA VERTICAL: 1/250 ESCALA HORIZONTAL: 1/1500	FECHA: AGOSTO 2024	LAMINA: 18/18
REVISIÓN: ING. MG. GABRIELA PEÑAFIEL		DIBUJO: ERICK SANGUCHO

SIMBOLOGÍA:

TD — TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

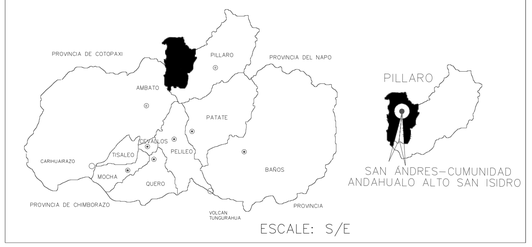
VÁLVULA REDUCTORA DE PRESIÓN

VÍA CAPA DE RODADURA: ASFALTO

CAMINO DE TIERRA

NODOS

UBICACIÓN DEL PRYECTO:



ESCALE: S/E