

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

# **“DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE POR BOMBEO ELÉCTRICO EN LAS COMUNIDADES DE CHAGÜITE GRANDE Y ESQUIPULAS, EN EL MUNICIPIO DE YALAGÜINA, DEPARTAMENTO DE MADRIZ”**

Trabajo Monográfico para optar al título de  
Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

**Tutor:**

Br. Freddy de Jesús  
García Valdivia  
Carnet: 2017-0282N

Br. Marlon Antonio  
Hernández Muñoz  
Carnet: 2017-0339N

Br. David Ramón  
Rodríguez López  
Carnet: 2017-0454N

Ing. Juan Leonardo  
Chow Zúniga



## **DEDICATORIA**

Dedico este logro a Dios por haberme dado la vida, sabiduría y fuerza para salir adelante cada día. A mis padres por haberme enseñado a luchar por mis metas y a todas las personas que de algún modo me motivaron para seguir adelante. A los maestros que compartieron su conocimiento y despertaron el interés de aprender.

## **AGRADECIMIENTO**

El mayor de los agradecimientos es para Dios, dador de vida y sabiduría, a mi madre Rosaura Valdivia por estar siempre a mi lado dándome su apoyo.

A mis docentes, porque en todo momento estuvieron dispuestos a compartir su paciencia, sus consejos, su confianza y conocimientos. En especial a los ingenieros Juan Leonardo Chow Zuniga y el Licenciado Daniel Fuentes Leiva.

A mis compañeros, porque con ellos inicié este viaje y ahora como colegas y amigos lo concluimos. A todas las personas que conocí en el transcurso de la universidad y que contribuyeron a mi formación.

Br. Freddy de Jesús García Valdivia

## **DEDICATORIA**

A Dios, a Él sea el honor, el poder y la gloria por siempre. (1 Tim, 6: 16). Por su amor, gracia y protección durante cada sábado que viajé en moto a lo largo de cinco años.

A mis hijos, Marlon y Jesiha por ser el motor que me impulsan a seguir superándome y trabajando para darles la oportunidad de que vivan dignamente.

A todos y cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos que contribuyeron a mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A DIOS, por guiarme, protegerme, darme sabiduría y voluntad para alcanzar las metas propuesta durante todos estos años.

A nuestro tuto, Ing. Juan Leonardo Chow, quien nos brindó su tiempo, sus conocimientos, nos guio y acompañó en este proceso.

Br. Marlon Antonio Hernández Muñoz

## **DEDICATORIA**

A Dios padre que siempre me dio lo que yo necesitaba, porque su voluntad es mejor que la mía y me tenía preparado para llegar hasta aquí.

Mi madre que siempre me fomento buenos valores y no rendirme antes las circunstancias y también a mi hermana Cinthya que siempre me apoyo cuando más lo necesite.

Y también a mis compañeros por lo largo de estos años Dania, Kimberly, Jassira, Fredy, Carlos, Marlon que siempre nos apoyamos mutuamente y sin faltar al ing. Juan Leonardo chow sin el esto no hubiese sido posible.

## **AGRADECIMIENTO**

El agradecimiento primeramente a Dios por darme sabiduría y entendimiento para reaccionar a cada obstáculo de manera tenaz y con fe de poder logra este gran objetivo.

A mi familia por estar incondicionalmente cada vez que lo necesite, alentándome con sus consejos y motivándome cada día.

También la dedico a mi primo Jorge (Q.E.P.D) porque me demostró que se puede soñar en grande.

Br. David Ramón Rodríguez López

## **RESUMEN EJECUTIVO**

Este trabajo monográfico presenta el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), para abastecer una población inicial de 574 habitantes y una población futura de 941 personas al final del período de diseño en las comunidades del Chagüite Grande y Esquipulas del municipio de Yalagüina, departamento de Madriz.

Para el diseño hidráulico se utilizó la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense del año 2019 (NTON 09007-19) y las Normas de Calidad del Agua para Consumo Humano (CAPRE), así mismo se realizó estudio socioeconómico, estudio de calidad de agua y estudios topográficos, encontrándose una población pobre, una calidad de agua que cumple con los parámetros recomendados por la norma CAPRE.

Se usó una fuente subterránea, con pozo perforado conocido como pozo de la escuela, ubicado en la comunidad Chagüite Grande, con un caudal de 75 gpm en periodo de estiaje. La vida útil del proyecto es de 20 años, con una proyección de crecimiento de 2.5%.

Como resultado del análisis hidráulico se obtuvo una columna de bombeo de 29.9 m, tubería H°F°, diámetro de 2", una línea de conducción de 3" SDR-26, de una longitud de 410 metros, que transportara un caudal de 3.4 l/s a una velocidad de 0.6 m/s, con una carga dinámica total 80.40 m, impulsado por un equipo de bombeo de 5 hp Franklin Electric de 8 etapas, modelo 50FH5S6-PE, con un rendimiento de 54 gpm.

El sistema operara con un tanque sobre suelo construido de concreto ciclópeo y concreto reforzado, con capacidad de 35 m<sup>3</sup>, equivalentes a alrededor de 9,246.00 galones ubicado en la cota 770.42 m.

La red de distribución fue diseñada con el consumo máximo horario cuyo caudal fue de 2.47 l/s, tiene una longitud total de 5749.55 m, distribuidos en 12 ramales, se usó tubería SDR-26 PVC diámetro 3", 2" y 1.5".

El costo total de las obras se estimó en C\$ 3, 973,032.78, equivalentes a \$ 109,359.559 dólares americanos, con una tasa de cambio oficial de C\$ 36.44, a la fecha de enero del 2023.

## CONTENIDO

|                                             |   |
|---------------------------------------------|---|
| I. GENERALIDADES.....                       | 1 |
| 1.1. Introducción.....                      | 1 |
| 1.2. Antecedentes .....                     | 2 |
| 1.3. Justificación.....                     | 3 |
| 1.4. Objetivos .....                        | 4 |
| 1.4.1. Objetivo general .....               | 4 |
| 1.4.2. Objetivos específicos .....          | 4 |
| II. MARCO TEÓRICO .....                     | 1 |
| 2.1. Estudio socioeconómico .....           | 5 |
| 2.2. Estudio topográfico .....              | 5 |
| 2.3. Planimetría.....                       | 5 |
| 2.4. Altimetría.....                        | 5 |
| 2.5. Pendiente .....                        | 6 |
| 2.6. Calidad de agua.....                   | 6 |
| 2.7. Diseño del sistema de acueducto.....   | 6 |
| 2.8. Sistema de abastecimiento de agua..... | 6 |
| 2.9. Periodo de diseño .....                | 7 |
| 2.10. Población de diseño .....             | 7 |
| 2.11. Dotación.....                         | 7 |
| 2.12. Caudal de diseño.....                 | 7 |
| 2.13. Fuente de abastecimiento .....        | 8 |
| 2.14. Línea de conducción .....             | 8 |

|       |                                                             |    |
|-------|-------------------------------------------------------------|----|
| 2.15. | Red de distribución .....                                   | 8  |
| 2.16. | Almacenamiento .....                                        | 8  |
| 2.17. | Conexión domiciliar .....                                   | 9  |
| 2.18. | Golpe de ariete .....                                       | 9  |
| 2.19. | Presupuesto.....                                            | 9  |
| III.  | DISEÑO METODOLOGICO.....                                    | 5  |
| 3.1.  | Tipo de investigación .....                                 | 10 |
| 3.2.  | Macro y micro localización.....                             | 10 |
| 3.3.  | Estudio Socioeconómico.....                                 | 11 |
| 3.4.  | Estudio topográfico .....                                   | 12 |
| 3.5.  | Calidad de agua.....                                        | 13 |
| 3.6.  | Diseño hidráulico .....                                     | 13 |
| 3.7.  | Periodo de diseño .....                                     | 13 |
| 3.8.  | Población de diseño.....                                    | 13 |
| 3.9.  | Dotación de agua.....                                       | 14 |
| 3.10. | Consumo doméstico .....                                     | 14 |
| 3.11. | Consumo comercial, industrial, público e institucional..... | 14 |
| 3.12. | Pérdidas en el sistema .....                                | 15 |
| 3.13. | Factores de la demanda.....                                 | 15 |
| 3.14. | Línea de conducción por bombeo .....                        | 16 |
| 3.15. | Diseño de la columna de bombeo.....                         | 16 |
| 3.16. | Diseño de la sarta.....                                     | 18 |
| 3.17. | Diseño de la línea de impulsión .....                       | 18 |
| 3.18. | Análisis técnico económico .....                            | 19 |

|        |                                                |    |
|--------|------------------------------------------------|----|
| 3.19.  | Velocidad .....                                | 19 |
| 3.20.  | Golpe de ariete .....                          | 19 |
| 3.21.  | Selección de la bomba .....                    | 22 |
| 3.22.  | Dimensiones del tanque de almacenamiento ..... | 23 |
| 3.23.  | Desinfección .....                             | 23 |
| 3.24.  | Simulación del diseño hidráulico .....         | 24 |
| 3.25.  | Elaboración de planos .....                    | 25 |
| 3.26.  | Elaboración de presupuesto.....                | 25 |
| IV.    | Resultados.....                                | 20 |
| 4.1.   | Estudio socioeconómico .....                   | 27 |
| 4.1.1. | Demografía.....                                | 27 |
| 4.1.2. | Actividad económica .....                      | 27 |
| 4.1.3. | Acceso a la salud pública.....                 | 28 |
| 4.1.4. | Manejo de excretas .....                       | 28 |
| 4.1.5. | Acceso a la educación .....                    | 29 |
| 4.1.6. | Acceso a la comunicación.....                  | 29 |
| 4.1.7. | Servicios de agua potable .....                | 30 |
| 4.1.8. | Aguas grises.....                              | 31 |
| 4.1.9. | Manejo de la basura.....                       | 31 |
| 4.2.   | Levantamiento topográfico.....                 | 31 |
| 4.3.   | Calidad de agua.....                           | 32 |
| 4.3.1. | Resultados de calidad físico química.....      | 33 |
| 4.3.2. | Resultado de presencia de arsénico.....        | 33 |
| 4.3.3. | Resultados bacteriológica: .....               | 33 |

|         |                                                              |     |
|---------|--------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.    | Aforo de la fuente de abastecimiento propuesta. ....         | 33  |
| 4.5.    | Diseño hidráulico .....                                      | 34  |
| 4.5.1.  | Periodo de diseño .....                                      | 34  |
| 4.5.2.  | Población de diseño .....                                    | 35  |
| 4.5.3.  | Dotación de agua .....                                       | 35  |
| 4.5.4.  | Consumo doméstico.....                                       | 35  |
| 4.5.5.  | Consumo comercial, industrial, público e institucional. .... | 36  |
| 4.5.6.  | Consumo promedio diario .....                                | 36  |
| 4.5.7.  | Pérdidas en el sistema .....                                 | 36  |
| 4.5.8.  | Factores de la demanda .....                                 | 37  |
| 4.5.9.  | Línea de conducción por bombeo.....                          | 37  |
| 4.5.10. | Diseño de la columna de bombeo.....                          | 38  |
| 4.5.11. | Sarta .....                                                  | 39  |
| 4.5.12. | Diseño de la línea de impulsión .....                        | 41  |
| 4.5.13. | Carga dinámica total .....                                   | 42  |
| 4.5.14. | Golpe de ariete .....                                        | 43  |
| 4.5.15. | Selección de la bomba.....                                   | 46  |
| 4.5.16. | Dimensiones del tanque de almacenamiento .....               | 48  |
| 4.5.17. | Desinfección .....                                           | 50  |
| 4.5.18. | Simulación del diseño hidráulico.....                        | 51  |
| 4.5.19. | Red de distribución.....                                     | 57  |
| 4.5.20. | Simulación de cloro .....                                    | 110 |
| 4.6.    | Presupuesto .....                                            | 112 |
| 4.7.    | Conclusiones.....                                            | 113 |

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.8. Recomendaciones .....                                           | 114 |
| BIBLIOGRAFÍA .....                                                   | 115 |
| ANEXOS.....                                                          | I   |
| Anexo I. Presupuesto .....                                           | I   |
| Anexo II. Censo comunitario .....                                    | I   |
| Anexo III. Diámetros de columna de bombeo en relación al caudal..... | V   |
| Anexo V. Análisis físico-químico y bacteriológico .....              | VI  |
| Anexo VI. Juego de planos.....                                       | IX  |

## ÍNDICE TABLAS

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 1: Criterios para el uso de la ecuación de Michaud o Alievi-----      | 21  |
| Tabla 2 Manejo de excretas en la comunidad-----                             | 29  |
| Tabla 3. Proyección del crecimiento poblacional-----                        | 35  |
| Tabla 4. Coeficiente de pérdidas de carga por accesorio-----                | 40  |
| Tabla 5. Comparación de costos entre diámetros propuestos.-----             | 56  |
| Tabla 6 Valores de C según la gradiente hidráulica-----                     | 44  |
| Tabla 7 Valores K según la longitud de la línea de conducción-----          | 44  |
| Tabla 8. curva de rendimiento equipo de bombeo de 5 hp-----                 | 52  |
| Tabla 9 longitud, diámetro y velocidades de la línea de conducción-----     | 52  |
| Tabla 10 Cota, altura piezométrica y presión de la línea de conducción----- | 53  |
| Tabla 11 Distribución de caudal en nodos-----                               | 58  |
| Tabla 12 longitud, diámetro y velocidades tramo # 1-----                    | 60  |
| Tabla 13 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 1-----             | 63  |
| Tabla 14 Longitud, diámetro y velocidades Tramo # 2-----                    | 69  |
| Tabla 15 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 2-----             | 70  |
| Tabla 16 Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 3-----                | 72  |
| Tabla 17 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 3-----             | 73  |
| Tabla 18 Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 4-----                | 75  |
| Tabla 19. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 4-----            | 76  |
| Tabla 20. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 5-----               | 79  |
| Tabla 21. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 5-----            | 79  |
| Tabla 22. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 6.)-----             | 82  |
| Tabla 23. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 6-----            | 83  |
| Tabla 24. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 7-----               | 86  |
| Tabla 25. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 7-----            | 86  |
| Tabla 26. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 8-----               | 89  |
| Tabla 27. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 8-----            | 91  |
| Tabla 28. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 9-----               | 96  |
| Tabla 29. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 9-----            | 97  |
| Tabla 30. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 10)-----             | 101 |

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 31. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 10----- | 101 |
| Tabla 32. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 11) -----  | 104 |
| Tabla 33 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 11-----  | 105 |
| Tabla 34. Longitud, diámetro y velocidades del Tramo # 12 -----   | 108 |
| Tabla 35. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 12----- | 108 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Macro Localización del proyecto-----                                   | 10 |
| Ilustración 2. Micro localización comunidades El Chagüite Grande y Esquipulas -----   | 11 |
| Ilustración 3. Plano topográfico de la zona en estudio -----                          | 32 |
| Ilustración 4. Curva de rendimiento del equipo de bombeo -----                        | 47 |
| Ilustración 5. Red de agua potable-----                                               | 51 |
| Ilustración 6. Perfil del terreno natural de la línea de conducción por bombeo-----   | 53 |
| Ilustración 7. Perfil altura piezométrica de la línea de conducción-----              | 54 |
| Ilustración 8. Perfil de presiones de la línea de conducción por bombeo -----         | 54 |
| Ilustración 9. Red de distribución tramo 1 -----                                      | 59 |
| Ilustración 10. Perfil del terreno natural (Tramo # 1) -----                          | 67 |
| Ilustración 11. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 1)----- | 67 |
| Ilustración 12. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 1)-----        | 68 |
| Ilustración 13. Red de distribución tramo 2 -----                                     | 68 |
| Ilustración 14. Perfil del terreno natural (Tramo # 2) -----                          | 71 |
| Ilustración 15. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 2)----- | 71 |
| Ilustración 16. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 2)-----        | 71 |
| Ilustración 17. Red de distribución tramo 3 -----                                     | 72 |
| Ilustración 18. Perfil del terreno natural (Tramo # 3) -----                          | 74 |
| Ilustración 19. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 3)----- | 74 |
| Ilustración 20. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 3)-----        | 74 |
| Ilustración 21. Red de distribución tramo 4 -----                                     | 75 |
| Ilustración 22. Perfil del terreno natural (Tramo # 4) -----                          | 77 |
| Ilustración 23. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 4)----- | 77 |
| Ilustración 24. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 4)-----        | 78 |
| Ilustración 25. Red de distribución tramo 5 -----                                     | 78 |
| Ilustración 26. Perfil del terreno natural (Tramo # 5) -----                          | 81 |
| Ilustración 27. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 5)----- | 81 |
| Ilustración 28. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 5)-----        | 81 |
| Ilustración 29. Red de distribución tramo 6 -----                                     | 82 |
| Ilustración 30. Perfil del terreno natural (Tramo # 6) -----                          | 84 |

|                                                                                         |                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Ilustración 31. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 6)-----   | 84                                   |
| Ilustración 32. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 6)-----          | 84                                   |
| Ilustración 33. Red de distribución tramo 7 -----                                       | 85                                   |
| Ilustración 34. Perfil del terreno natural (Tramo # 7) -----                            | 87                                   |
| Ilustración 35. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 7)-----   | 87                                   |
| Ilustración 36. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 7)-----          | 88                                   |
| Ilustración 37. Red de distribución tramo 8 -----                                       | 88                                   |
| Ilustración 38. Perfil del terreno natural (Tramo # 8) -----                            | 94                                   |
| Ilustración 39. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 8)-----   | 94                                   |
| Ilustración 40. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 8)-----          | 95                                   |
| Ilustración 41. Red de distribución tramo 9 -----                                       | 95                                   |
| Ilustración 42. Perfil del terreno natural (Tramo # 9) -----                            | 99                                   |
| Ilustración 43. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 9)-----   | 99                                   |
| Ilustración 44. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 9)-----          | 99                                   |
| Ilustración 45. Red de distribución tramo 10-----                                       | 100                                  |
| Ilustración 46. Perfil del terreno natural (Tramo # 10)-----                            | 102                                  |
| Ilustración 47. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 10) ----- | 102                                  |
| Ilustración 48. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 10) -----        | 102                                  |
| Ilustración 49. Red de distribución tramo 11-----                                       | 103                                  |
| Ilustración 50. Perfil del terreno natural (Tramo # 11)-----                            | 105                                  |
| Ilustración 51. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 11) ----- | 106                                  |
| Ilustración 52. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 11) -----        | 106                                  |
| Ilustración 53. Red de distribución tramo 12-----                                       | 107                                  |
| Ilustración 54. Perfil del terreno natural (Tramo # 12)-----                            | 109                                  |
| Ilustración 55. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 12) ----- | 109                                  |
| Ilustración 56. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 12) -----        | 110                                  |
| Ilustración 57 Simulación de cloro a las 6 hrs -----                                    | 111                                  |
| Ilustración 59 Simulación de cloro a 12 hrs -----                                       | 111                                  |
| Ilustración 58 Simulación de cloro a las 24 hrs -----                                   | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |

The background of the slide is a high-quality photograph of water. In the upper half, three water droplets are captured in mid-fall, arranged vertically. The bottom droplet is just above a large splash, which has created concentric ripples that fill the lower half of the image. The water is a vibrant blue. In the top corners, there are green, blade-like leaves, possibly from a palm or similar plant, adding a natural, fresh feel to the composition.

# **I. GENERALIDADES**

## **1.1. Introducción**

El municipio de Yalagüina es parte del corredor seco de Nicaragua y está siendo afectada por los cambios climáticos, fenómenos de la niña y niño que provocan sequías e inundaciones, en estos últimos años el fenómeno de la niña provoca grandes periodos de sequilla y periodos cortos de lluvias fuertes, que por la alta intensidad no permite que el manto friático se recargue y ponga a disposición agua en los acuíferos.

Teniendo el recurso agua limitado, se hace necesario gestionarlo en forma eficiente con sistemas de agua potable que garanticen la sostenibilidad, cantidad y calidad de agua a las poblaciones.

El presente estudio se detalla el diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), abarca las comunidades de Chagüite Grande y Esquipulas a 15 kilómetros al oeste del municipio de Yalagüina, Departamento de Madriz. Cuentan con 164 viviendas, la población estimada en las dos comunidades asciende a 574 personas.

La población de las dos comunidades se abastece de agua cruda para el consumo doméstico, lo cual se hace de 7 pozos perforados y 3 pozos excavados a mano, que están equipados con bombas de mecate. Estos equipos en pozos profundos generan un trabajo excesivo y se requiere mayor tiempo para la extracción del agua.

Así mismo según la organización no gubernamental, “Ingeniería para el Desarrollo Humano (ONGAWA)” por sus siglas en inglés, se encontraron dos pozos contaminados con coliforme fecales de acuerdo a los últimos análisis de agua realizado en enero del 2021.

El diseño del proyecto está basado en la norma (NTON 09 007 - 19), cuyos resultados se presentarán en un estudio general que incluye estudio socioeconómico, estudio topográfico, estudio de calidad de agua, análisis hidráulico, planos constructivos y presupuesto.

## **1.2. Antecedentes**

La cobertura del Agua potable en zona rural de Nicaragua es de 55%; de los cuales 28% son acueducto de Bombeo Eléctrico (MABE) y 16% son Mini acueducto por Gravedad (MAG), el restante pozos y otros. En el departamento de Madriz corresponde al 63% de cobertura; sin embargo, solamente un 13% corresponde a MABE y un 24% MAG, siendo un 26% pozos (FISE, 2019).

En 1990, se construyeron pozos para uso comunitario, el primero fue excavado a mano y dotado con bomba de mecate, el agua se aprovechaba únicamente para saciar la sed y cocinar, mientras que el lavado de la ropa y el aseo personal se realizaba en la quebrada.

Actualmente se ha incrementado la cantidad de pozos, no obstante, el agua no es tratada de acuerdo con lo establecido en la norma, los protagonistas consumen directamente el agua cruda y no la desinfectan a nivel del hogar, así mismo el acceso al agua requiere un tiempo de trabajo que puede alcanzar hasta 4 horas.

Existe un pozo perforado dotado de un equipo de bombeo sumergible y un tanque de almacenamiento de 2000 litros, donde está instalado un puesto público y 13 familias llegan a traer agua para consumo doméstico. El servicio de energía eléctrica está a nombre del comité de agua potable y cuentan con una tarifa de energía eléctrica diferenciada.

No se realizan análisis de agua físico-químico, ni bacteriológicos y en ocasiones las familias hacen desinfección del agua con cloro, esto sucede cuando el centro de salud comunitario realiza jornadas de higiene y saneamiento.

A nivel comunitario el Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), está realizando gestiones para la construcción de un MABE ante el gobierno municipal y organizaciones (ONGAWA). A demás el CAPS está recibiendo fortalecimiento institucional por parte de la alcaldía municipal de Yalagüina.

### **1.3. Justificación**

La comunidad Chagüite Grande y Esquipulas con 168 familias, tienen un servicio de agua potable deficiente, la población consume directamente el agua cruda, con sistema de bombeo manual (bomba de mecate), en promedio por familia destinan 2.5 horas al día, para la extracción y transporte del agua a sus hogares, con un consumo promedio de 20 litros por persona por día. En la actualidad cinco pozos están funcionando, en época seca bajan su caudal y el único pozo que abastece la comunidad es el pozo de la Escuela.

La calidad del agua de todas las fuentes encontradas en la comunidad carece de un tratamiento adecuado y periódico, que garantice un agua apta para consumo humano.

Los daños en la infraestructura y equipos de bombeo de los pozos son considerables, lo que repercute en la eficiencia de los mismos, bajando hasta un 50% la dotación de los equipos.

Las enfermedades diarreicas producidas por parásitos intestinales afectan al 40% de los niños y niñas de la comunidad y el 25% en adultos, la mayor cantidad de incidencia de casos se da en la época lluviosa. ( (MINSA, 2021)

Los dos Comité de Agua potable y Saneamiento (CAPS), encontrados en las comunidades, presentan debilidades en cuanto a la gestión del recurso hídrico, su función se ha limitado a la reparación del equipo de bombeo cuando estos fallan, algunos cargos ausentes, sin un manejo contable y escaso registro de acuerdos en los libros de actas.

Por tanto, se propone diseñar un mini acueducto por bombeo eléctrico para abastecer a 168 familias que estará dotado de un pozo perforado como fuente de agua, equipo de bombeo, línea de conducción, tanque, clorador en línea, red de distribución, conexiones domiciliarias dotadas con medidores.

Esto permitirá resolver el problema de las familias al acceso de agua, mejorando la calidad y continuidad del servicio a un costo accesible para las familias y contribuirá a la reducción de las enfermedades de origen hídrico.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar un mini acueducto por bombeo eléctrico en las comunidades Chagüite Grande y Esquipulas para abastecer a 168 familias en municipio de Yalagüina, departamento de Madriz.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Realizar un estudio socio-económico, que permita la identificación de la situación demográfica, nivel de ingresos, demanda de servicios y condiciones sanitarias de la comunidad, mediante encuesta socioeconómica.
- Hacer un estudio topográfico que describa el relieve de las dos comunidades en estudio que sirva en la realización del trazado de la línea de conducción, red de distribución y otros elementos del sistema de agua potable.
- Analizar los resultados del estudio de la calidad del agua de la fuente, proporcionados por Federación para el Desarrollo Integral entre campesinos/as (FEDICAMP), mediante la aplicación de la norma CAPRE, con el fin de valorar su uso para consumo humano.
- Diseñar todos los componentes del MABE, aplicando las normas CAPRE y NTON 09 007-19.
- Elaborar el presupuesto del proyecto utilizando la metodología del FISE.

The background of the slide is a high-speed photograph of water. Three water droplets are shown in a vertical sequence, falling from the top. The bottom droplet has just hit the water surface, creating a series of concentric ripples that expand outwards. The water is a clear, vibrant blue. In the upper corners, there are several long, thin, green leaves, possibly from a palm or similar plant, hanging down. The overall composition is clean and minimalist, with a focus on the movement of water.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Estudio socioeconómico**

En este estudio se consideran los siguientes aspectos: características generales de la localidad: (política, geográficas, climatológicas, vías de comunicación, económicas y otras que se consideren necesarias) (Jiménez, 2010, pág. 18).

### **2.2. Estudio topográfico**

Los levantamientos topográficos se realizan para localizar objetos y medir el relieve, los accidentes del terreno o las variaciones tridimensionales de la superficie terrestre. Proporcionan información detallada sobre las elevaciones y la ubicación de elementos naturales (edificios, caminos, corrientes, etc.), de tal forma que es posible dibujar la información completa en planos topográficos (McCormac, 1998).

Una vez reconocida el área perimetral de la población y preseleccionados los sitios convenientes para estaciones de bombeo, planta de tratamiento y lugar para descarga de las aguas residuales, se procederá a efectuar los levantamientos topográficos de conjunto. Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para una ejecución posterior bien ubicada (INAA, 2006).

### **2.3. Planimetría**

“Estudia los instrumentos y métodos para proyectar sobre una superficie plana horizontal, la exacta posición de los puntos más importantes del terreno y construir de esa manera una figura similar al mismo”. (García Márquez, 1994)

### **2.4. Altimetría**

“Determina las alturas de los diferentes puntos del terreno con respecto a una superficie de referencia, generalmente correspondiente al nivel medio del mar”. (García Márquez, 1994)

## **2.5. Pendiente**

“La pendiente (llamada también porcentaje de inclinación), es el ascenso o descenso vertical en pies por cada 100 pies, o en metros por cada 100 m”. (Wolf & Ghilani, 2016)

## **2.6. Calidad de agua**

Es el conjunto de procedimientos que se emplean para determinar las características físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del agua en un sistema de potabilización. De esta manera se puede estudiar las magnitudes de las transformaciones que sufre la calidad del agua, durante los procesos de tratamiento (CAPRE, 1994).

La norma CAPRE establece tres etapas de control de calidad del agua, en el tiempo. La primera etapa corresponde a un programa de análisis básicos que incluye coliformes totales y parámetros fisicoquímicos, la segunda etapa comprende la primera etapa más análisis de metales y alcalinotérreo y una tercera etapa que incluye todas las etapas anteriores y plaguicidas (CAPRE, 1994).

## **2.7. Diseño del sistema de acueducto**

Para el diseño de los sistemas de abastecimiento de agua potable se deben cumplir las Leyes, Reglamentos, Decretos, Acuerdos y Resoluciones que atañen a la materia; así como otras disposiciones que considere la ANC (MIFIC, 2019).

## **2.8. Sistema de abastecimiento de agua**

Los sistemas de agua potable deben asegurar la mayor satisfacción de la población beneficiaria mediante la continuidad, cantidad, cobertura, calidad y los costos, en armonía con el ambiente (MIFIC, 2019).

## **2.9. Periodo de diseño**

Los componentes se deben diseñar modularmente, para facilitar la operación y mantenimiento y escalar la inversión. Periodo de diseño según el componente oscila de 10 a 50 años (MIFIC, 2019).

## **2.10. Población de diseño**

La población objetivo es el parámetro básico para dimensionar los componentes que integran los sistemas de abastecimiento de agua potable, realizando un análisis de censos nacionales y locales para determinar la tasa de crecimiento a utilizar para el cálculo de la población de diseño. Cuando no se dispongan de registros poblacionales oficiales debe efectuarse un censo poblacional (MIFIC, 2019).

## **2.11. Dotación**

La dotación es el volumen de agua utilizado por persona en un día y se expresa por lo general en litros por habitante y por día (L/hab.d). (López Cualla , 1995)

## **2.12. Caudal de diseño**

La determinación de los caudales de diseño se puede realizar a partir de datos obtenidos en aforos y se relacionan a la demanda de agua que requiera la población en un periodo de diseño determinado, normalmente se trabaja con tres tipos de caudales a saber: caudal promedio diario, caudal máximo diario y caudal máximo horario (López Cualla , 1995).

El caudal promedio diario es la cantidad de agua que consume una población en un día, así mismo el caudal máximo diario es la demanda máxima que se presenta en un día del año y caudal máximo horario corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo, sin tener en cuenta el caudal de incendio (López Cualla , 1995).

### **2.13. Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos: suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado y mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma (INAA, 1999).

### **2.14. Línea de conducción**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras y accesorios destinados a Transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día (INAA, 1999, pág. 52).

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, por gravedad y conducción por bombeo (INAA, 1999, pág. 52).

### **2.15. Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos (INAA, 1999, pág. 43).

### **2.16. Almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua (INAA, 1999).

### **2.17. Conexión domiciliar**

Una conexión domiciliar es el tramo de tubería que va desde la red al medidor. El diámetro mínimo de cada conexión será de ½ pulgada (12,5 mm). En toda conexión domiciliar debe instalarse un medidor de flujo de agua, válvula, caja protectora y una llave de chorro en caso de considerar conexión de patio. (INAA, 1999)

### **2.18. Golpe de ariete**

Debido a la magnitud e importancia de la conducción, es importante tener en cuenta el efecto de este fenómeno en la tubería. Se denomina "golpe de ariete" el efecto de choque violento o sobrepresión súbita producido sobre las paredes del conducto, o al modificarse de manera instantánea el movimiento del fluido como puede ocurrir en el caso del cierre repentino de una válvula (López Cualla , 1995).

### **2.19. Presupuesto**

Presupuesto es una herramienta de planificación que de una forma determinada, integra y coordina las áreas, actividades, departamentos y responsables de una organización, y que expresa en términos monetarios, los ingresos, gastos y recursos que se generan en un período determinado, para cumplir con los objetivos fijados en la estrategia (Santiago, 2018).

La importancia del presupuesto radica en que: “Actúa como un elemento más dentro del proceso de planificación, esto le permite orientar el gasto hacia objetivos y metas racionalmente adoptadas, y para las cuales se señalan los conceptos, volúmenes y tiempos en que se desean lograr “ (Santiago, 2018).

Para elaborar un presupuesto se requiere determinar todos los conceptos que intervienen en una obra. Para ello es necesario conocer el trabajo a realizar, estudiando los planos arquitectónicos, estructurales, y de instalaciones (INIFOM, 2006).



# **III. DISEÑO METODOLOGICO**



### 3.1. Tipo de investigación

Se realizó una investigación descriptiva utilizando métodos cuantitativo y cualitativo, El método cuantitativo se aplicó en la realización de las encuestas, levantamiento topográfico, aforo y calidad de agua, población y demanda, diseño y presupuesto, así mismo se aplicó el método cualitativo para las entrevistas que se aplicaron a los líderes de la comunidad.

### 3.2. Macro y micro localización

Ilustración 1. Macro Localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

El estudio de diseño de abastecimiento de agua potable se encuentra ubicado en las comunidades de Chaguite Grande y Esquipulas, en el municipio de Yalaguina, departamento de Madriz. En las coordenadas UTM zona 16 norte DATUM

WGS84: X=553496, Y=1487204. En la ilustración 2 se presenta la micro localización de la comunidad donde de formulo el proyecto.

Ilustración 2. Micro localización comunidades El Chagüite Grande y Esquipulas



Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Estudio Socioeconómico**

El estudio socioeconómico se realizó mediante la aplicación de un censo que permitan conocer las características demográficas, económicas, servicios y sanitarios de la población de las comunidades de Chagüite Grande y Esquipulas.

El formulario del censo se aplicó a los jefes de hogar de cada vivienda de las comunidades en estudio. Se implementó el formato de cuestionario propuesto anexo 1.

Posteriormente se llevó a cabo el análisis e interpretación de los datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada, mediante el uso del software Microsoft Excel se generaron gráficos para la interpretación de dichos resultados.

### 3.4. Estudio topográfico

Para realizar el estudio topográfico se reunió información a través de visitas en el sitio. El levantamiento topográfico se realizó con Estación Total modelo SOKKIA-IM 52.

El levantamiento topográfico cumplió con los requisitos de precisión, cierre y metodología que se indican a continuación:

- Se realizó estacionamientos no mayores de 20 m, de tal forma que se pueda obtener suficiente información altimétrica y planimétrica de la comunidad en estudio.
- La precisión lineal fue menor de 1/3000. En el caso de poligonales cerradas el error angular deberá ser igual o menor de  $n^{1/2}$  siendo n el número de ángulos del polígono y expresado en segundos sexagesimales.
- Se colocaron mojones con información correspondiente al levantamiento para poder realizar el replanteo de la poligonal.
- Se realizó levantamientos de detalles como postes, aceras, casas, arboles, etc.
- Se Importaron los datos obtenidos en el levantamiento topográfico y generar un archivo TXT para llevarlo a Civil 3D, realizando la generación de las curvas de nivel a 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo entre sección fue 5 m.
- Las dimensiones de las láminas son las siguientes: largo 0.90 m – ancho 0.60 m, dejándose un margen de 0.90 x 0.04 m en la parte inferior para colocar el rotulado e información que deberá llevar la lámina. En la parte superior se formó un marco 0.85 x 0.53 m donde se realizó los dibujos. Las láminas llevan dibujada la dirección Norte-Sur. - Las escalas fueron las siguientes: Ubicación general, 1:5000 Planta general, 1:1000 Perfiles: Horizontal 1:1000 – Vertical 1:100 o bien Horizontal: 1:500 – Vertical: 1:50 Detalles: 1:10, 1:20, 1:50, 1:100.

### 3.5. Calidad de agua

se recolectaron muestras de agua y fueron enviadas al laboratorio en menos de 24 horas, preservadas a baja temperatura en su transporte. El análisis realizado corresponde a la etapa 1 y 2 descritas en el artículo 8 de la Norma Regional CAPRE.

La interpretación de los resultados de los análisis se basó en los rangos y valores máximos permisibles recomendados en la norma CAPRE.

### 3.6. Diseño hidráulico

El análisis hidráulico del sistema se efectuó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico y de la demanda diaria y horaria de la comunidad. El cálculo hidráulico se llevó a cabo siguiendo las normas y criterios de diseño descrita en la NTON 09 007 – 19.

### 3.7. Periodo de diseño

Se adoptó un periodo de diseño de 20 años que corresponde a un pozo perforado (MIFIC, 2019, pág. 13).

### 3.8. Población de diseño

La población de diseño se calculó con el Método Geométrico, que se presenta en la ecuación 1.

|                      |            |
|----------------------|------------|
| $P_n = P_o(1 + r)^n$ | Ecuación 1 |
|----------------------|------------|

Donde:

P<sub>n</sub>: Población del año “n”

P<sub>o</sub>: Población al inicio del período de diseño, hab.

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal

n: Número de años que comprende el período de diseño

### 3.9. Dotación de agua

Se adoptó una dotación de 80 lppd que corresponde a una población rural dispersa (MIFIC, 2019, pág. 10).

### 3.10. Consumo doméstico

El consumo doméstico se calculó con la ecuación 2.

|                                          |            |
|------------------------------------------|------------|
| $CD = \frac{P_n \times Dotacion}{86400}$ | Ecuación 2 |
|------------------------------------------|------------|

Donde:

CD: Consumo doméstico, l/s

$P_n$ : Población proyectada, hab. Dotación: 80 lppd

### 3.11. Consumo comercial, industrial, público e institucional.

Para el cálculo de los consumos comercial, público, institucional e industrial se usó los porcentajes aplicados al consumo doméstico diario, que se presentan en las expresiones 3 y 4 (MIFIC, 2019, pág. 11).

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| $CC = CD \times \frac{7}{100}$ | Ecuación 3 |
|--------------------------------|------------|

Donde:

CC: Consumo comercial, l/s

CD: Consumo Doméstico, l/s

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| $CPI = CD \times \frac{7}{100}$ | Ecuación 4 |
|---------------------------------|------------|

Donde:

CPI: Consumo público, Institucional, l/s

CD: Consumo Doméstico, l/s

### 3.12. Pérdidas en el sistema

En el caso de localidades hasta 500 viviendas se expresa en un 15%, del consumo promedio diario.

|                                 |            |
|---------------------------------|------------|
| $P = CPD \times \frac{15}{100}$ | Ecuación 5 |
|---------------------------------|------------|

Donde:

P: Pérdidas, l/s

CPD: Consumo Promedio Diario, l/s

### 3.13. Factores de la demanda

#### ➤ Consumo máximo día (CMD)

El consumo promedio diario se calculó mediante la ecuación 6, en cumplimiento de la norma (MIFIC, 2019, pág. 12).

|                     |            |
|---------------------|------------|
| $CMD = 1.5 CPD + P$ | Ecuación 6 |
|---------------------|------------|

Donde:

CMD: Consumo Máximo Diario, l/s

CPD: Consumo Promedio Diario, l/s

P: Pérdidas

#### ➤ Consumo máximo hora (CMH)

El consumo máximo horario, se calculó con la ecuación 7 (MIFIC, 2019, pág. 12).

|                     |            |
|---------------------|------------|
| $CMH = 2.5 CPD + P$ | Ecuación 7 |
|---------------------|------------|

Donde:

CMH: Consumo Máximo Hora

CPD: Consumo Promedio Diario, l/s

P: Pérdidas

### 3.14. Línea de conducción por bombeo

Se detalla los aspectos a desarrollar en la línea de conducción por bombeo:

### 3.15. Diseño de la columna de bombeo

El diámetro se determinó a partir del caudal del consumo máximo diario (CMD) y los diámetros recomendados por la norma 07 009-19 (MIFIC, 2019, pág. 20). Los diámetros de la tubería en el anexo 2, se elige el diámetro nominal de acuerdo al caudal que corresponde al consumo máximo diario.

Una vez identificado el diámetro, se adoptó una tubería comercial HG clase 40, se procedió a calcular la velocidad de flujo utilizando la ecuación 8.

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| $v = \frac{4Q}{\pi D^2}$ | Ecuación 8 |
|--------------------------|------------|

Donde:

v: Velocidad de diseño, m/s

Q: Caudal, m<sup>3</sup>/s

D: Diámetro, m

La longitud de la columna de bombeo se determinó con el nivel dinámico del agua (NDA) mas 6 m de sumergencia, según la norma NTON 009 07-19 y basado en la misma norma pág. 20 que menciona que el factor de seguridad en la sumergencia de la bomba estará en dependencia de las variaciones estacionales

o niveles naturales del agua subterránea en época seca y época lluviosa, teniendo presente se adoptó 6 metros como factor de seguridad para la variación estacional.

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| $L_c = NDA + S + V_e$ | Ecuación 9 |
|-----------------------|------------|

Donde:

$L_c$  = Longitud de la columna (m)

NDA= Nivel Dinámico del Agua (m)

S= Sumergencia (m)

$V_e$ = Variación estacional (m)

También se calculó la pérdida carga por fricción utilizando la ecuación 11 de Hazen William, donde se aplicó el criterio de diseño que establece que la pérdida de carga por fricción no sea mayor al 5% de la longitud de la columna (MIFIC, 2019, pág. 20)

|                                                                   |             |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|
| $h_f = 10.679 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$ | Ecuación 10 |
|-------------------------------------------------------------------|-------------|

Donde:

$H_f$ : Pérdidas (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de rugosidad de tubería (adimensional)

$L_e$ : Longitudes equivalentes (m)

D: Diámetro de tubería de descarga (m)

La pérdida local se calculó con la ecuación 12, tomando en cuenta los coeficientes de las uniones y válvula check.

|                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| $h_l = \sum_{n=1}^n K_n \times \frac{v^2}{2g}$ | Ecuación 11 |
|------------------------------------------------|-------------|

Donde:

$h_l$ : Pérdida de carga local, m

$K_n$ : Coeficiente de carga por accesorio

v: Velocidad, m/s

g: gravedad, m/s<sup>2</sup>

### 3.16. Diseño de la sarta

El diámetro de la sarta se determinó a partir del caudal del consumo máximo diario (CMD) y los diámetros recomendados por la norma (MIFIC, 2019, pág. 20).

Una vez identificado el diámetro, se adoptó una tubería comercial HG clase 40 y se procedió a calcular la velocidad de flujo utilizando la ecuación 8. Se comprobó que la velocidad se encuentre en un rango de 0.6 a 1.5 m/s que recomienda la norma NTON 007 09 -19. (MIFIC, 2019, págs. 24-25)

También se calculó la pérdida carga de fricción utilizando la ecuación 9 de Hazen William. Además, se calcularon las pérdidas de cargas locales con la ecuación 12.

### 3.17. Diseño de la línea de impulsión

Para determinar el diámetro de la línea de impulsión se utilizó la ecuación 12 similar a Bresse detallado a continuación:

|                     |             |
|---------------------|-------------|
| $D = 0.9(Q)^{0.45}$ | Ecuación 12 |
|---------------------|-------------|

Donde:

D: Diámetro, m

Q: caudal, m<sup>3</sup>/s

Una vez conocido el diámetro teórico se procedió a seleccionar un diámetro comercial en tubería PVC SDR-26 o la cedula que resista la presión del sistema de bombeo, o la que garantice una adecuada protección a la radiación solar y las cargas que este sometida la tubería. Toda la tubería expuesta será de HG.

### 3.18. Análisis técnico económico

Una vez obtenido el diámetro comercial se procedió a tomar dos diámetros superiores y dos inferiores comerciales con el fin de calcular el diámetro más económico en la línea de conducción, en el cual el costo anual de tubería (CAT) y costo anual de energía (CAE) se equilibrarán. El mínimo valor de CAEq (costo anual equivalente) indica el diámetro comercial más económico para la línea de conducción por bombeo (L.C.B).

### 3.19. Velocidad

Con el caudal de diseño, correspondiente al consumo máximo diario (CMD) y el diámetro más económico seleccionado se procedió a calcular la velocidad de flujo con la ecuación 9. En cumplimiento con la norma se permite velocidades de flujos en la línea de conducción entre 0.6 m/s y 1.5 m/s (MIFIC, 2019, pág. 24).

### 3.20. Golpe de ariete

Se determinó primero la celeridad de la onda de presión con la ecuación 13 de Allievi para calcular la sobrepresión generada por el golpe de ariete

|                                                |             |
|------------------------------------------------|-------------|
| $a = \frac{9900}{\sqrt{4.83 + k \frac{D}{e}}}$ | Ecuación 13 |
|------------------------------------------------|-------------|

Donde:

a: Celeridad de la onda elástica del fluido en la tubería (m/s)

k: Constante de la tubería,

$$k = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

$\varepsilon$ : modulo de elasticidad de la tubería, kg/m<sup>2</sup>

D: Diámetro de la tubería, m

e: Espesor de la tubería

También se calculó el tiempo crítico con la ecuación 14 de Allievi que se presenta a continuación.

|                      |             |
|----------------------|-------------|
| $T_c = \frac{2L}{a}$ | Ecuación 14 |
|----------------------|-------------|

El tiempo de parada se calculó con la ecuación 15 de Mediluce, que describe a continuación.

|                                                   |             |
|---------------------------------------------------|-------------|
| $T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times Hm}$ | Ecuación 15 |
|---------------------------------------------------|-------------|

Donde:

T: Tiempo de parada, s

C: Coeficiente según la pendiente de la conducción, empírico.

K: Valor que depende de la conducción, empírico.

L: Longitud de la conducción, m

v: Velocidad del agua en la conducción, m/s

g: Constante de gravedad, m/seg<sup>2</sup>

Hm: Altura manométrica, m

Tomando en cuenta el tiempo crítico y el tiempo de parada de la válvula se determinó dos casos:

Cierre rápido en el caso que  $T < T_c$ :

Cierre lento, en el caso que:  $T > T_c$

También se calculó la longitud critica utilizando la ecuación 16 que se presenta a continuación.

|                       |             |
|-----------------------|-------------|
| $L_c = a \frac{T}{2}$ | Ecuación 16 |
|-----------------------|-------------|

Donde:

$L_c$ : Longitud Critica, m

$a$ : Celeridad, m/s

$T$ : Tiempo, s

Se evaluó el tipo de impulsión teniendo en consideración lo siguiente:

Impulsión larga si  $L > L_c$

Impulsión corta si  $L < L_c$

Una vez conocida el tipo de cierre y tipo de impulsión se seleccionó la ecuación para el cálculo de sobrepresión en base a los siguientes criterios:

Tabla 1: Criterios para el uso de la ecuación de Michaud o Alievi

|           |                 |           |               |         |
|-----------|-----------------|-----------|---------------|---------|
| $L < L_c$ | Impulsión corta | $T > T_c$ | Cierre lento  | Michaud |
| $L > L_c$ | Impulsión larga | $T < T_c$ | Cierre rápido | Alievi  |

A continuación, se presentan la ecuación 17 y ecuación 18 de Michaud y Allievi respectivamente.

|                                                    |             |
|----------------------------------------------------|-------------|
| $\Delta H = \frac{2 \times L \times V}{g \cdot T}$ | Ecuación 17 |
|----------------------------------------------------|-------------|

Donde:

$\Delta H$ : Sobre presión, m

L: Longitud de la conducción, m

v: Velocidad del agua en la conducción, m/s

g: Constante de gravedad, m/seg<sup>2</sup>

T: Tiempo, s

|                                   |             |
|-----------------------------------|-------------|
| $\Delta H = \frac{a \times v}{g}$ | Ecuación 18 |
|-----------------------------------|-------------|

Donde:

$\Delta H$ : Sobre presión, m

a: Celeridad, m/s

v: Velocidad del agua en la conducción, m/s

g: Constante de gravedad, m/seg<sup>2</sup>

### 3.21. Selección de la bomba

Para el cálculo de la potencia de la bomba se utilizó la ecuación 19 que se describe a continuación:

|                                                                                   |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| $NB = \frac{\gamma \times C.T.D \times Q}{0.736 \times 1000 \times EB} \times FM$ | Ecuación 19 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|

Donde:

NB: Potencia de la bomba, Hp

$\gamma$ : peso específico del agua, N/m<sup>3</sup>

C.T.D: Carga total dinámica, m

Q: Caudal, m<sup>3</sup>/s

EB: Eficiencia de la bomba, 75%

FM: Factor de mayoración, 1.15

Conocida la potencia teórica y el caudal que corresponde al Consumo Máximo Diario (CMD) y carga dinámica total (CDT) se procedió a seleccionar una bomba sumergible, utilizando la curva de H-Q del fabricante. Sobre la curva se marcó el punto de operación de la bomba en la zona de operación recomendada por el fabricante.

### 3.22. Dimensiones del tanque de almacenamiento

El tanque se dimensionó considerando el 25 % el CPD para volumen de compensación y el 15% del CPD para el volumen de reserva, aplicado a 16 horas de bombeo.

El tanque es de concreto ciclópeo, usando piedra bolón existente en la comunidad y mano de obra necesaria para su construcción.

Además, el tanque fue ubicado en una cota que permita alcanzar la carga estática necesaria para que las presiones en la red sean adecuadas según la norma NTON 09 007-19.

### 3.23. Desinfección

La desinfección se realizará con hipoclorito de calcio al 65%. La capacidad de cloro para la estación de bombeo se calculará con la ecuación 21.

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| $Ca = \frac{Q \times C}{1000}$ | Ecuación 20 |
|--------------------------------|-------------|

Dónde:

Ca: Capacidad de cloración, Kg/día

Q: Caudal, m<sup>3</sup> /día

C: Dosis, mg/l

El cloro comercial será diluido a un 2% de su concentración, para su aplicación mediante un hipoclorador de carga constante.

### **3.24. Simulación del diseño hidráulico**

El diseño de la línea de conducción, red de distribución y tanque de almacenamiento se simuló en el software EPANET.

La simulación se hizo con los datos del relieve (X,Y,Z) del estudio topográfico, los cuales en archivo con formato DXF, fue exportado a Civil 3D a EPACAD y posteriormente a EPANET. De este modo se obtiene toda la información correspondiente al trazado de la poligonal con sus debidas elevaciones.

En EPANET, se realizó la modelación del sistema, lo que incluye embalse, bomba, Sarta, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución y válvulas. Donde se analizó las presiones y velocidades en el sistema.

La simulación de la línea de conducción se hizo con caudal del CMH, utilizando los diámetros y bomba previamente obtenidos en los incisos “Diseño de línea de conducción y Selección de la bomba” del presente estudio.

Para la simulación de la red de distribución se aplicaron las siguientes condiciones:

- Para el caudal se utilizó el consumo de máxima hora (CMH) para el final del período de diseño.
- La red es gravedad con tanque en una cota que garantice las presiones que manda la norma.
- La presión asilará entre 5 m y 50 m, con máximas en condiciones sin consumo de 70 m.
- Las velocidades oscilarán entre 0.6 y 5 m/s

- Se hizo una simulación con demanda cero, con esta condición se analizarán las máximas presiones hidrostáticas en la red.
- Se hizo una simulación de cloro, para conocer la distribución del cloro residual en la red y el tiempo que esto ocurre.

### **3.25. Elaboración de planos**

El proceso de elaboración de los planos del sistema de abastecimiento de agua potable se hizo con el software AutoCAD CIVIL3D, en el cual se presentaron los aspectos de relieve, así como línea de conducción con sus diámetros y velocidades, accesorios, red de distribución con sus diámetros, velocidades y accesorios utilizados, así como los de detalle de obras grises para el proceso constructivo del acueducto.

### **3.26. Elaboración de presupuesto**

El presupuesto se hizo con la metodología del FISE, la cual se basa una clasificación de las tareas por etapas, subetapas y actividades. Para ellos se utilizó el catálogo del FISE y los precios se calcularon con análisis unitario. Los cálculos se hicieron con el software Excel, con el cual se agruparon los resultados según los tipos de tareas a realizar.

Se presentará los resultados resumidos por etapas, con informes detallados por sub etapas y actividades.



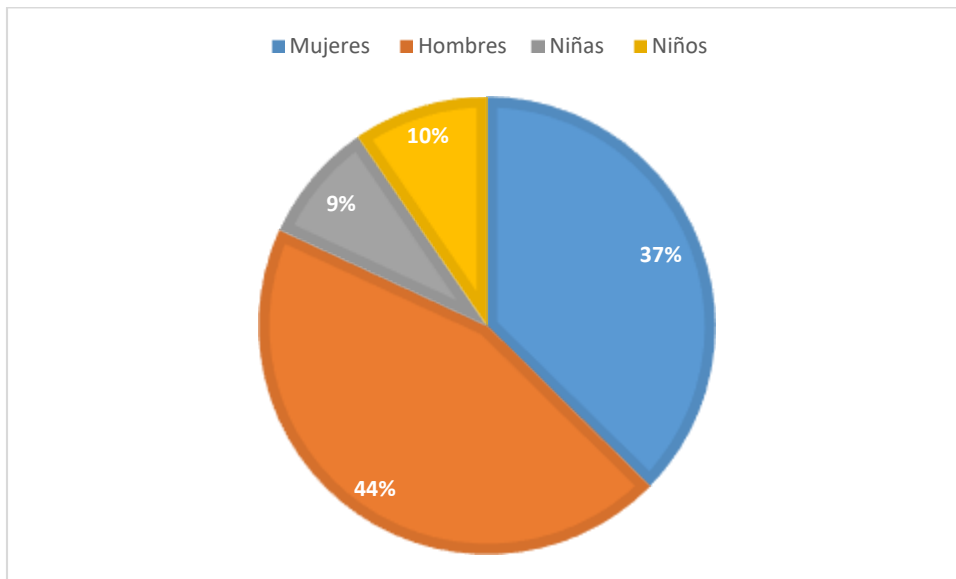
## **IV. Resultados**

## 4.1. Estudio socioeconómico

### 4.1.1. Demografía

La población total es de 574 personas distribuidas en 168 familias y corresponde a las dos comunidades, la población por sexo está conformada por 262 Mujeres y 312 Hombres, 60 niñas y 83 niños, con un índice a habitantes por vivienda de 3.6 personas por casa.

Gráfico N° 1 Datos de población por sexo



Fuente: Elaboración propia

### 4.1.2. Actividad económica

En cuanto a la agricultura, la gente se dedica a la siembra de granos básicos generalmente para el consumo familiar, particularmente el maíz y los frijoles, así mismo el 60% de la producción lo utilizan para el autoconsumo, 10 % para semilla y 30 % para venta. En el caso del sorgo 70 % para autoconsumo, 5 % para semilla y 25 % para venta.

En lo relacionado a la producción pecuaria de esta comunidad existe la crianza de cerdos, actividad que realizan 30 familias que en total producen 30 cerdos en la comunidad, todos destinados para la venta.

Las amas de casa se dedican a la crianza de aves de corral, generalmente para el consumo de los miembros de familia.

También existen 4 fincas que tienen vacas con un promedio de 30 vacas por finca para un total de 120 reses en toda la comunidad, del hato ganadero el 70 % es para consumo y 30 % para la venta, además se encontró una finca con 12 cabras.

Existen 10 propietarios de caballos para un total de 10 equinos en la comunidad.

#### **4.1.3. Acceso a la salud pública**

En la comunidad de El Chagüite se cuenta con un centro de salud con personal de enfermería, el cual atiende de lunes a sábado, además de la comunidad atiende a las comunidades de El Terrero, El Trapichito, Santa Bárbara, Esquipulas y La Cruz.

El Centro de salud cuenta con energía eléctrica y comparte un pozo perforado con un sector de la comunidad.

#### **4.1.4. Manejo de excretas**

Más del 80% de las comunidades cuentan con una letrina tradicional las que en su mayoría están medio llenas, el porcentaje restante que no posee una letrina realiza sus necesidades fisiológicas donde el vecino; de igual manera todos los habitantes de las comunidades estarían dispuestos a pagar por la construcción de sus letrinas.

Tabla 2 Manejo de excretas en la comunidad

| Variables                                                         |                 | Chagüite | Esquipulas |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------|----------|------------|
| Porcentaje de viviendas que tienen letrina                        |                 | 85.70%   | 77.90%     |
| Estado de la Fosa                                                 | Llena           | 22.50%   | 23.90%     |
|                                                                   | Medio llena     | 54.80%   | 50%        |
|                                                                   | Vacía           | 22.50%   | 23.90%     |
| Si no tiene letrina. ¿Dónde realiza las necesidades fisiológicas? | Dónde el vecino | 14.30%   | 16.94%     |
|                                                                   | Al aire libre   | 0%       | 1.69%      |
| Familias dispuestas a construir su letrina                        |                 | 100%     | 98.31%     |
| Familias dispuestas a pagar por la construcción de su letrina     |                 | 100%     | 100%       |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.5. Acceso a la educación

El Chagüite tiene un centro educativo de primaria denominado “15 de septiembre” que brindan enseñanza hasta el 6° grado de escolaridad con una matrícula actual de 35 alumnos/as y un centro para preescolar con una matrícula de 14 alumnos/as. Se divide en dos pabellones uno a cada lado del camino público.

En tanto Esquipulas cuenta con un Centro Escolar denominado “Cristóbal Colón” con una matrícula de 23 niños de primaria y 5 niños de preescolar no formal. Tanto para el Chagüite como para Esquipulas.

Los centros escolares acceden al agua con el apoyo de los niños que la acarrearán de los pozos cercanos.

#### 4.1.6. Acceso a la comunicación

A la comunidad se accede tomando un desvío en el km 201 de la carretera panamericana, en el lugar conocido como El Espino, hacia la izquierda, por unos

10 km de trocha en buen estado todo el tiempo, se ubica a 15 km hacia el noreste del municipio de Yalagüina, departamento de Madriz.

La señal telefónica de la compañía Tigo se puede en la comunidad de El Chagüite, y en el Terrero esta se puede captar en algunos lugares solamente.

#### **4.1.7. Servicios de agua potable**

El Chagüite se abastece de agua con seis Pozos Perforados, cinco tienen instaladas bombas de mecate que abastecen los sectores de El alto, Los Romeros, Caña Brava, Pozo de David y el pozo de la escuela y uno de ellos tiene instalado un equipo de bombeo (Centro de Salud) que abastece a 13 familias.

Conforme el diagnóstico realizado a estos pozos encontramos que de manera general existe un deterioro en su infraestructura básica (Cercos, delantal, drenaje, bordillos, filtros y bombas) mismo que los hace vulnerable ante agentes contaminantes.

En el caso del pozo con equipo de bombeo se encontró que tanto el tanque de almacenamiento como el panel eléctrico no tienen una protección adecuada ante agentes externos, están a la intemperie.

Esquipulas se abastece de dos pozos perforados que tienen bombas de mecate instaladas, abastecen a los sectores de la escuela y Los Suarez.

Para el caso del Pozo del sector de la escuela encontramos daños severos en la infraestructura y el problema se agrava porque el nivel estático del agua es muy profundo y se debe hacer un mucho más esfuerzo físico para lograr el abastecimiento.

En el caso de El Sector de Los Suarez el pozo tiene mejor abundancia de agua, pero los vecinos manifiestan que tiene mal sabor.

Hay otros pozos que se usan para otros fines domésticos ubicados a la orilla de la quebrada, los cuales están a cielo abierto y en malas condiciones higiénicas.

#### **4.1.8. Aguas grises**

La comunidad no cuenta con sistema de recolección de aguas servidas, por lo que cada familia se encarga del manejo de aguas grises que genera día a día, las maneras en que disponen las aguas grises son: Regarlas en el patio, dejarlas correr hacia patios y calle o infiltrarlas.

De igual manera observamos que de manera general en las unidades de saneamiento (lavaderos comunales) las aguas servidas se vierten directamente al suelo creando por lo general charcas estacionarias, que probablemente sean focos contaminantes de los pozos.

#### **4.1.9. Manejo de la basura**

En la mayor parte del área a beneficiar no existe servicio de recolección de desechos por parte de la municipalidad, por lo que cada familia se encarga del manejo de los desechos que producen, entre las maneras que eliminan o disponen los desechos están: botar, enterrar, quemar.

La encuesta no recogió datos específicos relacionados al manejo de desechos sólidos, sin embargo, nuestras observaciones en la comunidad observamos que en general las familias, queman o botan los desechos.

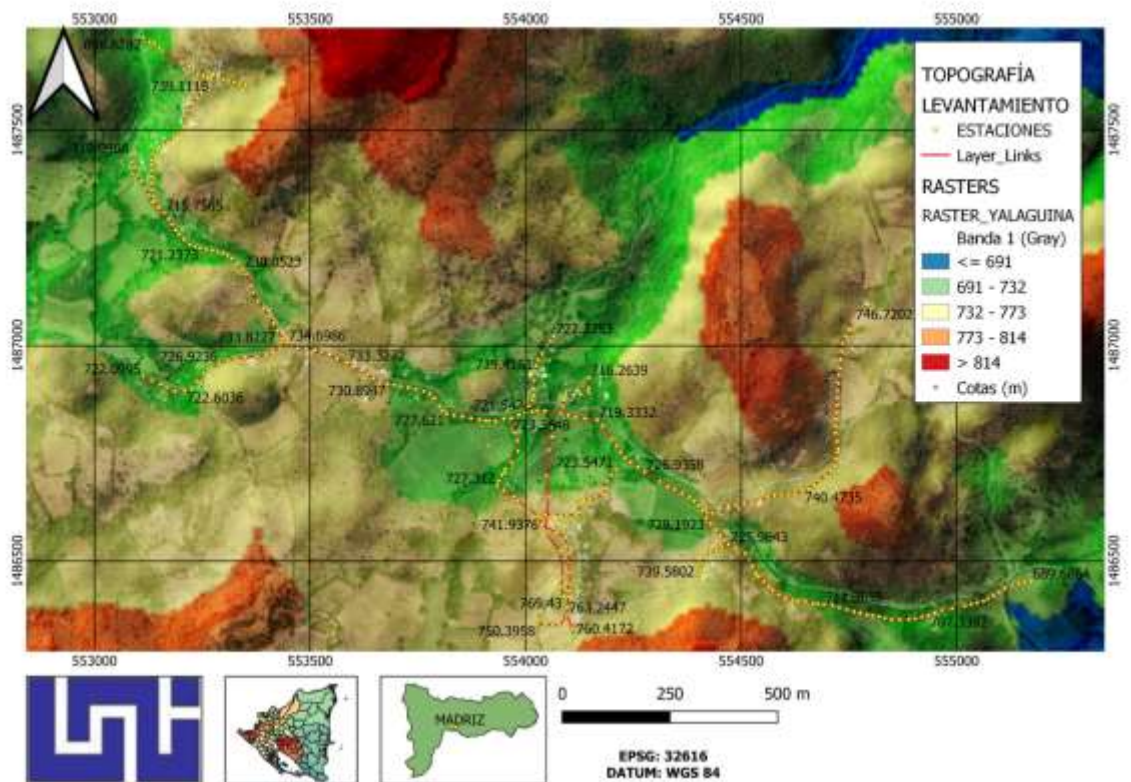
#### **4.2. Levantamiento topográfico**

El trabajo se desarrolló conforme los métodos generalmente establecidos, las cuales se numeran:

- Contó con un equipo de tres personas para la lectura de puntos y dirección en general
- Se acompañó por miembros del CAPS y comunitarios para trabajos de carrileo, cruces de propiedades privadas y logística.
- Se levantaron en total 2,435.00 puntos con estación total, correspondientes a infraestructura, caminos, derrotero de tuberías.
- Cada punto tiene información georreferenciada (coordenadas y altura)
- Libreta con puntos y nombres de levantamiento topográfico

En total se midieron 5,698.17 metros para un barrido total de las dos comunidades, altura mayor donde estará ubicado el tanque de almacenamiento es de 769.43 msnm y el punto más alto donde se requiere llevar el agua está 740.86 msnm, los puntos más bajos están por debajo de 715 msnm, las casas están dispersa. En el levantamiento no se consideraron 5 casas por estar muy alejadas del tramo principal. En la ilustración 3 se presentan los puntos levantados a lo largo de los principales ejes de comunicación entre la comunidad de Chagüite Grande y Esquipulas. También se elaboraron planos topográficos que se adjuntan el anexo juego de plano hojas 1.

Ilustración 3. Plano topográfico de la zona en estudio



Fuente: Elaboración Propia

### 4.3. Calidad de agua

Se tomaron muestras de agua del pozo para realizar pruebas de calidades físico-Química, bacteriológica y de metales pesados, estas pruebas se realizaron en el

laboratorio ambiental PIENSA de la UNI. Las muestras se tomaron siguiendo las indicciones del laboratorio así también como su traslado. Los resultados son los siguientes:

#### **4.3.1. Resultados de calidad físico química**

De acuerdo a las normas CAPRE el único resultado que aparece como significativo en la prueba físico química es la conductividad eléctrica del agua con un valor de 768  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y el valor recomendado es 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , pero se encuentra en los valores admisible para consumo. La conductividad eléctrica está asociada a la presencia de sales solubles en el agua. (ver anexo V)

#### **4.3.2. Resultado de presencia de arsénico**

El resultado muestra que la presencia de arsénico en el agua es de 0.007 mg/L de 0.01 mg/L aceptados en las normas CAPRE, por lo tanto, la concentración de arsénico no representa, al menos en este momento un riesgo para la salud de los usuarios.

#### **4.3.3. Resultados bacteriológica:**

El resultado muestra la presencia de 33 NMP/100 tanto para coliformes total como coliformes fecales. Según las normas CAPRE la prueba debe dar negativa.

Es posible que haya varias causas de la contaminación fecal del pozo, entre ellas se ha estado manipulando con equipos sin desinfectar, el nivel del agua es sub superficial, existe un pozo a escasos 30 m que está a cielo abierto, entre otros.

Los resultados sugieren la necesidad de la instalación de un sistema de potabilización del agua.

#### **4.4. Aforo de la fuente de abastecimiento propuesta.**

Teniendo los resultados de análisis de agua y comprobando que la fuente es apta para consumo con tratamiento para CE y Coliformes, se procedió a realizar la prueba de bombeo.

#### **Datos Generales**

## Pozo de El Chagüite Grande

### Datos Generales

- Comunidad: El Chagüite Grande
- Municipio: Yalagüina
- Georeferenciación: 554037 E, 148683 N, 718 msnm

### Valores hidráulicos del pozo

- Profundidad: 130.00 pie
- Profundidad efectiva: 130.00 pie
- Diámetro de revestimiento: 6 pulgadas PVC
- Nivel estático del agua: 54.00 pie
- Caudal: 75.00 gpm
- Niveles Dinámico: 54.75 pie
- Conductividad Hidráulica: 0.0561 m/d referir a valores típicos
- Transmisibilidad: 12,900.00 m<sup>2</sup>/d, referir a valores típicos
- Coeficiente Almacenamiento: 0.0135 referir a valores típicos

El pozo se bombeo durante ocho horas a caudal continuo de 75.00 gpm, presentado un descenso de 0.75 pies, lo cual indica que el pozo no tuvo un rebajamiento importante con la máxima capacidad de la bomba. Este pozo se puede explotar en un rango de 55 a 60 GPM. (FEDICAMP, 2020)

## 4.5. Diseño hidráulico

### 4.5.1. Periodo de diseño

Se adoptó un periodo de diseño de 20 años que corresponde a un pozo perforado (MIFIC, 2019, pág. 13).

#### 4.5.2. Población de diseño

Una de las variables para el cálculo de la población de diseño es la tasa de crecimiento según datos de INIDE, en las comunidades de estudio la tasa de crecimiento es del 2.1% anual, según la norma técnica establece que, en ningún caso, para efectos de cálculo, se debe tomar un porcentaje menor de 2.5%. por lo que para el cálculo se adoptó el 2.5%, y se retomó de la encuesta socioeconómica la población actual de las dos comunidades que haciende a 574 personas, se usó el Método Geométrico, que se presenta en la ecuación 1. Porque la tasa de crecimiento no presenta variaciones en el tiempo, siendo la ecuación 1, las más usada en Nicaragua.

$$P_n = P_o(1 + r)^n$$

$$P_n = 574(1 + 2.5\%)^{20}$$

$$P_n = 941 \text{ Habitantes}$$

Tabla 3. Proyección del crecimiento poblacional

| Año  | Nº | Población |
|------|----|-----------|
| 2023 | 0  | 574       |
| 2028 | 5  | 649       |
| 2033 | 10 | 735       |
| 2038 | 15 | 831       |
| 2043 | 20 | 941       |

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.3. Dotación de agua

Se adoptó una dotación de 80 lppd que corresponde a una población rural dispersa (MIFIC, 2019, pág. 10).

#### 4.5.4. Consumo doméstico

El consumo doméstico se calculó con la ecuación 2. Obteniendo como resultado 0.87 l/s, para el último año del sistema.

$$CD = \frac{P_n \times Dotacion}{86400}$$

$$CD = \frac{941 \times 80lppd}{86400}$$

$$CD = 0.87 \text{ l/s}$$

#### 4.5.5. Consumo comercial, industrial, público e institucional.

El consumo industrial y comercial se omitió debido que es una zona rural dónde no existe y en los próximos años no se tiene planificado la construcción de industrias y centros comerciales. Por lo anterior solo se calculó el consumo institucional, tomado en cuenta la escuela y puesto de salud existentes. Para el cálculo se aplicó el 7% al consumo doméstico, resultando para el consumo institucional o público un valor de 0.061 L/s. Se calculó usando la ecuación 4 a continuación se muestran los resultados.

$$CPI = CD \times 7\%$$

$$CPI = 0.87 \times 7\%$$

$$CPI = 0.061 \frac{L}{s}$$

#### 4.5.6. Consumo promedio diario

$$CPD = CD + CPI$$

$$CPD = 0.87 \frac{L}{s} + 0.061 \frac{L}{s}$$

$$CPD = 0.931 \frac{L}{s}$$

#### 4.5.7. Pérdidas en el sistema

Según la norma NTON 09 007-19, las perdidas en el sistema corresponden a 15% del consumo promedio diario ecuación 6, obteniendo como resultado 0.14 L/s. a continuación se detalla.

$$P = CPD \times \frac{15}{100}$$

$$P = 0.931 \frac{L}{s} \times \frac{15}{100}$$

$$P = 0.14 \frac{L}{s}$$

#### 4.5.8. Factores de la demanda

##### ➤ Consumo máximo día (CMD)

El consumo promedio diario se calculó mediante la ecuación 7, resultando un valor de 1.54 l/s dato usado para el diseño de la línea de impulsión. El cálculo se muestra a continuación.

$$CMD = 1.5 CPD + P$$

$$CMD = 1.5 \left( 0.93 \frac{l}{s} \right) + 0.14 l/s$$

$$CMD = 1.54 l/s$$

##### ➤ Consumo máximo hora (CMH)

El consumo máximo hora se calculó mediante la ecuación 8, resultando un valor de 2.47 l/s dato usado para el diseño de red de conducción. El cálculo se muestra a continuación.

$$CMH = 2.5 CPD + P$$

$$CMH = 2.5 \left( 0.93 \frac{l}{s} \right) + 0.14 l/s$$

$$CMH = 2.47 l/s$$

#### 4.5.9. Línea de conducción por bombeo

Primero calcular el caudal de bombeo

$$Q_B = CMD \times \frac{24}{N}$$

$$Q_B = 1.54 \times \frac{24}{16}$$

$$Q_B = 2.31 \text{ l/s}$$

#### **4.5.10. Diseño de la columna de bombeo**

El diámetro se determinó a partir del caudal del consumo máximo diario ( $Q_B$ ) (CMD), que corresponde a un caudal de 1.54 l/s, se estableció 16 horas de bombeo, con un caudal de diseño de 2.31 l/s, utilizando tubería HG de diámetro nominal 2" y diámetro interno de 2.067 pulgadas. A continuación, se presenta la velocidad del flujo.

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4(0.00231 \frac{m^3}{s})}{\pi(0.0525m)^2}$$

$$v = 1.067 \text{ m/s}$$

Analizando el resultado la velocidad de agua en la columna de bombeo será de 1.01 m/s, velocidad que se encuentra en el rango permitido por la norma.

#### **Longitud de columna de bombeo**

El pozo perforado tiene una profundidad de 150 pies, el nivel estático del agua está a 54 pies, tiene un caudal superior a 75 galones por minuto, con un nivel dinámico de 54.75 pies y se pretende explorar 48.73 galones por minuto, con una columna de bombeo de 45 metros. El factor de seguridad en la sumergencia de la bomba está en dependencia de las variaciones estacionales o niveles naturales

del agua subterránea en época seca y época lluviosa, teniendo presente las mencionadas variaciones se adoptó una sumergencia de 6 m ( (MIFIC, 2019) y 6 m por variación estación. El cálculo se muestra a continuación.

$$L_C = NDA + S + Ve$$

$$L_C = 16.69 \text{ m} + 6 \text{ m} + 6 \text{ m}$$

$$L_C = 28.69 \text{ m}$$

### **Cálculo de pérdidas por fricción en columna de bombeo**

Se calculó la pérdida carga por fricción utilizando la ecuación 11 de Hazen William, en un tramo de tubería de 28.69 m, con un diámetro interno de 0.0525 m, caudal de 2.31 l/s y un coeficiente de 130.

$$h_f = 10.679 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$

$$h_f = 10.679 \times \frac{0.00231 \text{ m}^3^{1.85}}{130^{1.85} 0.0525 \text{ m}^{4.87}} \times 28.69 \text{ m}$$

$$h_f = 0.87 \text{ mca}$$

La norma establece como criterio de diseño para la columna de bombeo una pérdida de carga por fricción menor al 5% de la longitud, obteniéndose lo siguiente:

$$\text{Pérdida de carga permitida} = L \frac{5}{100}$$

$$\text{Pérdida de carga permitida} = 28.69 \frac{5}{100}$$

$$\text{Pérdida de carga permitida} = 1.40 \text{ mca}$$

#### **4.5.11. Sarta**

El diámetro de la sarta es de 2 pulgadas, con un caudal de diseño de 2.31 l/s, adoptando tubería HG C-40.

### Velocidad de flujo

Para este cálculo se toma como referencia el caudal de bombeo 2.31 l/s.

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$
$$v = \frac{4(0.00231 \frac{m}{s})}{\pi(0.0525m)^2}$$
$$v = 1.067 \text{ m/s}$$

### Cálculo de pérdidas por fricción en sarta

Se calculó la pérdida de carga por fricción utilizando la ecuación 11 de Hazen William, en un tramo de tubería de 4 m, con un diámetro interno de 0.0525 m, (plano típico # 2) caudal de 2.31 l/s y un coeficiente de 130, obteniendo un resultado de 0.12 m, a continuación, se presenta el cálculo.

$$h_f = 10.679 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$
$$h_f = 10.679 \times \frac{0.00231m^{3^{1.85}}}{130^{1.85} 0.0525m^{4.87}} \times 4m$$
$$h_f = 0.12m$$

### Pérdidas locales

Tabla 4. Coeficiente de pérdidas de carga por accesorio

| Accesorio                                      | Cantidad | K     | Kt    |
|------------------------------------------------|----------|-------|-------|
| Codo HG 90° Ø 2"                               | 1        | 0.57  | 0.57  |
| Unión Flexible tipo Dreser hierro fundido Ø 2" | 1        | 0.3   | 0.3   |
| Medidor de Flujo HF Ø 2"                       | 1        | 5     | 5     |
| Válvula antirretorno Horizontal HF Ø 2"        | 1        | 0.25  | 0.25  |
| Cruz de Ø 2" de HF                             | 1        | 1     | 1     |
| Válvula de compuesta HF Ø 2"                   | 1        | 0.152 | 0.152 |

|                  |   |        |             |
|------------------|---|--------|-------------|
| Codo HG 45° Ø 2" | 1 | 0.0304 | 0.608       |
| <b>Σ Total</b>   |   |        | <b>7.88</b> |

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de las pérdidas locales primero se obtuvieron los coeficientes de pérdidas locales de los accesorios de la sarta los que se presentan en la tabla N°3, posteriormente se aplicó la ecuación 12, encontrándose un valor para las pérdidas locales de 0.46 m como se muestra a continuación:

$$h_l = \sum_{n=1}^n K_n \times \frac{v^2}{2g}$$

$$h_l = 7.88 \times \frac{1.067^2}{2(9.81)}$$

$$h_l = 0.46 \text{ m}$$

La pérdida total en la sarta es el resultado de sumar las pérdidas por fricción más las pérdidas locales teniendo como resultado 0.58 m

#### **4.5.12. Diseño de la línea de impulsión**

Para determinar el diámetro de la línea de impulsión se utilizó la ecuación 13 similar a Bresse detallado a continuación:

$$D = 0.9(Q)^{0.45}$$

$$D = 0.9(2.31 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s})^{0.45}$$

$$D = 0.058 \text{ m}$$

#### **Velocidad de flujo**

Para este cálculo se toma como referencia el caudal de bombeo 2.31 l/s.

$$v = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

$$v = \frac{4(0.00231 \frac{m}{s})}{\pi(0.082m)^2}$$

$$v = 0.43 \text{ m/s}$$

### **Cálculo de pérdidas por fricción**

Se calculó la pérdida carga por fricción utilizando la ecuación 11 de Hazen William, en un tramo de tubería de 410 m, con un diámetro interno de 0.082 m, caudal de 2.31 l/s y un coeficiente de 150, obteniendo un resultado de 1.06 m, a continuación, se presenta el cálculo.

$$h_f = 10.679 \times \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \times L$$

$$h_f = 10.679 \times \frac{0.00231m^{3^{1.85}}}{150^{1.85} 0.082m^{4.87}} \times 410m \quad h_f = 1.06 \text{ m}$$

### **4.5.13. Carga dinámica total**

El cálculo de la carga dinámica total (CTD) toma en cuenta la carga estática que es la diferencia de la cota en la descarga del tanque y la cota del nivel donde está el equipo de bombeo, que en este caso es de  $h_L = 77.78 \text{ m}$ , más las pérdidas en la columna de bombeo, pérdidas en la sarta y pérdidas en la línea de impulsión.

#### **Carga estática**

$H = \text{cota del nivel dinámico} - \text{cota de la descarga del tanque.}$

$$H = 692.638 \text{ m} - 770.42 \text{ m}$$

$$H = 77.78 \text{ m}$$

$$CTD = h_{L \text{ estatica}} + h_{L \text{ columna de bombeo}} + h_{L \text{ sarta}} + h_{L \text{ linea}}$$

$$CTD = 77.78 \text{ m} + 0.87 + 0.58 + 1.06$$

$$CTD = 80.29 \text{ m}$$

#### 4.5.14. Golpe de ariete

Para calcular la sobrepresión generada por el golpe de ariete se usó la ecuación 14 de Allievi, determinando la celeridad de la onda de presión para una tubería de 3 pulgada, con un espesor de pared de 3.43mm y un módulo de elasticidad del PVC,  $\varepsilon=2.81 \times 10^8 \text{ Kg/m}^2$  (AMANCO, 2006, pág. 31). A continuación, se presenta el cálculo.

$$a = \frac{9900}{\sqrt{4.83 + k \frac{D}{e}}}$$

$$a = \frac{9900}{\sqrt{4.83 + \left( \frac{10^{10} \text{ kg/m}^2}{2.81 \times 10^8 \text{ kg/m}^2} \right) \times \left( \frac{0.08204 \text{ m}}{0.00343 \text{ m}} \right)}}$$

$$a = 338.37 \text{ m/s}$$

También se calculará el tiempo crítico con la ecuación 15 de Allievi que se presenta a continuación.

$$T_c = \frac{2(t)}{a}$$

$$T_c = \frac{2(410 \text{ m})}{338.37 \text{ m/s}}$$

$$T_c = 2.42 \text{ s}$$

El cálculo del tiempo de parada se hizo con la ecuación Mendiluce

$$\frac{h_m}{L} = \frac{48.92mca}{410m}$$

$$\frac{h_m}{L} = 0.12$$

Tabla 5 Valores de C según la gradiente hidráulica

| Valores de C según la gradiente hidráulica | $C = \frac{h_m}{L}$ |
|--------------------------------------------|---------------------|
| < 20%                                      | 1                   |
| ≈ 25%                                      | 0.8                 |
| ≈ 30%                                      | 0.6                 |
| ≈ 40%                                      | 0.4                 |
| > 50%                                      | 0                   |

Fuente: Escuela Universitaria de Ingeniería Agrícola de Ciudad Real

Tabla 6 Valores K según la longitud de la línea de conducción

| L (m)          | K    |
|----------------|------|
| < 500          | 2    |
| ≈ 500          | 1.75 |
| 500 < L < 1500 | 1.5  |
| ≈ 1500         | 1.25 |
| > 1500         | 1    |

Fuente: Escuela Universitaria de Ingeniería Agrícola de Ciudad Real

$$T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times Hm}$$

$$T = 1 + \frac{2 \times 410 \times 0.58}{9.81 \times 49.09}$$

$$T = 1.98 \text{ s}$$

Tomando en cuenta el tiempo crítico y el tiempo de parada de la válvula se determina que es cierre rápido en el caso que  $T < T_c$ :

Además, se calculó la longitud crítica utilizando la ecuación 17 que se presenta a continuación.

$$L_c = a \frac{T}{2}$$

$$L_c = 338.37 \times \frac{1.95}{2}$$

$$L_c = 329.91 \text{ m}$$

El tipo de impulsión es impulsión larga porque  $L > L_c$

Para calcular la sobre presión se seleccionó la ecuación 19 de Allievi, por ser impulsión larga y cierre rápido, teniendo como resultado 20m, a continuación, se presentan los cálculos.

$$\Delta H = \frac{a \times v}{g}$$

$$\Delta H = \frac{338.37 \text{ m/s} \times 0.58 \text{ m/s}}{9.81 \text{ m/seg}^2}$$

$$\Delta H = 20 \text{ m}$$

La presión total en fue de 69 mca y tubería seleccionada soporta la presión total del sistema dado que la tubería PVC SDR 26 soporta 112.6 mca, presión de trabajo.

#### 4.5.15. Selección de la bomba

Basados en el caudal del consumo máximo diario (CMD) a 10 y 20 años atendiendo a la vida útil de las bombas y sus respectivas cargas dinámicas (CTD) se calculó con la ecuación 20, obteniendo como resultado en el primer periodo un equipo de 4 hp y en el segundo periodo 5.13hp. a continuación, se detallan los cálculos.

A continuación, se presentan los cálculos de la potencia de bomba para satisfacer la demanda de caudal los primeros 10 años.

$$NB = \frac{\gamma \times C.T.D \times Q}{0.736 \times 1000 \times EB} \times FM$$
$$NB = \frac{9790 \times 80.4m \times 0.0018}{0.736 \times 1000 \times 0.75} \times 1.15$$
$$NB = 2.95hp$$

Se determina un equipo de bombeo teórico de 2.95 hp para 10 años con un caudal de 28.5 galones por minutos.

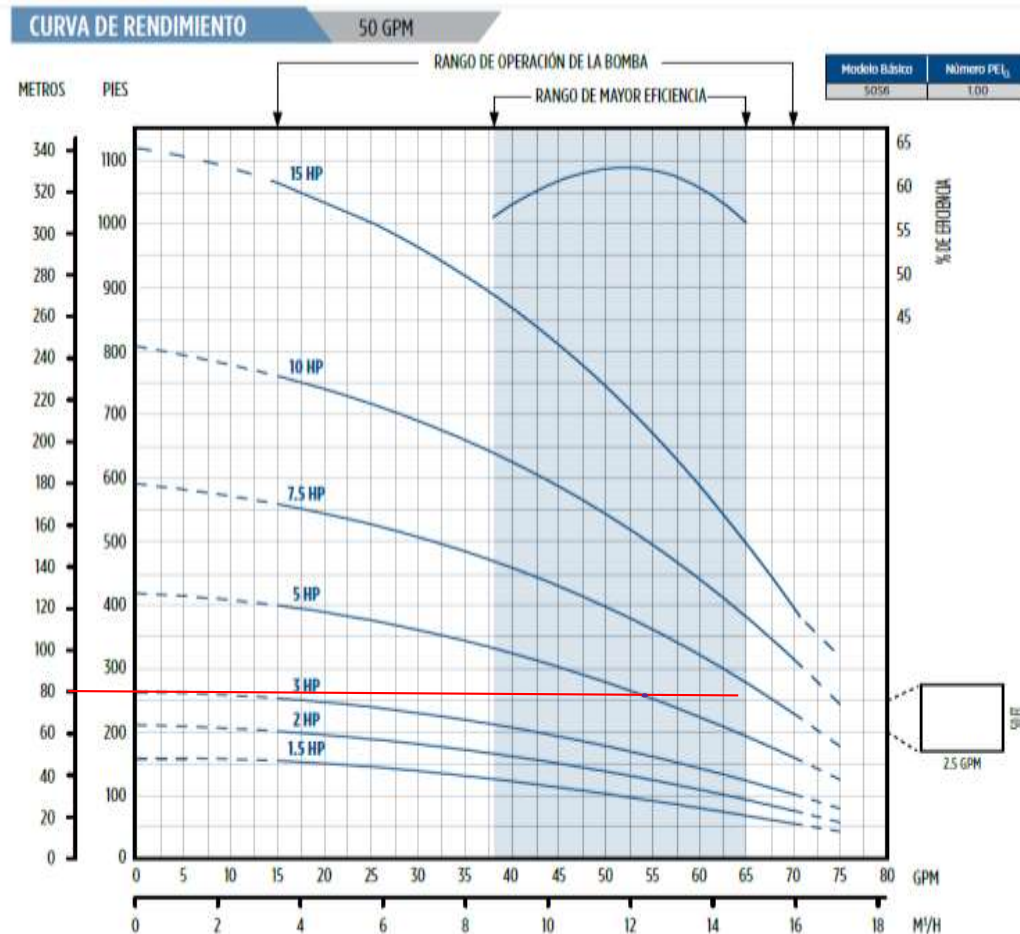
A continuación, se presentan los cálculos de la potencia de bomba para satisfacer la demanda de caudal los próximos 20 años.

$$NB = \frac{\gamma \times C.T.D \times Q}{0.736 \times 1000 \times EB} \times FM$$
$$NB = \frac{9790 \times 80.4m \times 0.00231}{0.736 \times 1000 \times 0.75} \times 1.15$$
$$NB = 3.78 hp$$

Se determina un equipo de bombeo teórico de 3.78 hp para 20 años con un caudal de 36.7 galones por minutos.

Conocida la potencia teórica y el caudal que corresponde al Consumo Máximo Diario (CMD) y carga dinámica total (CTD) se procede a seleccionar una bomba sumergible, para ello se utilizará la curva de H-Q del fabricante, seleccionando un equipo de bombeo de 5 hp de 8 etapas, modelo 50FH5S6-PE, con un caudal de 53 gal/min, con una velocidad de 0.64m/s. A continuación, se presenta la curva de rendimiento del equipo propuesto.

Ilustración 4. Curva de rendimiento del equipo de bombeo



#### 4.5.16. Dimensiones del tanque de almacenamiento

El tanque se dimensionará considerando el 25 % el CPD para volumen de compensación y el 15% del CPD para el volumen de reserva más las perdidas en el sistema, obteniendo un volumen de 29.48 m<sup>3</sup> redondeando el dato a 30 m<sup>3</sup>.

Volumen compensador (Vc)

$$Vc = 25\%(CPD + P)$$

$$Vc = 25\% \left( 0.931 \frac{l}{s} + 0.14 \frac{l}{s} \right)$$

$$V = 0.267 \frac{l}{s} \times \frac{86400s}{1000}$$

$$V = 23 m^3$$

Reserva para eventualidad y/o emergencias (Vr).

$$Vr = (CPD \times 15\%)$$

$$Vr = \left( 0.931 \frac{l}{s} \times 15\% \right)$$

$$Vr = 0.139 \frac{l}{s} \times \frac{86400s}{1000l} = 12.06 m^3$$

Volumen Total

$$Vt = Vc + Vr$$

$$Vt = 23m^3 + 12.06m^3$$

$$V_T = 35.06 m^3$$

El sistema propuesto operara con un tanque propuesto sobre suelo construido de concreto ciclópeo y concreto reforzado, con capacidad de 35 m<sup>3</sup>, equivalentes a alrededor de 9,246.00 galones.

Del tanque propuesto se abastecerá por gravedad la red de distribución de la comunidad de El Chagüite y Esquipulas.

El tanque de almacenamiento estará provisto de un aliviadero o rebose de un diámetro de 3" de niples de tubo HG, la descarga del rebose se conducirá a una caja disipadora de energía a fin de evitar erosión en sus cimientos. Así mismo se colocará un respiradero de 3" en forma de "U" invertida que permita la salida del aire cuando el tanque se llene y evite la creación de vacío cuando su nivel baje.

Se colocará un niples HG de 3" para la limpieza del tanque, con sus respectivas llaves de cierre y sus accesorios. Se asegurará que el agua de limpieza descargue en la caja disipadora de energía igual que el rebose del tanque. La válvula de limpieza y la válvula de acceso a la red de distribución estarán dentro de una caja de concreto para su protección.

La tapadera del tanque de almacenamiento será metálica, que tapará un orificio cuadrado cercano a una esquina del mismo, este orificio tendrá como mínimo 0.6 m de largo por 0.6 m de ancho que faciliten la entrada de una persona adulta para su limpieza. El fondo del tanque debe ser de tal forma que tenga una pendiente mínima del 2% hacia el tubo de limpieza que garantice el correcto lavado.

Las paredes del tanque son de tipo piramidal de hormigón ciclópeo, siguiendo los criterios establecidos en NTON-2019, la tapa del tanque es una loza de concreto reforzada de 3000 psi, con un pronunciamiento más ancho en el centro con una disminución uniforme del 2% hacia las orillas. En las paredes se estará incrustados 6 peldaños por dentro y 7 por fuera que servirán de escalera para el mantenimiento.

Para la cimentación del tanque se debe hacer un desbroce de por lo menos 40 cm del terreno fracturado que garantice que el cimiento estará en suelos firme, así mismo se considera un mejoramiento de suelo de al menos 10 m<sup>3</sup>. La loza inferior será de 30 cm de grosor para 3000 psi, el ancho y largo de la loza tendrán 7.6 m respectivamente. Su estructura contará con acero de refuerzo N° 4 con doble parrilla espaciadas a 20 cm.

El tanque deberá estar debidamente cercado en un perímetro de 9.6 m por cada lado con maya ciclón y postes de tubos HG de 1 ½" empotrados 50 cm en

concreto, su altura desde el nivel del suelo, será de 1.85 m y con arbotantes de 50 cm de largo con sus respectivos tapones de PVC, con hilos de alambre de púas calibre 13 standard espaciados a 10 cm cada uno.

#### 4.5.17. Desinfección

Para el cálculo de desinfección de agua, se usó la ecuación 21, con un caudal máximo horario de 213.45 m<sup>3</sup> y una dosis aplicar de 2 mg/l a continuación, se detalla el cálculo.

$$Ca = \frac{Q \times C}{1000}$$

$$Ca = \frac{213.45m^3 \times 2mg/l}{1000}$$

$$Ca = 0.426kg$$

Se recomienda comprar el cloro con una concentración de 130gr por litro de agua. A continuación, se presenta los cálculos para convertir la capacidad de cloro de la estación de bombeo a hipoclorito de sodio comercial.

$$Volumen\ de\ cloro\ 13\% = \frac{0.426kg \times 1000}{130gr}$$

$$Volumen\ de\ cloro\ 13\% = 3.27\ litros$$

Los 3.37 litros de hipoclorito de sodio contienen 426 gr de cloro, según la norma el hipoclorito de sodio debe diluirse al entre el 1% y 3%, para este caso se diluyó al 2%. A continuación, se presentan los cálculos para diluir el hipoclorito al 2%.

$$Hipoclorito\ de\ sodio\ al\ 2\% = \frac{v\ hipo\ cloro \times concentracion\ de\ cloro\ comercial}{porcentaje\ a\ diluir}$$

$$Hipoclorito\ de\ sodio\ al\ 2\% = \frac{3.27\ l \times 13\%}{2\%}$$

$$\text{Hipoclorito de sodio al 2\%} = \frac{3.27 \text{ l} \times 13\%}{2\%}$$

$$\text{Hipoclorito de sodio al 2\%} = 21.26 \text{ l}$$

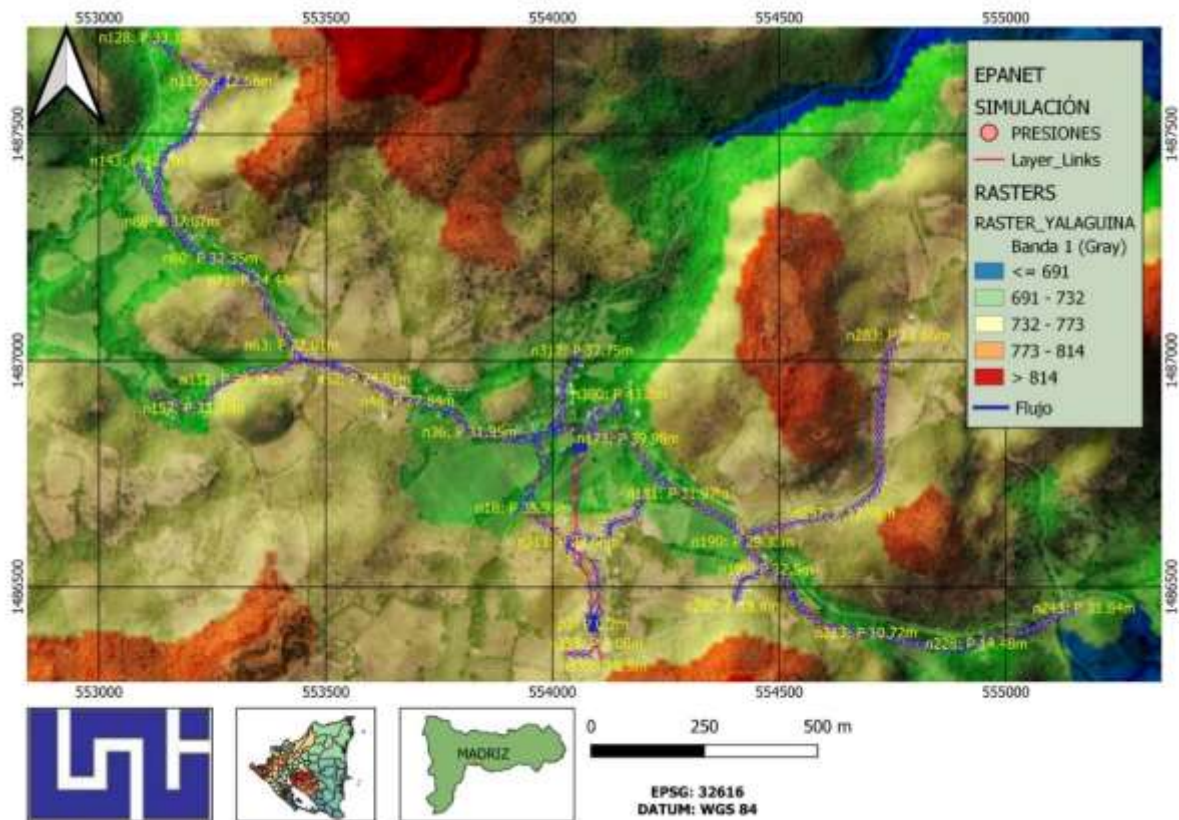
El hipoclorito al 2% se aplicará con bomba dosificadora con caudal de 1.77 l/h.

#### 4.5.18. Simulación del diseño hidráulico

##### ➤ Topología

El sistema de agua potable es una red abierta, como se muestra en la ilustración 5, con una longitud total de 6,126.55 metros.

Ilustración 5. Red de agua potable



Fuente: Elaboración propia

##### ➤ Line de conducción por bombeo eléctrico

La línea de conducción tiene una longitud de 410 m, compuesta de tubería PVC 3" SDR-26, que transporta un caudal de 3.08 l/s, fue simulada con una bomba de

5 hp de 8 etapas, franklin electric modelo 50FH5S6-PE, cuyos datos de la curva característica utilizada en la simulación se presentan en la tabla N° 6.

Tabla 7. curva de rendimiento equipo de bombeo de 5 hp

| <b>Caudal (LPS)</b> | <b>Altura (m)</b> |
|---------------------|-------------------|
| 0                   | 120               |
| 2.39                | 100               |
| 3.6                 | 80                |
| 3.9                 | 60                |

Fuente: Manual Franklin Electric

La velocidad de flujo en la columna de bombeo y la sarta fue de 1.43 m/s y en la línea de impulsión la velocidad fue de 0.65 m/s, la cual está en el rango de 0.6 a 1.5 m/s que son los valores que recomienda la norma NTON 09 007-19 pág. 24 y 25, las características de la tubería y parámetros hidráulicos se presentan en la tabla 9. La línea de conducción se presenta en juego de plano anexo hoja xxxx

Tabla 8 longitud, diámetro y velocidades de la línea de conducción por bombeo eléctrico

| <b>Línea de conducción</b>   |                 |                 |                  |               |                  |                    |
|------------------------------|-----------------|-----------------|------------------|---------------|------------------|--------------------|
| <b>ID Línea</b>              | <b>Longitud</b> | <b>Diámetro</b> | <b>Rugosidad</b> | <b>Caudal</b> | <b>Velocidad</b> | <b>Pérd. Unit.</b> |
|                              | <b>m</b>        | <b>mm</b>       |                  | <b>LPS</b>    | <b>m/s</b>       | <b>m/km</b>        |
| Tubería 7. columna de bombeo | 29.00           | 55.5            | 130              | 3.43          | 1.43             | 47.34              |
| Tubería 8. Sarta             | 4.00            | 55.5            | 130              | 3.43          | 1.42             | 247.26             |
| Tubería 9                    | 124.6           | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Tubería 10                   | 100.5           | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Tubería 11                   | 63.3            | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Tubería 12                   | 37.5            | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Tubería 13                   | 40.7            | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Tubería 14                   | 25.91           | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Tubería 15                   | 15.00           | 82.04           | 150              | 3.43          | 0.65             | 5.27               |
| Total                        | 440.00          |                 |                  |               |                  |                    |

Fuente: Elaboración Propia

Según la tabla 10, la máxima presión fue de 82.69 metro y corresponde a la carga dinámica total o presión manométrica que proporciona la bomba, la presión mínima se observó en el tanque de almacenamiento cuyo valor fue de 1.89 mca.

Tabla 9 Cota, altura piezométrica y presión de la línea de conducción por bombeo

| ID Nudo     | Cota   | Altura | Presión |
|-------------|--------|--------|---------|
|             | m      | m      | m       |
| Conexión 4  | 692.55 | 775.24 | 82.69   |
| Conexión 5  | 721.5  | 774.1  | 52.61   |
| Conexión 6  | 721.5  | 773.3  | 51.8    |
| Conexión 7  | 727.44 | 772.69 | 45.25   |
| Conexión 8  | 748    | 772.19 | 24.19   |
| Conexión 9  | 760    | 771.88 | 11.88   |
| Conexión 10 | 765.2  | 771.69 | 6.49    |
| Conexión 11 | 769.6  | 771.49 | 1.89    |
| Conexión 12 | 769.8  | 771.36 | 1.56    |

Fuente: Elaboración Propia

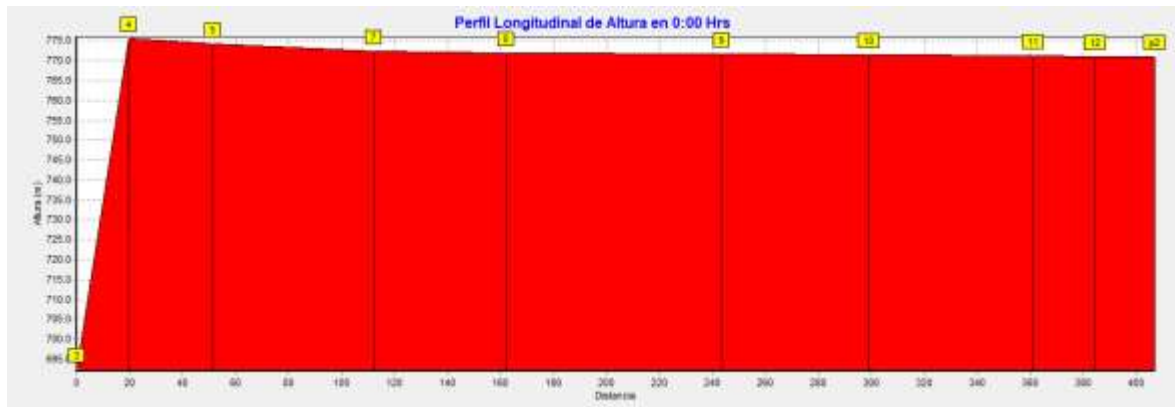
En la ilustración 6 se presenta el perfil del terreno natural observándose una pendiente ascendente, en la ilustración 7 se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía proporcionado por el equipo de bombeo, con línea piezométrica cuya gradiente fue de 0.00527 m/m y la presión generada se observa en el perfil de presiones de la ilustración 8, donde la mayor corresponde a la carga dinámica y la menor corresponde a la presión en el tanque de almacenamiento.

Ilustración 6. Perfil del terreno natural de la línea de conducción por bombeo



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 7. Perfil altura piezométrica de la línea de conducción



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 8. Perfil de presiones de la línea de conducción por bombeo



Fuente: Elaboración Propia

### Análisis económico de tubería

A continuación, se describen los cálculos detallados del análisis técnico-económico de la tubería PVC de 3 pulgadas SDR 26, que resultó favorecida con el análisis técnico económico.

### Costo anual de tubería

$$Vp = \frac{VF}{(1 + i)^n}$$

Donde:

Vp: Valor Presente

Vf: Valor futuro, costo de construcción

I=Tasa de interés

n= número de años

$$Vp = \frac{97,500.00}{(1 + 0.18)^1}$$

$$Vp = C\$ 82,627.11$$

**Factor de recuperación del capital**

$$FRC = \frac{i(1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

FRC: Factor de recuperación de capital

I: Tasa de interés

N: Número de años

$$FRC = \frac{0.18(1 + 0.18)^{20}}{(1 + 0.18)^{20} - 1}$$

$$FRC = 0.186$$

**Costo anual de tubería**

$$CAT = Vp(FRC)$$

CAT: Costo anual de Tubería, C\$

VP: Valor Presente, C\$

FRC: Factor de recuperación del capital

$$CAT = C\$ 82,627.11(0.186)$$

$$CAT = 15436.39$$

### Costo anual de energía

$$CAE = \frac{Qb \times tb \times CTD \times \frac{C\$}{\frac{Kw}{h}} \times P \times 365}{3960 \times eb \times em}$$

CAE: Costo anual de energía, C\$

Qb: Caudal de bombeo, GPM

Tb: Tiempo de bombeo, hrs

CTD: Carga dinámica total, pies

eb: Eficiencia de la bomba, 70%

em: Eficiencia del motor, 80%

P: Potencia del equipo de bombeo, Kw

$$CAE = \frac{49 \times 12 \times 270 \times 6 \times 3.73 \times 365}{3960 \times 0.7 \times 0.8}$$

$$CAE = C\$ 58,4804.66$$

### Costo anual equivalente

$$CAEq = CAT + CAE$$

$$CAEq = 15,436.40 + 584,804.66$$

$$CAEq = 600,241.06$$

Tabla 10. Comparación de costos entre diámetros propuestos.

| Diámetro           | CAT           | CAE            | CAEq           |
|--------------------|---------------|----------------|----------------|
| Tubo PVC 3" SDR-26 | C\$ 15,436.40 | C\$ 584,804.66 | C\$ 600,241.06 |
| Tubo PVC 2" SDR-26 | C\$ 10,686.74 | C\$ 818,726.52 | C\$ 829,413.26 |

Según la tabla 5, la tubería que se recomienda es la de 3" SDR - 26 debido a que presenta un 27.6 % menos de costo anual equivalente, respecto a la tubería de 2"

SDR-26. El componente que afectó los costos de manera significativa fue la energía eléctrica y se prevé que los costos de la energía sigan en alza los próximos años debido a la inestabilidad de los mercados petróleo y el gas licuado, que son las fuentes principales de energía que utiliza los generadores a nivel nacional.

Al seleccionar la tubería 3" PVC SDR-26, se estará operando con una carga dinámica de 49.303 mca igual a 70 psi, para mantener las presiones a lo largo de la línea de 410m, en la cual se tendrá un flujo de 49 GPM, con una velocidad de 0.6 m/s. Así mismo debido a que se obtuvo una velocidad mínima, la sobrepresión por el golpe de ariete será también mínima.

#### **4.5.19. Red de distribución**

La red de distribución fue diseñada con el consumo máximo horario cuyo caudal fue de 2.47 l/s, para la distribución de caudales y determinar los nodos concentrados de demanda, se utilizó el método del número de familias, calculando el caudal unitario mediante la división del consumo máximo horario y el número de familias.

Por tanto, para cada nodo concentrado se asignó un número de familias el cual fue multiplicado por la demanda unitaria de cada familia, obteniéndose 24 nodos concentrados, a continuación, se detallan los cálculos, así mismo en la tabla xxx se presentan la lista de nodos concentrados que se usaron en la simulación hidráulica de la red.

$$Q_u = \frac{Q_{MH}}{N_f}$$

$$Q_u = \frac{2.47 \text{ l/seg}}{168 \text{ familias}}$$

$$Q_u = 0.0147 \text{ l/seg por familia}$$

Tabla 11 Distribución de caudal en nodos

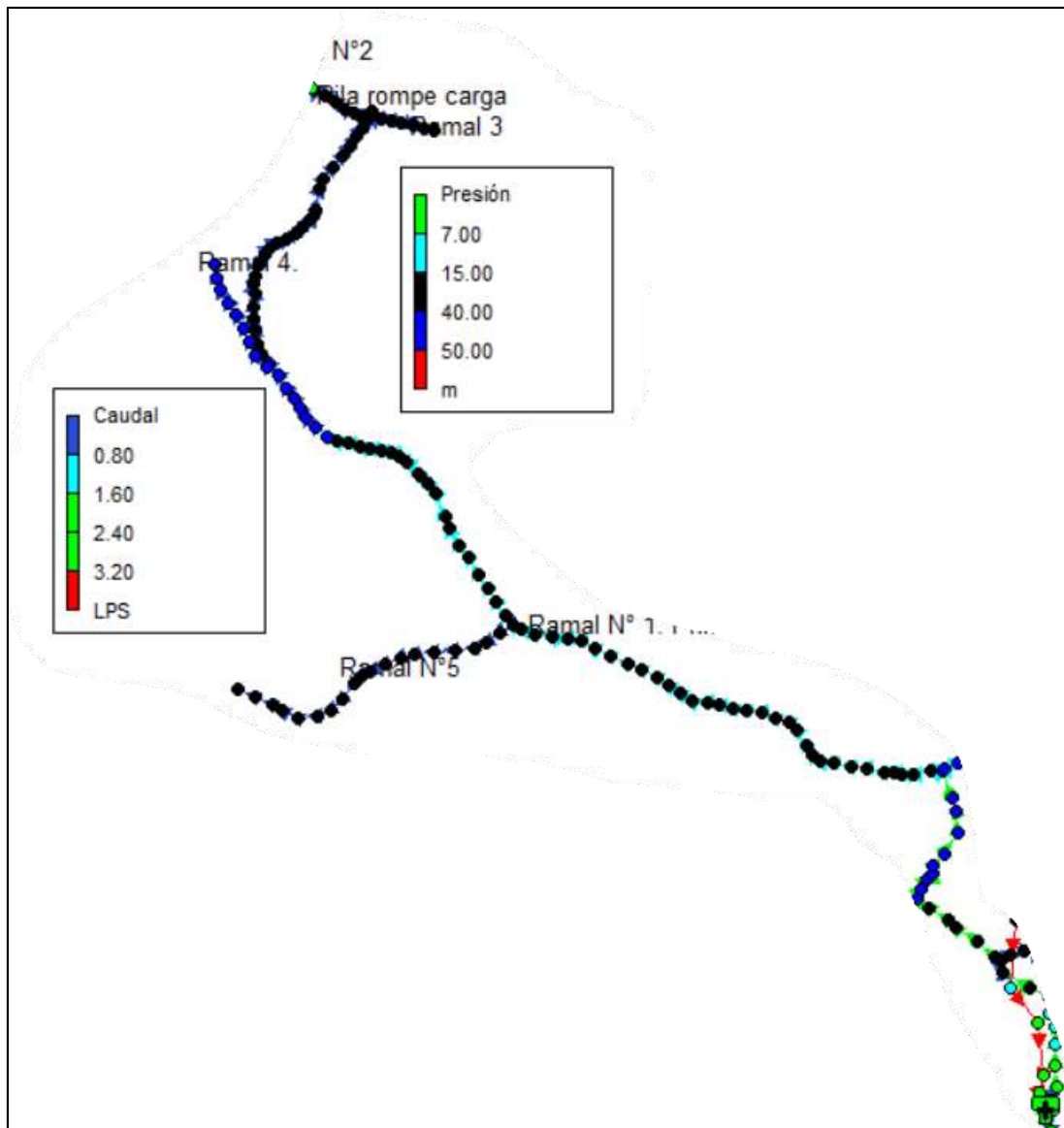
| <b>Nodos</b> | <b>Factor</b> | <b>No de familias</b> | <b>Caudal l/s</b> |
|--------------|---------------|-----------------------|-------------------|
| 1            | 0.01471       | 10                    | 0.147             |
| 2            | 0.01471       | 6                     | 0.088             |
| 3            | 0.01471       | 4                     | 0.059             |
| 4            | 0.01471       | 10                    | 0.147             |
| 5            | 0.01471       | 8                     | 0.118             |
| 6            | 0.01471       | 5                     | 0.074             |
| 7            | 0.01471       | 12                    | 0.177             |
| 8            | 0.01471       | 7                     | 0.103             |
| 9            | 0.01471       | 5                     | 0.074             |
| 10           | 0.01471       | 11                    | 0.162             |
| 11           | 0.01471       | 9                     | 0.132             |
| 12           | 0.01471       | 12                    | 0.177             |
| 13           | 0.01471       | 15                    | 0.221             |
| 14           | 0.01471       | 3                     | 0.044             |
| 15           | 0.01471       | 5                     | 0.074             |
| 16           | 0.01471       | 4                     | 0.059             |
| 17           | 0.01471       | 7                     | 0.103             |
| 18           | 0.01471       | 6                     | 0.088             |
| 19           | 0.01471       | 6                     | 0.088             |
| 20           | 0.01471       | 6                     | 0.088             |
| 21           | 0.01471       | 2                     | 0.029             |
| 22           | 0.01471       | 5                     | 0.074             |
| 23           | 0.01471       | 3                     | 0.044             |
| 24           | 0.01471       | 7                     | 0.103             |
| <b>Total</b> |               | <b>168</b>            | <b>2.473</b>      |

Fuente: Elaboración Propia

### Tramo # 1 Red de distribución

La topología del tramo 1 de la red de distribución tiene una longitud de 1,940.85 m, que corresponde a una red abierta, la cual corresponde al tramo principal en la que se conectan ramales secundarios como se presenta en la ilustración 9

Ilustración 9. Red de distribución tramo 1



Fuente: Elaboración Propia

Es el tramo con mayor longitud compuesta por 141.82 m de tubería PVC de 3 pulgadas SDR 26, 759.55 m de tubería PVC de 2 pulgadas SDR 26, 1009.46 m de tubería PVC SDR 26, se instalarán 4 válvulas de aire en zonas especificadas en los planos (juego de planos hoja número xxx), las velocidades en la tubería con diámetro de 1.5" y parte de la tubería con diámetro de 2" no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág 25, debido a que algunos valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s como se observa en la tabla 12 . El tramo 1 se presenta en anexo plano 3

Tabla 12 longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución tramo # 1

| ID Línea    | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|-------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|             | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p2  | 2.287    | 82.04    | 150       | 2.47   | 0.47      | 2.86        |
| Tubería p3  | 11.31    | 82.04    | 150       | 2.47   | 0.47      | 2.87        |
| Tubería p4  | 18.66    | 82.04    | 150       | 2.38   | 0.45      | 2.68        |
| Tubería p5  | 26.45    | 82.04    | 150       | 2.38   | 0.45      | 2.68        |
| Tubería p6  | 25.96    | 82.04    | 150       | 2.38   | 0.45      | 2.68        |
| Tubería p7  | 20.05    | 82.04    | 150       | 2.38   | 0.45      | 2.68        |
| Tubería p8  | 17.61    | 82.04    | 150       | 2.27   | 0.43      | 2.47        |
| Tubería p9  | 19.54    | 82.04    | 150       | 2.27   | 0.43      | 2.47        |
| Tubería p10 | 25       | 55.7     | 150       | 2.27   | 0.93      | 16.28       |
| Tubería p11 | 39.72    | 55.7     | 150       | 2.27   | 0.93      | 16.28       |
| Tubería p12 | 21.07    | 55.7     | 150       | 2.2    | 0.9       | 15.32       |
| Tubería p13 | 28.98    | 55.7     | 150       | 2.2    | 0.9       | 15.32       |
| Tubería p14 | 30.77    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p15 | 12.49    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p16 | 27.75    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p17 | 18.7     | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p18 | 11.2     | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p19 | 15.75    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.58       |
| Tubería p20 | 9.111    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p21 | 8.186    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p22 | 21.73    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p23 | 29.87    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p24 | 24.98    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p25 | 18.44    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |
| Tubería p26 | 33.91    | 55.7     | 150       | 2.14   | 0.88      | 14.57       |

| ID Línea    | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|-------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|             | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p27 | 15.78    | 55.7     | 150       | 1.28   | 0.52      | 5.59        |
| Tubería p28 | 19.8     | 55.7     | 150       | 1.28   | 0.52      | 5.59        |
| Tubería p29 | 15.1     | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p30 | 8.65     | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p31 | 13.71    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p32 | 20.28    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p33 | 20.11    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p34 | 19.62    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p35 | 17.97    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p36 | 11.96    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p37 | 11.78    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p38 | 22.04    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p39 | 14.66    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p40 | 15.92    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p41 | 19.03    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p42 | 17.42    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p43 | 18.24    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p44 | 15.87    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p45 | 15.07    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p46 | 18.37    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p47 | 17.65    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p48 | 16.96    | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p49 | 15.9     | 55.7     | 150       | 1.14   | 0.47      | 4.57        |
| Tubería p50 | 20.28    | 44.55    | 150       | 1.14   | 0.73      | 13.56       |
| Tubería p51 | 19.88    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p52 | 22.77    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p53 | 20.91    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p54 | 17.9     | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p55 | 17.02    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p56 | 0.0627   | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.68       |
| Tubería p57 | 19.31    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p58 | 20.88    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p59 | 17.15    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.23       |
| Tubería p60 | 11.32    | 44.55    | 150       | 0.98   | 0.63      | 10.22       |
| Tubería p61 | 14.15    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p62 | 21.42    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p63 | 19.07    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p64 | 19.07    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p65 | 23.45    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p66  | 20.55    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p67  | 22.58    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p68  | 16.13    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p69  | 30.34    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p70  | 14.45    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p71  | 14.6     | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p72  | 3.452    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p73  | 17.17    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p74  | 11.67    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.12        |
| Tubería p75  | 11.38    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p76  | 12.48    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p77  | 13.74    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p78  | 14.15    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p79  | 14.14    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.12        |
| Tubería p80  | 13.34    | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p81  | 13.3     | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p82  | 17.9     | 44.55    | 150       | 0.81   | 0.52      | 7.11        |
| Tubería p83  | 16.88    | 44.55    | 150       | 0.63   | 0.41      | 4.51        |
| Tubería p84  | 12.86    | 44.55    | 150       | 0.63   | 0.41      | 4.51        |
| Tubería p85  | 14.06    | 44.55    | 150       | 0.63   | 0.41      | 4.51        |
| Tubería p86  | 15.57    | 44.55    | 150       | 0.63   | 0.41      | 4.51        |
| Tubería p87  | 18.41    | 44.55    | 150       | 0.63   | 0.41      | 4.51        |
| Tubería p88  | 19.06    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p89  | 15.14    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.6         |
| Tubería p90  | 11.99    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p91  | 15.93    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p92  | 15.13    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.6         |
| Tubería p93  | 14.9     | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p94  | 15.61    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p95  | 12.01    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p96  | 10.78    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.6         |
| Tubería p97  | 14.41    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p98  | 14.29    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.59        |
| Tubería p99  | 8.009    | 44.55    | 150       | 0.56   | 0.36      | 3.6         |
| Tubería p100 | 11.1     | 44.55    | 150       | 0.44   | 0.28      | 2.32        |
| Tubería p101 | 13.81    | 44.55    | 150       | 0.44   | 0.28      | 2.31        |
| Tubería p102 | 14.77    | 44.55    | 150       | 0.44   | 0.28      | 2.32        |
| Tubería p103 | 9.755    | 44.55    | 150       | 0.44   | 0.28      | 2.32        |
| Tubería p104 | 13.08    | 44.55    | 150       | 0.44   | 0.28      | 2.32        |

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p105 | 7.131    | 44.55    | 150       | 0.44   | 0.28      | 2.32        |
| Tubería p106 | 7.719    | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.1         |
| Tubería p107 | 24.05    | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p108 | 14.39    | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p109 | 18.12    | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.1         |
| Tubería p110 | 18.58    | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p111 | 15.2     | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p112 | 13.9     | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p113 | 12.71    | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p114 | 11.7     | 44.55    | 150       | 0.29   | 0.19      | 1.09        |
| Tubería p115 | 7.174    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p116 | 5.189    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Total        | 1910.85  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones más bajas se encuentran en la salida del tanque, hasta una distancia de 30 m, a partir de esta distancia se localizan las primeras viviendas que se conectan a la red las cuales reciben presiones mayores de 8.35 mca y nunca superando presiones de 43.82 mca, estas presiones cumplen con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 13, se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 13 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 1

| ID Nudo                      | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|------------------------------|---------|--------------|--------|---------|
|                              | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n3. tanque          | 769.558 | 0            | 770.92 | 1.37    |
| Conexión n4 cerca del tanque | 768.400 | 0            | 770.89 | 2.49    |
| Conexión n5 cerca del tanque | 768.300 | 0            | 770.84 | 2.54    |

| ID Nudo                            | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|------------------------------------|---------|--------------|--------|---------|
|                                    | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n6<br>cerca del<br>tanque | 765.800 | 0            | 770.77 | 4.97    |
| Conexión n7                        | 762.350 | 0            | 770.7  | 8.35    |
| Conexión n8                        | 763.024 | 0.103        | 770.65 | 7.62    |
| Conexión n9                        | 759.227 | 0            | 770.6  | 11.38   |
| Conexión n10                       | 756.584 | 0            | 770.56 | 13.97   |
| Conexión n11                       | 753.733 | 0            | 770.15 | 16.42   |
| Conexión n12                       | 745.811 | 0            | 769.5  | 23.69   |
| Conexión n13                       | 742.882 | 0            | 769.18 | 26.3    |
| Conexión n14                       | 738.107 | 0.059        | 768.73 | 30.63   |
| Conexión n15                       | 733.243 | 0            | 768.29 | 35.04   |
| Conexión n16                       | 732.064 | 0            | 768.1  | 36.04   |
| Conexión n17                       | 728.465 | 0            | 767.7  | 39.23   |
| Conexión n18                       | 727.312 | 0            | 767.43 | 40.12   |
| Conexión n19                       | 725.355 | 0            | 767.26 | 41.91   |
| Conexión n20                       | 723.996 | 0            | 767.03 | 43.04   |
| Conexión n21                       | 723.082 | 0            | 766.9  | 43.82   |
| Conexión n22                       | 724.360 | 0            | 766.78 | 42.42   |
| Conexión n23                       | 724.563 | 0            | 766.47 | 41.9    |
| Conexión n24                       | 724.358 | 0            | 766.03 | 41.67   |
| Conexión n25                       | 724.808 | 0            | 765.67 | 40.86   |
| Conexión n26                       | 724.055 | 0            | 765.4  | 41.34   |
| Conexión n27                       | 724.307 | 0            | 764.9  | 40.6    |
| Conexión n28                       | 725.529 | 0            | 764.82 | 39.29   |
| Conexión n29                       | 726.856 | 0.132        | 764.7  | 37.85   |
| Conexión n30                       | 725.875 | 0            | 764.64 | 38.76   |
| Conexión n31                       | 725.964 | 0            | 764.6  | 38.63   |
| Conexión n32                       | 726.109 | 0            | 764.53 | 38.42   |
| Conexión n33                       | 726.517 | 0            | 764.44 | 37.92   |
| Conexión n34                       | 726.772 | 0            | 764.35 | 37.58   |
| Conexión n35                       | 727.055 | 0            | 764.26 | 37.2    |
| Conexión n36                       | 727.621 | 0            | 764.18 | 36.56   |
| Conexión n37                       | 728.415 | 0            | 764.12 | 35.71   |
| Conexión n38                       | 728.748 | 0            | 764.07 | 35.32   |
| Conexión n39                       | 729.047 | 0            | 763.97 | 34.92   |
| Conexión n40                       | 729.215 | 0            | 763.9  | 34.69   |
| Conexión n41                       | 729.340 | 0            | 763.83 | 34.49   |
| Conexión n42                       | 729.484 | 0            | 763.74 | 34.26   |

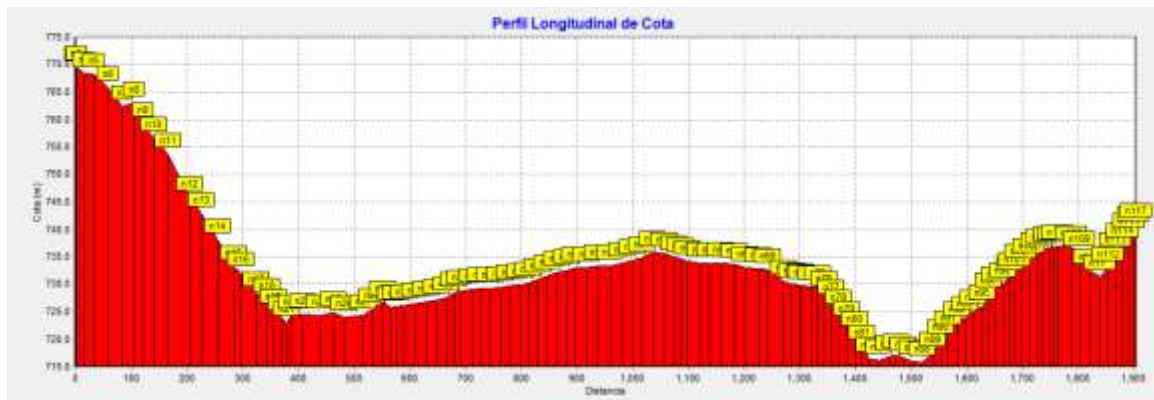
| ID Nudo      | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|--------------|---------|--------------|--------|---------|
|              | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n43 | 729.678 | 0            | 763.66 | 33.98   |
| Conexión n44 | 729.841 | 0            | 763.58 | 33.74   |
| Conexión n45 | 730.193 | 0            | 763.51 | 33.31   |
| Conexión n46 | 730.895 | 0            | 763.44 | 32.54   |
| Conexión n47 | 731.576 | 0            | 763.35 | 31.78   |
| Conexión n48 | 732.187 | 0            | 763.27 | 31.09   |
| Conexión n49 | 732.552 | 0            | 763.2  | 30.64   |
| Conexión n50 | 732.978 | 0            | 763.12 | 30.14   |
| Conexión n51 | 733.103 | 0.162        | 762.85 | 29.74   |
| Conexión n52 | 733.327 | 0            | 762.64 | 29.32   |
| Conexión n53 | 733.421 | 0            | 762.41 | 28.99   |
| Conexión n54 | 733.825 | 0            | 762.2  | 28.37   |
| Conexión n55 | 734.410 | 0            | 762.01 | 27.6    |
| Conexión n56 | 734.877 | 0            | 761.84 | 26.96   |
| Conexión n57 | 734.874 | 0            | 761.84 | 26.97   |
| Conexión n58 | 735.790 | 0            | 761.64 | 25.85   |
| Conexión n59 | 735.707 | 0            | 761.43 | 25.72   |
| Conexión n60 | 735.005 | 0            | 761.25 | 26.25   |
| Conexión n61 | 734.699 | 0.102        | 761.14 | 26.44   |
| Conexión n62 | 734.165 | 0            | 761.04 | 26.87   |
| Conexión n63 | 733.823 | 0            | 760.89 | 27.06   |
| Conexión n64 | 733.830 | 0            | 760.75 | 26.92   |
| Conexión n65 | 733.846 | 0            | 760.61 | 26.77   |
| Conexión n66 | 733.708 | 0            | 760.45 | 26.74   |
| Conexión n67 | 733.010 | 0            | 760.3  | 27.29   |
| Conexión n68 | 732.925 | 0            | 760.14 | 27.22   |
| Conexión n69 | 732.696 | 0            | 760.03 | 27.33   |
| Conexión n70 | 730.652 | 0            | 759.81 | 29.16   |
| Conexión n71 | 730.052 | 0            | 759.71 | 29.66   |
| Conexión n72 | 729.865 | 0            | 759.6  | 29.74   |
| Conexión n73 | 729.758 | 0            | 759.58 | 29.82   |
| Conexión n74 | 729.590 | 0            | 759.46 | 29.87   |
| Conexión n75 | 729.524 | 0            | 759.37 | 29.85   |
| Conexión n76 | 728.560 | 0            | 759.29 | 30.73   |
| Conexión n77 | 727.028 | 0            | 759.2  | 32.18   |
| Conexión n78 | 725.198 | 0            | 759.11 | 33.91   |
| Conexión n79 | 723.065 | 0            | 759.01 | 35.94   |
| Conexión n80 | 721.237 | 0            | 758.91 | 37.67   |
| Conexión n81 | 718.846 | 0            | 758.81 | 39.96   |

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n82  | 716.548 | 0            | 758.72 | 42.17   |
| Conexión n83  | 716.071 | 0.176        | 758.59 | 42.52   |
| Conexión n84  | 716.879 | 0            | 758.51 | 41.63   |
| Conexión n85  | 717.166 | 0            | 758.45 | 41.29   |
| Conexión n86  | 716.635 | 0            | 758.39 | 41.76   |
| Conexión n87  | 715.944 | 0            | 758.32 | 42.38   |
| Conexión n88  | 715.756 | 0            | 758.24 | 42.48   |
| Conexión n89  | 717.525 | 0            | 758.17 | 40.64   |
| Conexión n90  | 719.819 | 0            | 758.12 | 38.3    |
| Conexión n91  | 721.368 | 0            | 758.07 | 36.7    |
| Conexión n92  | 723.028 | 0            | 758.01 | 34.99   |
| Conexión n93  | 724.059 | 0            | 757.96 | 33.9    |
| Conexión n94  | 725.218 | 0            | 757.91 | 32.69   |
| Conexión n95  | 726.033 | 0            | 757.85 | 31.82   |
| Conexión n96  | 728.246 | 0            | 757.81 | 29.56   |
| Conexión n97  | 729.467 | 0            | 757.77 | 28.3    |
| Conexión n98  | 730.090 | 0            | 757.72 | 27.63   |
| Conexión n99  | 731.312 | 0            | 757.67 | 26.35   |
| Conexión n100 | 732.076 | 0.118        | 757.64 | 25.56   |
| Conexión n101 | 733.510 | 0            | 757.61 | 24.1    |
| Conexión n102 | 734.445 | 0            | 757.58 | 23.13   |
| Conexión n103 | 735.622 | 0            | 757.55 | 21.92   |
| Conexión n104 | 736.246 | 0            | 757.52 | 21.28   |
| Conexión n105 | 736.653 | 0            | 757.49 | 20.84   |
| Conexión n106 | 736.793 | 0.147        | 757.48 | 20.68   |
| Conexión n107 | 737.022 | 0            | 757.47 | 20.45   |
| Conexión n108 | 736.843 | 0            | 757.44 | 20.6    |
| Conexión n109 | 735.887 | 0            | 757.43 | 21.54   |
| Conexión n110 | 732.608 | 0            | 757.41 | 24.8    |
| Conexión n111 | 731.437 | 0            | 757.39 | 25.95   |
| Conexión n112 | 733.108 | 0            | 757.37 | 24.26   |
| Conexión n113 | 735.606 | 0            | 757.35 | 21.75   |
| Conexión n114 | 737.369 | 0            | 757.34 | 19.97   |
| Conexión n115 | 739.112 | 0            | 757.33 | 18.21   |
| Conexión n116 | 740.174 | 0            | 757.32 | 17.15   |
| Conexión n117 | 740.862 | 0.147        | 757.32 | 16.46   |

Fuente: Elaboración propia

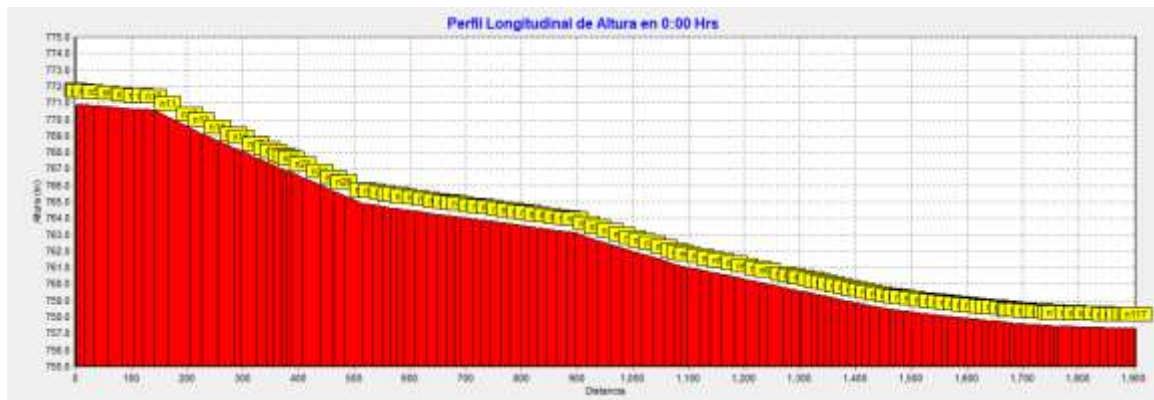
En la ilustración 10 se presenta el perfil del terreno natural observándose que presenta tres simas y dos columpios, en la ilustración 11 se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a los diferentes diámetros y caudales que se transportan, las presiones se observan en la ilustración 12, donde la mayor corresponde presiones corresponde a los columpios ubicados en los nodos 21 y 83.

Ilustración 10. Perfil del terreno natural (Tramo # 1)



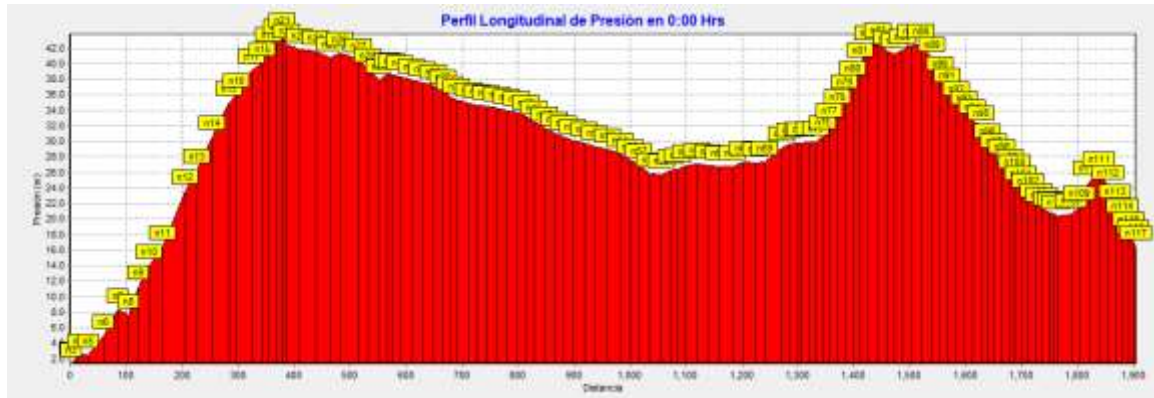
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 1)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 12. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 1)

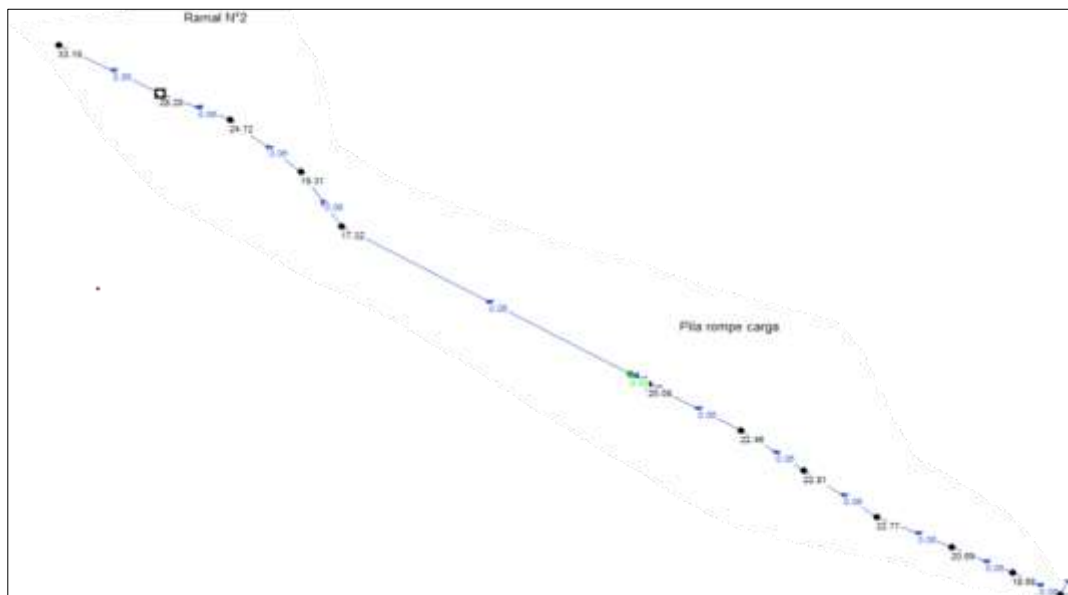


Fuente: Elaboración propia

### ➤ Tramo N° 2. Red de distribución

La topología del tramo 2 de la red de distribución tiene una longitud de 132.92 m, que corresponde a una red abierta, en este ramal estará ubicada una pila rompe carga, una válvula de aire y una válvula de limpieza, como se presenta en la ilustración 13.

Ilustración 13. Red de distribución tramo 2



Fuente: Elaboración propia

El tramo 2, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, este ramal transportará un caudal de 0.09l/s, con una velocidad de flujo de 0.06m/s, en el mismo se instalará una válvula de aire, así mismo se instalarán válvulas de limpieza debido a que las velocidades de flujo en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág 25. En la tabla 14 se presentan las características de la tubería y los parámetros hidráulicos del tramo 2, además en el anexo juego de planos en la hoja 5 se presenta la planta y perfil del tramo.

Tabla 14 Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 2)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p117 | 8.358    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p118 | 10.7     | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p119 | 13.07    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.11        |
| Tubería p120 | 13.94    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p121 | 12.21    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p122 | 16.74    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p124 | 11.6     | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p125 | 15.26    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p126 | 12.46    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Tubería p127 | 18.59    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.06      | 0.12        |
| Total        | 132.928  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones más bajas se encuentran cerca de la pila rompe carga ubicada en el nodo 123, en la zona donde se encuentran las viviendas, las presiones cumplen con la norma NTON 09007-19 pág. 29, la cual recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 15 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación del tramo 2.

Tabla 15 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 2

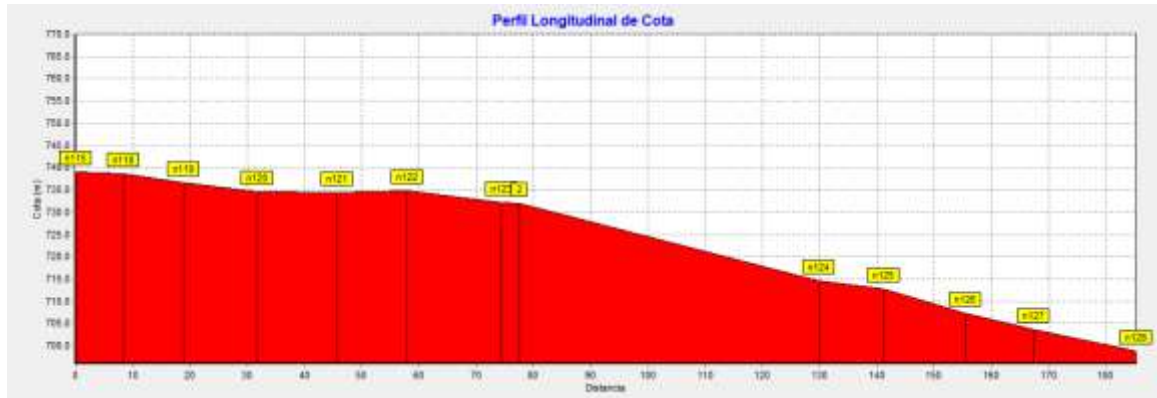
| ID Nudo       | Cota   | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|--------|--------------|--------|---------|
|               | m      | LPS          | m      | m       |
| Conexión n115 | 739.11 | 0.00         | 757.33 | 18.21   |
| Conexión n118 | 738.65 | 0.00         | 757.32 | 18.68   |
| Conexión n119 | 736.63 | 0.00         | 757.32 | 20.69   |
| Conexión n120 | 734.55 | 0.00         | 757.32 | 22.76   |
| Conexión n121 | 734.51 | 0.00         | 757.32 | 22.80   |
| Conexión n122 | 734.86 | 0.00         | 757.31 | 22.45   |
| Conexión n123 | 732.24 | 0.00         | 757.31 | 25.07   |
| Conexión n123 | 732.03 | 0.00         | 732.03 | 0.00    |
| Conexión n124 | 714.70 | 0.00         | 732.02 | 17.32   |
| Conexión n125 | 712.71 | 0.00         | 732.01 | 19.31   |
| Conexión n126 | 707.30 | 0.00         | 732.01 | 24.71   |
| Conexión n127 | 703.74 | 0.00         | 732.01 | 28.27   |
| Conexión n128 | 698.83 | 0.09         | 732.00 | 33.18   |

En la ilustración 14 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular con una cota en la parte más alta del terreno de 739.11 msnm y descendiendo hasta la cota 703.74m.

En la ilustración 15 se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a la pérdida de carga en los diferentes diámetros y caudales que transporta, así como la caja rompe cargas construidas en la línea.

Las presiones se muestran en la ilustración 16, la fluctuación drástica que ocurre al pasar por la pila rompe carga, descendiendo la presión a cero y luego iniciando el incremento de forma gradual en la medida que descienden las cotas del terreno a lo largo de la tubería.

Ilustración 14. Perfil del terreno natural (Tramo # 2)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 2)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 2)

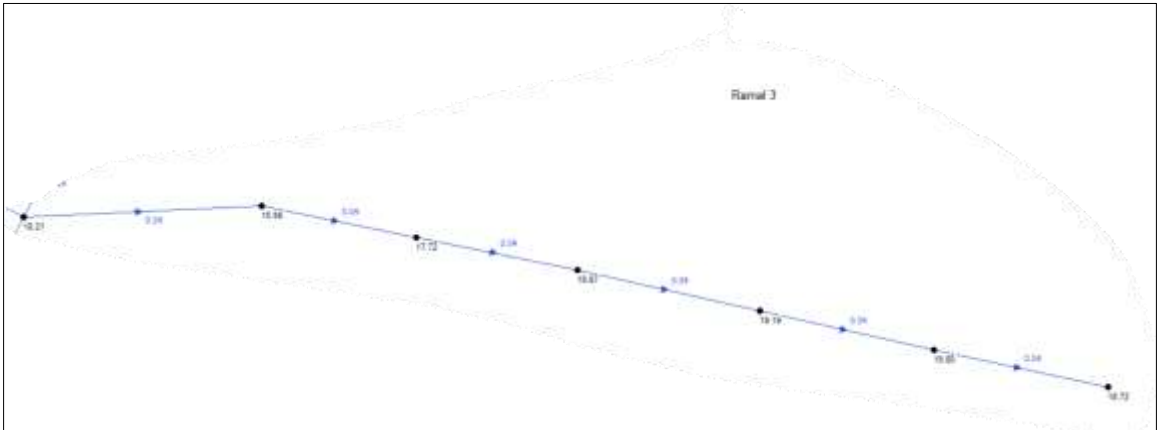


Fuente: Elaboración propia

➤ **Tamo # 3 Red de distribución**

La topología del tramo 3 de la red de distribución tiene una longitud de 82.53 m, que corresponde a una red abierta, donde se instalara una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 17.

Ilustración 17. Red de distribución tramo 3



Fuente: Elaboración propia

El tramo 3, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, este ramal transportara un caudal de 0.06 l/s, con una velocidad de flujo de 0.05 m/s, en el mismo, así mismo se instalarán válvulas de limpieza debido a que las velocidades de flujo en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág 25, la cual recomienda velocidades de flujo de 0.6 a 1.5 m/s. En la tabla 16 se presentan las características de la tubería y los parámetros hidráulicos del tramo 3, además en el anexo juego de planos en la hoja 6 se presenta la planta y perfil del tramo.

Tabla 16 Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 3)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p128 | 17.89    | 44.55    | 150       | 0.06   | 0.04      | 0.05        |
| Tubería p129 | 11.87    | 44.55    | 150       | 0.06   | 0.04      | 0.06        |
| Tubería p130 | 12.41    | 44.55    | 150       | 0.06   | 0.04      | 0.05        |
| Tubería p131 | 13.83    | 44.55    | 150       | 0.06   | 0.04      | 0.06        |

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p132 | 13.26    | 44.55    | 150       | 0.06   | 0.04      | 0.06        |
| Tubería p133 | 13.27    | 44.55    | 150       | 0.06   | 0.04      | 0.06        |
| Total        | 82.53    |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones son similares se encuentran el rango de 15.68 a 19.87 mca, las presiones cumplen con la norma NTON 09007-19 pág. 29, la cual recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 17 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación del tramo 3.

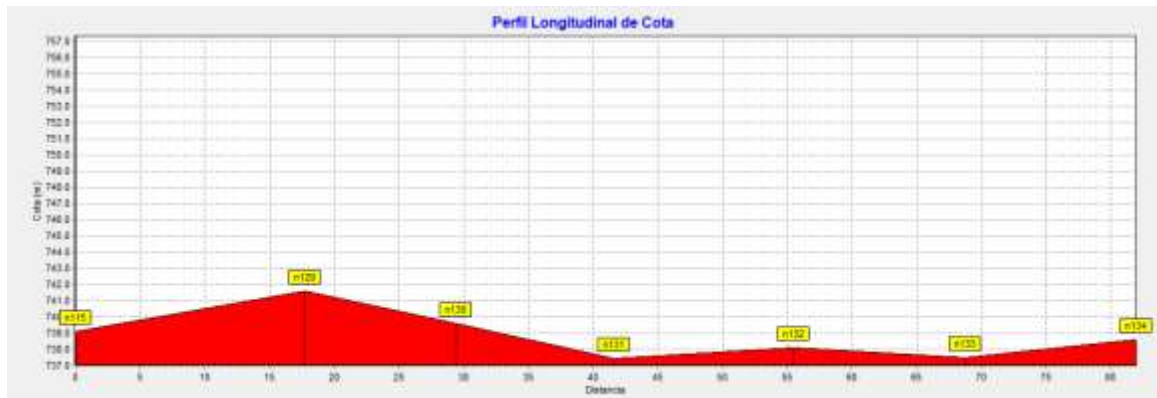
Tabla 17 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 3

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n115 | 739.112 | 0            | 757.33 | 18.21   |
| Conexión n129 | 741.641 | 0            | 757.32 | 15.68   |
| Conexión n130 | 739.606 | 0            | 757.32 | 17.72   |
| Conexión n131 | 737.452 | 0            | 757.32 | 19.87   |
| Conexión n132 | 738.129 | 0            | 757.32 | 19.19   |
| Conexión n133 | 737.526 | 0            | 757.32 | 19.79   |
| Conexión n134 | 738.603 | 0.059        | 757.32 | 18.71   |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 18 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular con una altura en la parte más alta del terreno de 741.64 msnm y descendiendo hasta la cota 737.45m, en la ilustración 19 se observa la altura piezométrica con una gradiente homogénea, que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a las diferencias de altura, diámetros y caudales que transporta. En la ilustración 20 se observa un perfil que tiene una fluctuación de presiones que asciende a 15.68 mca y luego incrementa a 19.79 mca.

Ilustración 18. Perfil del terreno natural (Tramo # 3)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 19. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 3)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 3)

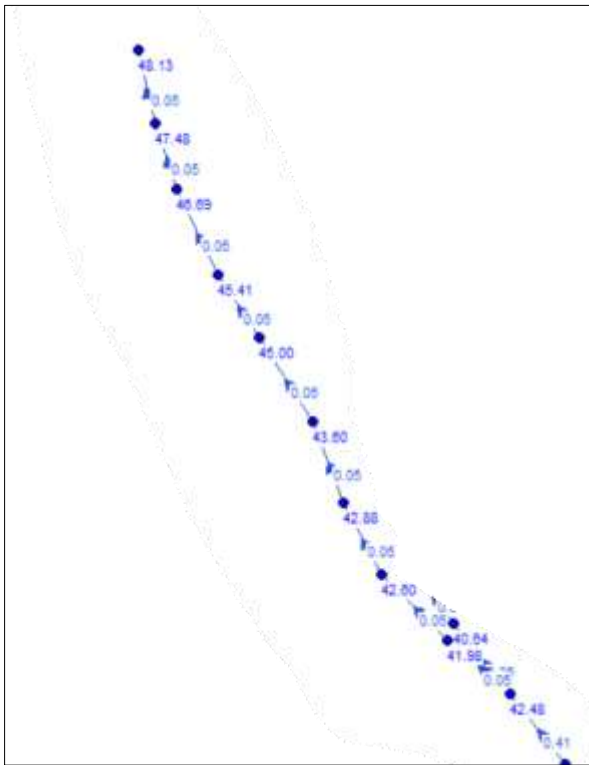


Fuente: Elaboración propia

#### Tramo # 4 red de distribución

La topología del tramo 4 de la red de distribución tiene una longitud de 157.58 m, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 21.

Ilustración 21. Red de distribución tramo 4



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 4, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 19. El tramo 4 se presenta en anexo plano 7, se presenta la planta y perfil del tramo.

Tabla 18 Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 4)

| ID Línea | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|----------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|----------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|

|              | <b>m</b> | <b>mm</b> |     | <b>LPS</b> | <b>m/s</b> | <b>m/km</b> |
|--------------|----------|-----------|-----|------------|------------|-------------|
| Tubería p134 | 17.16    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p135 | 19.42    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p136 | 16.91    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p137 | 17.96    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p138 | 20.64    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p139 | 15.76    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p140 | 19.79    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p141 | 14.05    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Tubería p142 | 15.89    | 44.55     | 150 | 0.07       | 0.05       | 0.08        |
| Total        | 157.58   |           |     |            |            |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el tramo 4 se encuentran en el rango de 41.97 mca y 48.11 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 19 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 19. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 4

| <b>ID Nudo</b> | <b>Cota</b> | <b>Demanda Base</b> | <b>Altura</b> | <b>Presión</b> |
|----------------|-------------|---------------------|---------------|----------------|
|                | <b>m</b>    | <b>LPS</b>          | <b>m</b>      | <b>m</b>       |
| Conexión n88   | 715.7565    | 0                   | 758.24        | 42.48          |
| Conexión n135  | 716.2617    | 0                   | 758.24        | 41.97          |
| Conexión n136  | 715.6379    | 0                   | 758.23        | 42.59          |
| Conexión n137  | 715.3514    | 0                   | 758.23        | 42.88          |
| Conexión n138  | 714.6321    | 0                   | 758.23        | 43.59          |
| Conexión n139  | 713.2336    | 0                   | 758.22        | 44.99          |
| Conexión n140  | 712.8181    | 0                   | 758.22        | 45.4           |
| Conexión n141  | 711.5418    | 0                   | 758.22        | 46.68          |
| Conexión n142  | 710.7451    | 0                   | 758.22        | 47.47          |
| Conexión n143  | 710.0986    | 0.073               | 758.21        | 48.11          |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 22 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular con una altura en la parte más alta del terreno de 716.26msnm y descendiendo hasta la cota 710.09, en la ilustración 23 se observa la altura piezométrica con una gradiente homogénea, que corresponde a la energía

disponible la cual va variando de acuerdo a las diferencias de altura, diámetros y caudales que transporta. En la ilustración 24 se observa un perfil que tiene una fluctuación de presiones que desciende a 41.97 y luego incrementa gradualmente.

Ilustración 22. Perfil del terreno natural (Tramo # 4)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 4)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 4)

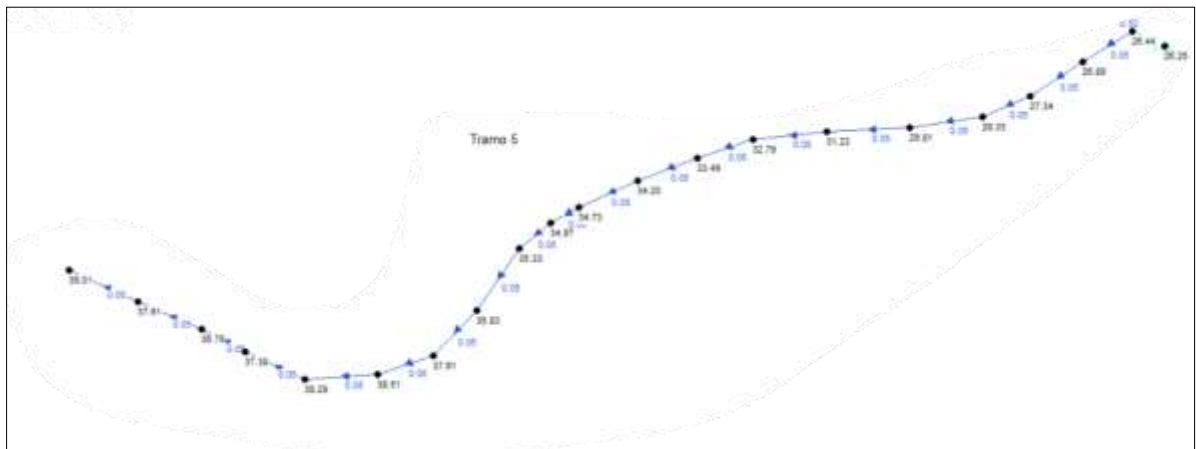


Fuente: Elaboración propia

### Tramo # 5 red de distribución

La topología del tramo 5 de la red de distribución tiene una longitud de 376.82 m, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 21.

Ilustración 25. Red de distribución tramo 5



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 5, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 20. El tramo 5 se presenta en anexo plano hoja 8, se presentará en planta y perfil del tramo.

Tabla 20. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 5)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p143 | 18.34    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p144 | 20.08    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p145 | 16.54    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p146 | 22.91    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p147 | 26.35    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p148 | 23.06    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p149 | 18.57    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p150 | 20.19    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p151 | 20.4     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p152 | 10.18    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p153 | 12.86    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p154 | 23.9     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p155 | 20.19    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p156 | 18.31    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p157 | 22.99    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p158 | 20.81    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p159 | 15.4     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p160 | 21.97    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p161 | 23.77    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Total        | 376.82   |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 5 se encuentran en el rango de 26.44 mca y 38.98 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 21 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 21. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 5

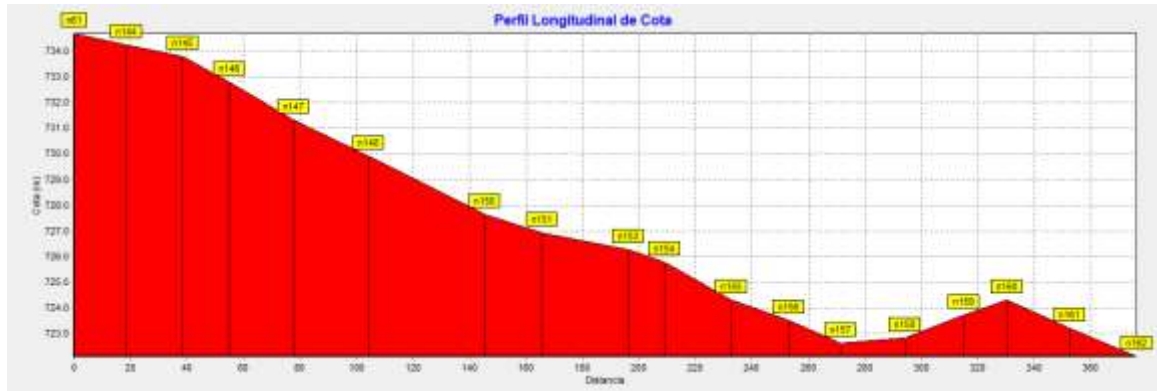
| ID Nudo       | Cota   | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|--------|--------------|--------|---------|
|               | m      | LPS          | m      | m       |
| Conexión n61  | 734.7  | 0.102        | 761.14 | 26.44   |
| Conexión n144 | 734.25 | 0            | 761.14 | 26.88   |
| Conexión n145 | 733.79 | 0            | 761.13 | 27.34   |

|               |        |       |        |       |
|---------------|--------|-------|--------|-------|
| Conexión n146 | 732.81 | 0     | 761.13 | 28.32 |
| Conexión n147 | 731.32 | 0     | 761.13 | 29.81 |
| Conexión n148 | 729.9  | 0     | 761.12 | 31.22 |
| Conexión n149 | 728.34 | 0     | 761.12 | 32.78 |
| Conexión n150 | 727.64 | 0     | 761.11 | 33.48 |
| Conexión n151 | 726.92 | 0     | 761.11 | 34.19 |
| Conexión n152 | 726.39 | 0     | 761.11 | 34.72 |
| Conexión n153 | 726.25 | 0     | 761.11 | 34.86 |
| Conexión n154 | 725.79 | 0     | 761.1  | 35.32 |
| Conexión n155 | 724.29 | 0     | 761.1  | 36.81 |
| Conexión n156 | 723.5  | 0     | 761.1  | 37.59 |
| Conexión n157 | 722.6  | 0     | 761.09 | 38.49 |
| Conexión n158 | 722.83 | 0     | 761.09 | 38.26 |
| Conexión n159 | 723.73 | 0     | 761.09 | 37.36 |
| Conexión n160 | 724.32 | 0     | 761.09 | 36.77 |
| Conexión n161 | 723.2  | 0     | 761.08 | 37.88 |
| Conexión n162 | 722.1  | 0.073 | 761.08 | 38.98 |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 26 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular con una altura en la parte más alta del terreno de 734.69msnm y descendiendo hasta la cota 722.09, en la ilustración 27 se observa la altura piezométrica con una gradiente homogénea, que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a las diferencias de altura, diámetros y caudales que transporta. En la ilustración 24 se observa un perfil que tiene una fluctuación de presiones que desciende a 26.44 y luego incrementa gradualmente.

Ilustración 26. Perfil del terreno natural (Tramo # 5)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 5)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 28. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 5)

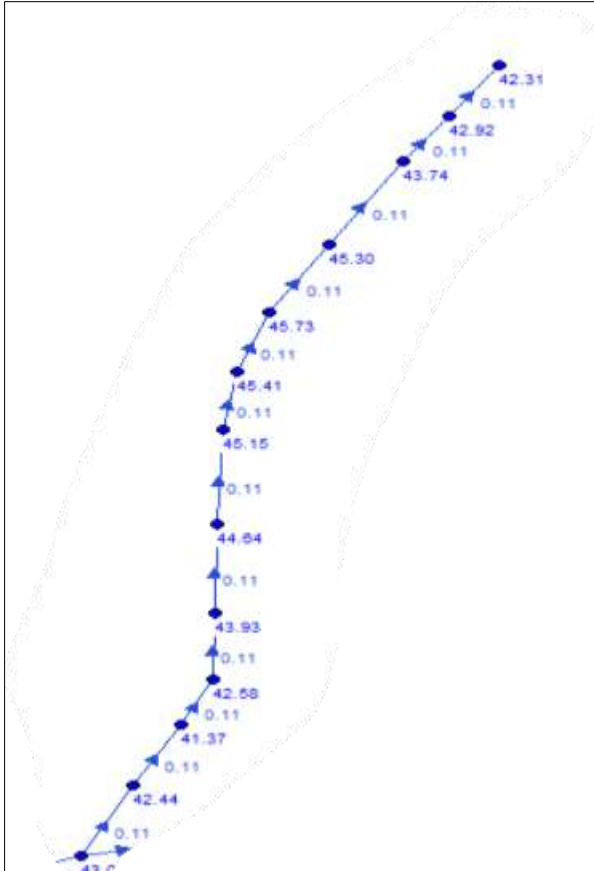


Fuente: Elaboración propia

### Tramo # 6 red de distribución

La topología del tramo de la red de distribución tiene una longitud de 195.4 m, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 29.

Ilustración 29. Red de distribución tramo 6



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 6, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág. 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 22. El tramo 6 se presenta en anexo plano 9, se presentara planta y perfil.

Tabla 22. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 6.)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p300 | 17.63    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p301 | 15.95    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p302 | 11.21    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p303 | 15.03    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.43        |
| Tubería p304 | 20.17    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p305 | 21.11    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p306 | 13.46    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.43        |
| Tubería p307 | 14.13    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p308 | 17.86    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p309 | 22.26    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p310 | 12.62    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.42        |
| Tubería p311 | 13.97    | 44.55    | 150       | 0.18   | 0.11      | 0.43        |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 6 se encuentran en el rango de 26.77 mca y 45.73 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 23 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 23.Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 6

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n65  | 733.846 | 0            | 760.61 | 26.77   |
| Conexión n301 | 722.163 | 0            | 764.61 | 42.44   |
| Conexión n302 | 723.23  | 0            | 764.6  | 41.37   |
| Conexión n303 | 722.019 | 0            | 764.59 | 42.58   |
| Conexión n304 | 720.658 | 0            | 764.59 | 43.93   |
| Conexión n305 | 719.938 | 0            | 764.58 | 44.64   |
| Conexión n306 | 719.416 | 0            | 764.57 | 45.15   |
| Conexión n307 | 719.151 | 0            | 764.56 | 45.41   |
| Conexión n308 | 718.829 | 0            | 764.56 | 45.73   |
| Conexión n309 | 719.25  | 0            | 764.55 | 45.3    |
| Conexión n310 | 720.8   | 0            | 764.54 | 43.74   |
| Conexión n311 | 721.613 | 0            | 764.54 | 42.92   |
| Conexión n312 | 722.225 | 0.176        | 764.53 | 42.31   |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 30 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular con una altura en la parte más alta del terreno de 723.2295msnm y descendiendo hasta la cota 722.09msnm, en la ilustración 31 se observa la altura piezométrica con una gradiente homogénea, que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a las diferencias de altura, diámetros y caudales que transporta. En la ilustración 32 se observa un perfil que tiene una fluctuación de presiones que desciende a 41.37 y luego incrementa gradualmente.

Ilustración 30. Perfil del terreno natural (Tramo # 6)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 6)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 32. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 6)

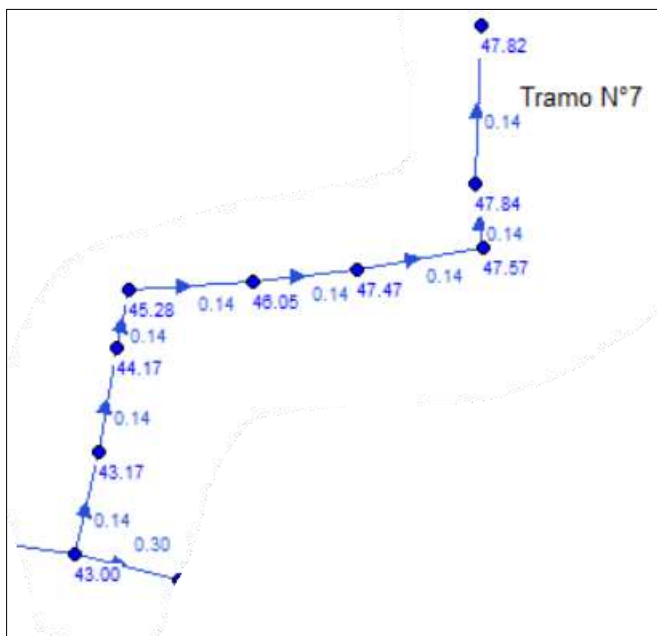


Fuente: Elaboración propia

### Tramo # 7 red de distribución

La topología del tramo de la red de distribución tiene una longitud de 135.032 m, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 33.

Ilustración 33. Red de distribución tramo 7



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 7, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág. 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la

tabla 34. El tramo 7 se presenta en anexo plano hoja 10, se presentará planta y perfil.

Tabla 24. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 7.)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p292 | 16.61    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p293 | 16.77    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p294 | 9.482    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p295 | 19.98    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p296 | 16.64    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p297 | 20.35    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p298 | 10.04    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p299 | 25.16    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Total        | 135.032  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 7 se encuentran en el rango de 47.84 mca y 43 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 25 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 25. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 7

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n169 | 721.162 | 0            | 764.17 | 43      |
| Conexión n293 | 720.989 | 0            | 764.15 | 43.17   |
| Conexión n294 | 719.974 | 0            | 764.14 | 44.17   |
| Conexión n295 | 718.855 | 0            | 764.14 | 45.28   |
| Conexión n296 | 718.072 | 0            | 764.13 | 46.05   |
| Conexión n297 | 716.646 | 0            | 764.11 | 47.47   |
| Conexión n298 | 716.532 | 0            | 764.1  | 47.57   |
| Conexión n299 | 716.25  | 0            | 764.1  | 47.84   |
| Conexión n300 | 716.264 | 0.22         | 764.08 | 47.82   |

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34. Perfil del terreno natural (Tramo # 7)



Perfil Longitudinal de Altura en 0:00 Hrs

| Distancia (Km) | Elevación (m) |
|----------------|---------------|
| 0              | 704.17        |
| 15             | 704.16        |
| 35             | 704.15        |
| 45             | 704.14        |
| 65             | 704.13        |
| 85             | 704.12        |
| 105            | 704.11        |
| 125            | 704.1         |
| 138            | 704.08        |

87

Ilustración 36. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 7)



a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 26. El tramo 8 se presenta en anexo plano hoja 11, se presentará planta y perfil.

Tabla 26. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 8)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p163 | 19.58    | 44.55    | 150       | 0.87   | 0.55      | 8.06        |
| Tubería p164 | 15.73    | 44.55    | 150       | 0.87   | 0.55      | 8.07        |
| Tubería p165 | 16.1     | 44.55    | 150       | 0.69   | 0.44      | 5.29        |
| Tubería p166 | 13       | 44.55    | 150       | 0.69   | 0.44      | 5.29        |
| Tubería p167 | 16.97    | 44.55    | 150       | 0.69   | 0.44      | 5.29        |
| Tubería p168 | 38.52    | 44.55    | 150       | 0.69   | 0.44      | 5.29        |
| Tubería p169 | 17.15    | 44.55    | 150       | 0.47   | 0.3       | 2.6         |
| Tubería p170 | 17.71    | 44.55    | 150       | 0.47   | 0.3       | 2.6         |
| Tubería p171 | 21.8     | 44.55    | 150       | 0.47   | 0.3       | 2.59        |
| Tubería p172 | 28.33    | 44.55    | 150       | 0.47   | 0.3       | 2.6         |
| Tubería p173 | 18.91    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p174 | 38.05    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p175 | 18.83    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p176 | 17.77    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.17        |
| Tubería p177 | 15.43    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p178 | 16.99    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p179 | 20.4     | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.17        |
| Tubería p180 | 19.28    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p181 | 41.85    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p182 | 21.44    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p183 | 17.53    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p184 | 19.99    | 44.55    | 150       | 0.42   | 0.27      | 2.16        |
| Tubería p185 | 19.93    | 44.55    | 150       | 0.34   | 0.22      | 1.41        |
| Tubería p186 | 12.97    | 44.55    | 150       | 0.34   | 0.22      | 1.41        |
| Tubería p187 | 14.4     | 44.55    | 150       | 0.34   | 0.22      | 1.41        |
| Tubería p188 | 14.52    | 44.55    | 150       | 0.34   | 0.22      | 1.41        |
| Tubería p189 | 19.94    | 44.55    | 150       | 0.34   | 0.22      | 1.41        |
| Tubería p190 | 16.77    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p191 | 18.45    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p192 | 17.96    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p193 | 13.21    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p194 | 13.43    | 44.55    | 150       | 0.22   | 0.14      | 0.64        |
| Tubería p195 | 17.19    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p196 | 14.53    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p197 | 13.05    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p198 | 18.44    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p199 | 16.12    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p200 | 16.22    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p202 | 16.19    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p203 | 16.54    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p204 | 11.96    | 44.55    | 150       | 0.15   | 0.09      | 0.3         |
| Tubería p205 | 18.23    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p206 | 17.04    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p207 | 18.73    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.15        |
| Tubería p208 | 11.72    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p209 | 16.58    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p210 | 18.97    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p211 | 11.57    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.15        |
| Tubería p212 | 13.14    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p213 | 20.1     | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p214 | 17.11    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p215 | 18.51    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p216 | 17.05    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p217 | 14.92    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p218 | 16.92    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p219 | 12.35    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p220 | 15.84    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p221 | 13.41    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p222 | 16.1     | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p223 | 19.15    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p224 | 21       | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p225 | 14.62    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p226 | 16.72    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p227 | 15.01    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p228 | 16.65    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p229 | 17.2     | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p230 | 23.75    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p231 | 30.41    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p232 | 16.14    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p233 | 13.52    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p234 | 15.49    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p235 | 11.87    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p236 | 14.4     | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p237 | 15.58    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p238 | 15.55    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p239 | 18.24    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p240 | 15.7     | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p241 | 13.6     | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Tubería p242 | 15.25    | 44.55    | 150       | 0.1    | 0.07      | 0.16        |
| Total        | 1401.32  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el tramo 8 se encuentran en el rango de 0.54 mca y 45.84 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo, la presión más baja se presenta en la caja rompe carga, en ese tramo se garantizara conectar las casas que están cerca antes de la caja para cumplir con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 27 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 27.Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 8

| ID Nudo       | Cota   | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|--------|--------------|--------|---------|
|               | m      | LPS          | m      | m       |
| Conexión n27  | 724.31 | 0            | 764.9  | 40.6    |
| Conexión n163 | 723.36 | 0            | 764.9  | 41.53   |
| Conexión n164 | 722.04 | 0            | 764.74 | 42.7    |
| Conexión n165 | 721.55 | 0            | 764.61 | 43.07   |
| Conexión n166 | 720.17 | 0            | 764.53 | 44.36   |
| Conexión n167 | 718.98 | 0            | 764.46 | 45.48   |
| Conexión n168 | 718.53 | 0            | 764.37 | 45.84   |
| Conexión n169 | 721.16 | 0            | 764.17 | 43      |
| Conexión n170 | 721.18 | 0            | 764.12 | 42.94   |
| Conexión n171 | 720.07 | 0            | 764.07 | 44      |
| Conexión n172 | 718.92 | 0            | 764.02 | 45.09   |
| Conexión n173 | 719.33 | 0.044        | 763.94 | 44.61   |

| ID Nudo       | Cota   | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|--------|--------------|--------|---------|
|               | m      | LPS          | m      | m       |
| Conexión n174 | 719.83 | 0            | 763.9  | 44.07   |
| Conexión n175 | 721.79 | 0            | 763.82 | 42.03   |
| Conexión n176 | 722.99 | 0            | 763.78 | 40.8    |
| Conexión n177 | 724.27 | 0            | 763.74 | 39.47   |
| Conexión n178 | 724.71 | 0            | 763.71 | 39      |
| Conexión n179 | 725.73 | 0            | 763.67 | 37.94   |
| Conexión n180 | 726.30 | 0            | 763.63 | 37.33   |
| Conexión n181 | 726.94 | 0            | 763.59 | 36.65   |
| Conexión n182 | 728.90 | 0            | 763.5  | 34.6    |
| Conexión n183 | 730.41 | 0            | 763.45 | 33.04   |
| Conexión n184 | 731.17 | 0            | 763.41 | 32.24   |
| Conexión n185 | 731.14 | 0.088        | 763.37 | 32.23   |
| Conexión n186 | 730.72 | 0            | 763.34 | 32.62   |
| Conexión n187 | 730.34 | 0            | 763.32 | 32.98   |
| Conexión n188 | 730.08 | 0            | 763.3  | 33.22   |
| Conexión n189 | 729.70 | 0            | 763.28 | 33.58   |
| Conexión n190 | 729.19 | 0            | 763.25 | 34.06   |
| Conexión n191 | 728.61 | 0            | 763.24 | 34.63   |
| Conexión n192 | 727.47 | 0            | 763.23 | 35.76   |
| Conexión n193 | 726.23 | 0            | 763.22 | 36.99   |
| Conexión n194 | 726.23 | 0            | 763.21 | 36.99   |
| Conexión n195 | 725.96 | 0            | 763.2  | 37.24   |
| Conexión n196 | 725.39 | 0            | 763.2  | 37.81   |
| Conexión n197 | 724.84 | 0            | 763.19 | 38.35   |
| Conexión n198 | 724.62 | 0            | 763.19 | 38.57   |
| Conexión n199 | 723.44 | 0            | 763.18 | 39.75   |
| Conexión n200 | 722.72 | 0            | 763.18 | 40.46   |
| Conexión n201 | 722.13 | 0            | 763.17 | 41.04   |
| Conexión n202 | 721.59 | 0            | 722.13 | 0.54    |
| Conexión n203 | 720.77 | 0            | 722.12 | 1.35    |
| Conexión n204 | 720.17 | 0            | 722.12 | 1.95    |
| Conexión n205 | 719.66 | 0.044        | 722.11 | 2.46    |
| Conexión n206 | 719.10 | 0            | 722.11 | 3.01    |
| Conexión n207 | 717.94 | 0            | 722.11 | 4.17    |
| Conexión n208 | 716.91 | 0            | 722.11 | 5.19    |
| Conexión n209 | 715.73 | 0            | 722.1  | 6.37    |
| Conexión n210 | 715.34 | 0            | 722.1  | 6.77    |
| Conexión n211 | 713.81 | 0            | 722.1  | 8.29    |

| <b>ID Nudo</b> | <b>Cota</b> | <b>Demanda Base</b> | <b>Altura</b> | <b>Presión</b> |
|----------------|-------------|---------------------|---------------|----------------|
|                | <b>m</b>    | <b>LPS</b>          | <b>m</b>      | <b>m</b>       |
| Conexión n212  | 711.98      | 0                   | 722.1         | 10.12          |
| Conexión n213  | 711.37      | 0                   | 722.09        | 10.73          |
| Conexión n214  | 711.12      | 0                   | 722.09        | 10.97          |
| Conexión n215  | 710.98      | 0                   | 722.07        | 11.09          |
| Conexión n216  | 711.05      | 0                   | 722.06        | 11.01          |
| Conexión n217  | 711.26      | 0                   | 722.04        | 10.78          |
| Conexión n218  | 711.37      | 0                   | 722.02        | 10.65          |
| Conexión n219  | 711.94      | 0                   | 722.01        | 10.06          |
| Conexión n220  | 712.38      | 0                   | 721.99        | 9.62           |
| Conexión n221  | 711.89      | 0                   | 721.98        | 10.09          |
| Conexión n222  | 712.06      | 0                   | 721.96        | 9.9            |
| Conexión n223  | 711.53      | 0                   | 721.95        | 10.42          |
| Conexión n224  | 711.00      | 0                   | 721.93        | 10.93          |
| Conexión n225  | 711.08      | 0                   | 721.91        | 10.82          |
| Conexión n226  | 710.40      | 0                   | 721.89        | 11.49          |
| Conexión n227  | 709.17      | 0                   | 721.87        | 12.7           |
| Conexión n228  | 707.34      | 0                   | 721.86        | 14.52          |
| Conexión n229  | 705.96      | 0                   | 721.84        | 15.88          |
| Conexión n230  | 704.34      | 0                   | 721.82        | 17.48          |
| Conexión n231  | 701.30      | 0                   | 721.8         | 20.5           |
| Conexión n232  | 698.10      | 0                   | 721.77        | 23.67          |
| Conexión n233  | 697.44      | 0                   | 721.75        | 24.31          |
| Conexión n234  | 696.79      | 0                   | 721.74        | 24.95          |
| Conexión n235  | 696.09      | 0                   | 721.72        | 25.64          |
| Conexión n236  | 695.56      | 0                   | 721.71        | 26.15          |
| Conexión n237  | 695.04      | 0                   | 721.7         | 26.66          |
| Conexión n238  | 694.39      | 0                   | 721.68        | 27.3           |
| Conexión n239  | 693.46      | 0                   | 721.67        | 28.2           |
| Conexión n240  | 691.92      | 0                   | 721.65        | 29.72          |
| Conexión n241  | 690.66      | 0                   | 721.63        | 30.97          |
| Conexión n242  | 690.06      | 0                   | 721.62        | 31.55          |
| Conexión n243  | 689.69      | 0.103               | 721.6         | 31.92          |

Fuente: Elaboración propia.

En la ilustración 38 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular con una altura en la parte más alta del terreno de 731.1675msnm y descendiendo hasta la cota 689.6864msnm, en la ilustración 39

se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a los diferentes diámetros y caudales que transporta y caja rompe cargas construidas en la línea, la fluctuación drástica que ocurre al pasar por la pila rompe carga, ascendiendo la presión a cero y luego inicia el incremento de forma gradual, siguiendo la gradiente de la topografía del terreno tal y como se observa en la ilustración 40.

Ilustración 38. Perfil del terreno natural (Tramo # 8)

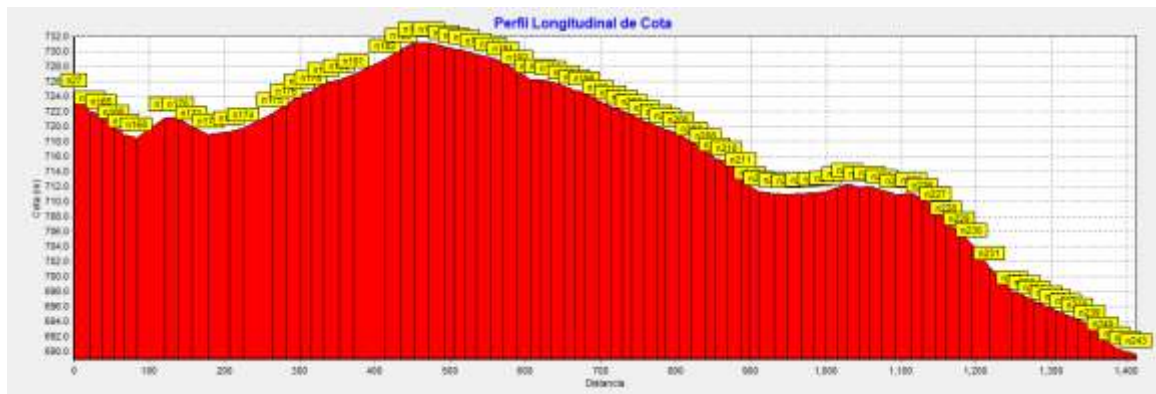


Ilustración 39. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 8)

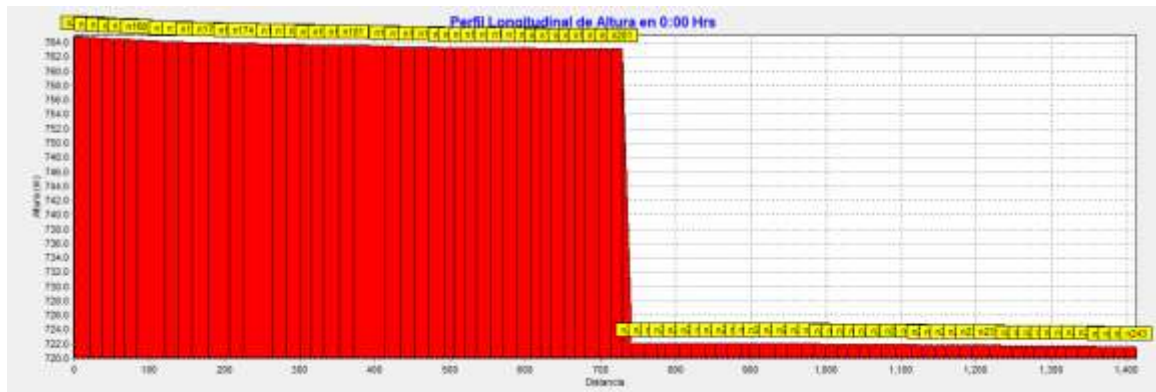
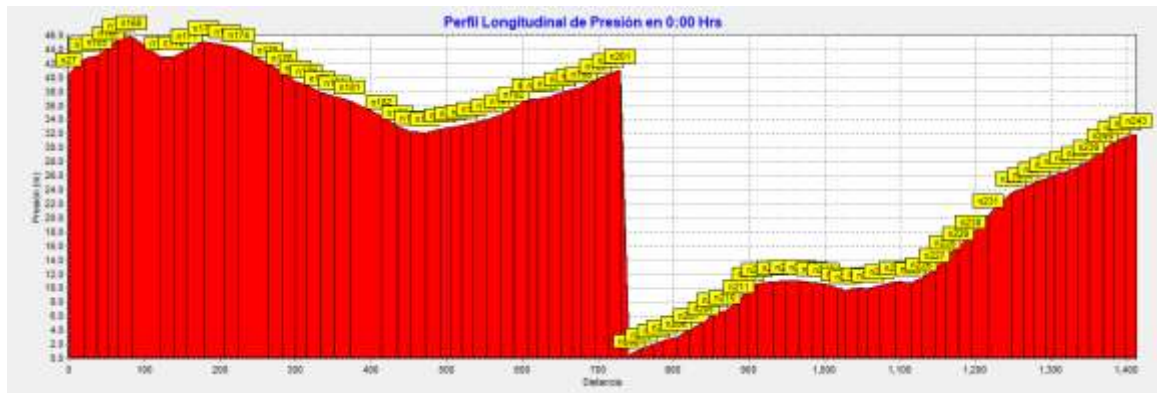


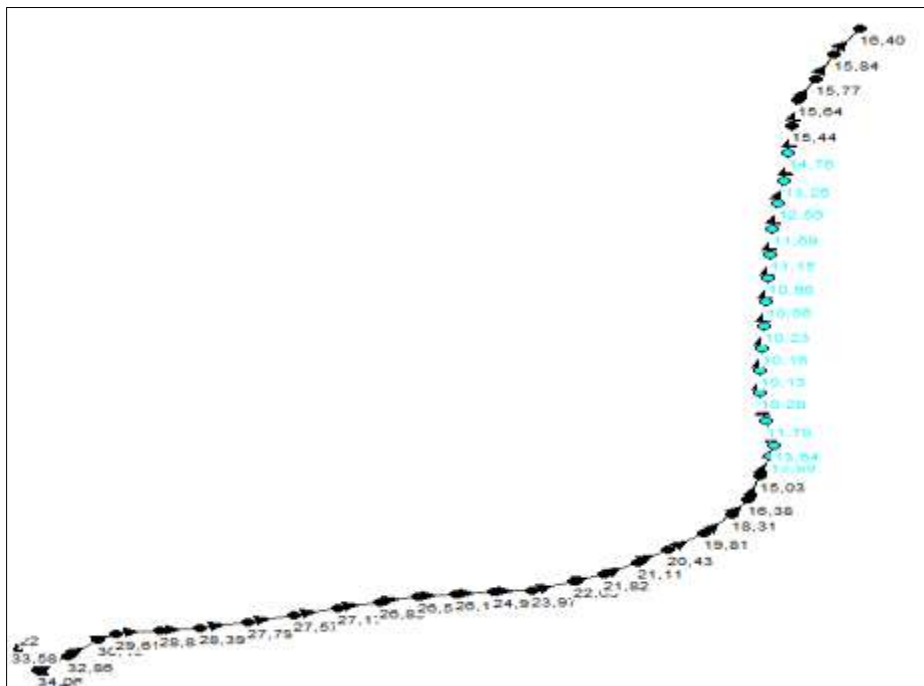
Ilustración 40. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 8)



Tramo # 9 red de distribución

La topología del tramo de la red de distribución tiene una longitud de 675.073m, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 41.

Ilustración 41. Red de distribución tramo 9



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 9, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág. 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 28. El tramo 9 se presenta en anexo plano hoja 12, se presentará en planta y perfil.

Tabla 28. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 9)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p243 | 16.08    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p244 | 16.87    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p245 | 8.394    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p246 | 18.55    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p247 | 16.52    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p248 | 20.07    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p249 | 20.12    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p250 | 19.03    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p251 | 18.04    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p252 | 15.89    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p253 | 15.84    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p254 | 16.42    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p255 | 15.87    | 44.55    | 150       | 0.12   | 0.08      | 0.20        |
| Tubería p256 | 18.86    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p257 | 13.21    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p258 | 16.22    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p259 | 15.64    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p260 | 18.47    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p261 | 18.04    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p262 | 12.94    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p263 | 17.41    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p264 | 14.72    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p265 | 8.109    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p266 | 17.74    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p267 | 20.15    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p268 | 15.51    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p269 | 16.44    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p270 | 15.82    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p271 | 16.9     | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p272 | 16.86    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p273 | 16.97    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p274 | 17.74    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p275 | 18.82    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p276 | 15.89    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p277 | 20.33    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p278 | 19.3     | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p279 | 18.27    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p280 | 17.07    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Tubería p281 | 18.74    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.02        |
| Tubería p282 | 21.21    | 44.55    | 150       | 0.03   | 0.02      | 0.01        |
| Total        | 675.073  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 9 se encuentran en el rango de 4.9 mca y 28.91 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 29 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 29.Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 9

| ID Nudo       | Cota     | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|----------|--------------|--------|---------|
|               | m        | LPS          | m      | m       |
| Conexión n190 | 729.1923 | 0            | 758.1  | 28.91   |
| Conexión n244 | 730.3913 | 0            | 758.09 | 27.7    |
| Conexión n245 | 732.777  | 0            | 758.08 | 25.3    |
| Conexión n246 | 733.6252 | 0            | 758.08 | 24.45   |
| Conexión n247 | 734.4004 | 0            | 758.06 | 23.66   |
| Conexión n248 | 734.8375 | 0            | 758.05 | 23.21   |
| Conexión n249 | 735.4297 | 0            | 758.04 | 22.61   |
| Conexión n250 | 735.6367 | 0            | 758.03 | 22.39   |
| Conexión n251 | 736.0338 | 0            | 758.01 | 21.98   |
| Conexión n252 | 736.3599 | 0            | 758    | 21.64   |
| Conexión n253 | 736.6238 | 0            | 757.99 | 21.37   |
| Conexión n254 | 737.0036 | 0            | 757.98 | 20.98   |
| Conexión n255 | 738.2319 | 0            | 757.97 | 19.74   |

| <b>ID Nudo</b> | <b>Cota</b> | <b>Demanda Base</b> | <b>Altura</b> | <b>Presión</b> |
|----------------|-------------|---------------------|---------------|----------------|
|                | <b>m</b>    | <b>LPS</b>          | <b>m</b>      | <b>m</b>       |
| Conexión n256  | 739.2039    | 0.088               | 757.96        | 18.76          |
| Conexión n257  | 740.4735    | 0                   | 757.96        | 17.48          |
| Conexión n258  | 741.349     | 0                   | 757.95        | 16.6           |
| Conexión n259  | 742.0513    | 0                   | 757.95        | 15.9           |
| Conexión n260  | 742.7355    | 0                   | 757.95        | 15.21          |
| Conexión n261  | 743.3556    | 0                   | 757.95        | 14.59          |
| Conexión n262  | 744.8535    | 0                   | 757.94        | 13.09          |
| Conexión n263  | 746.7821    | 0                   | 757.94        | 11.16          |
| Conexión n264  | 748.1309    | 0                   | 757.94        | 9.81           |
| Conexión n265  | 749.2683    | 0                   | 757.93        | 8.67           |
| Conexión n266  | 749.5123    | 0                   | 757.93        | 8.42           |
| Conexión n267  | 751.4481    | 0                   | 757.93        | 6.48           |
| Conexión n268  | 752.8686    | 0                   | 757.93        | 5.06           |
| Conexión n269  | 753.0205    | 0                   | 757.92        | 4.9            |
| Conexión n270  | 752.9901    | 0                   | 757.92        | 4.93           |
| Conexión n271  | 752.9154    | 0                   | 757.92        | 5              |
| Conexión n272  | 752.586     | 0                   | 757.92        | 5.33           |
| Conexión n273  | 752.1871    | 0                   | 757.91        | 5.73           |
| Conexión n274  | 751.9916    | 0                   | 757.91        | 5.92           |
| Conexión n275  | 751.446     | 0                   | 757.91        | 6.46           |
| Conexión n276  | 750.5746    | 0                   | 757.9         | 7.33           |
| Conexión n277  | 749.8771    | 0                   | 757.9         | 8.02           |
| Conexión n278  | 748.3721    | 0                   | 757.9         | 9.53           |
| Conexión n279  | 747.6917    | 0                   | 757.9         | 10.2           |
| Conexión n280  | 747.4946    | 0                   | 757.89        | 10.4           |
| Conexión n281  | 747.3619    | 0                   | 757.89        | 10.53          |
| Conexión n282  | 747.286     | 0                   | 757.89        | 10.6           |
| Conexión n283  | 746.7202    | 0.029               | 757.88        | 11.16          |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 42 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular que desciende 729.19msnm y asciende la parte más alta del terreno de 753.02msnm, en la ilustración 43 se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a los diferentes diámetros y caudales que transporta, en la ilustración 44 se observa una fluctuación de presiones de 34.06mca y luego baja a 10.13mca.

Ilustración 42. Perfil del terreno natural (Tramo # 9)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 9)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 44. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 9)

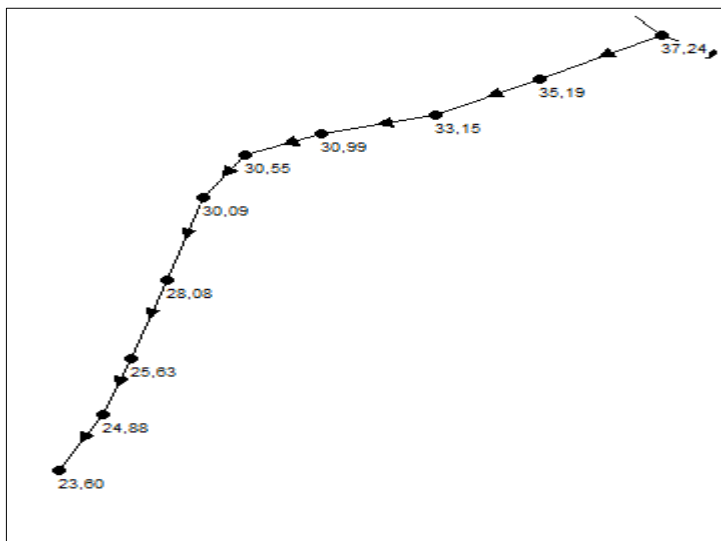


Fuente: Elaboración propia

### Tramo # 10 red de distribución

La topología del tramo de la red de distribución tiene una longitud de 126.26m, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 45.

Ilustración 45. Red de distribución tramo 10



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 10, estará compuesto por tubería PVC de 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalara una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág. 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la

tabla 30 . El tramo 10 se presenta en anexo plano hoja 13, se presentará planta y perfil.

Tabla 30.Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 10)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p283 | 17.21    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p284 | 14.53    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p285 | 14.69    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.09        |
| Tubería p286 | 10.24    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p287 | 18.5     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p288 | 13.1     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p289 | 15.4     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.09        |
| Tubería p290 | 10.89    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| Tubería p291 | 11.7     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.08        |
| <b>Total</b> | 126.26   |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 10 se encuentran en el rango de 30.09 mca y 37.24 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 31 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 31. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 10

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n195 | 725.964 | 0            | 763.2  | 37.24   |
| Conexión n284 | 728.01  | 0            | 763.2  | 35.19   |
| Conexión n285 | 730.045 | 0            | 763.2  | 33.15   |
| Conexión n286 | 732.209 | 0            | 763.19 | 30.99   |
| Conexión n287 | 732.642 | 0            | 763.19 | 30.55   |
| Conexión n288 | 733.097 | 0            | 763.19 | 30.09   |
| Conexión n289 | 735.112 | 0            | 763.19 | 28.08   |
| Conexión n290 | 737.558 | 0            | 763.19 | 25.63   |
| Conexión n291 | 738.302 | 0            | 763.18 | 24.88   |
| Conexión n292 | 739.58  | 0.073        | 763.18 | 23.6    |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 46 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular que desciende 729.1923msnm y asciende la parte más alta del terreno de 753.0204msnm, en la ilustración 47 se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a los diferentes diámetros y caudales que transporta, en la ilustración 48 se observa una fluctuación de presiones de 37.24mca y luego baja a 23.60mca.

Ilustración 46. Perfil del terreno natural (Tramo # 10)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 10)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 10)

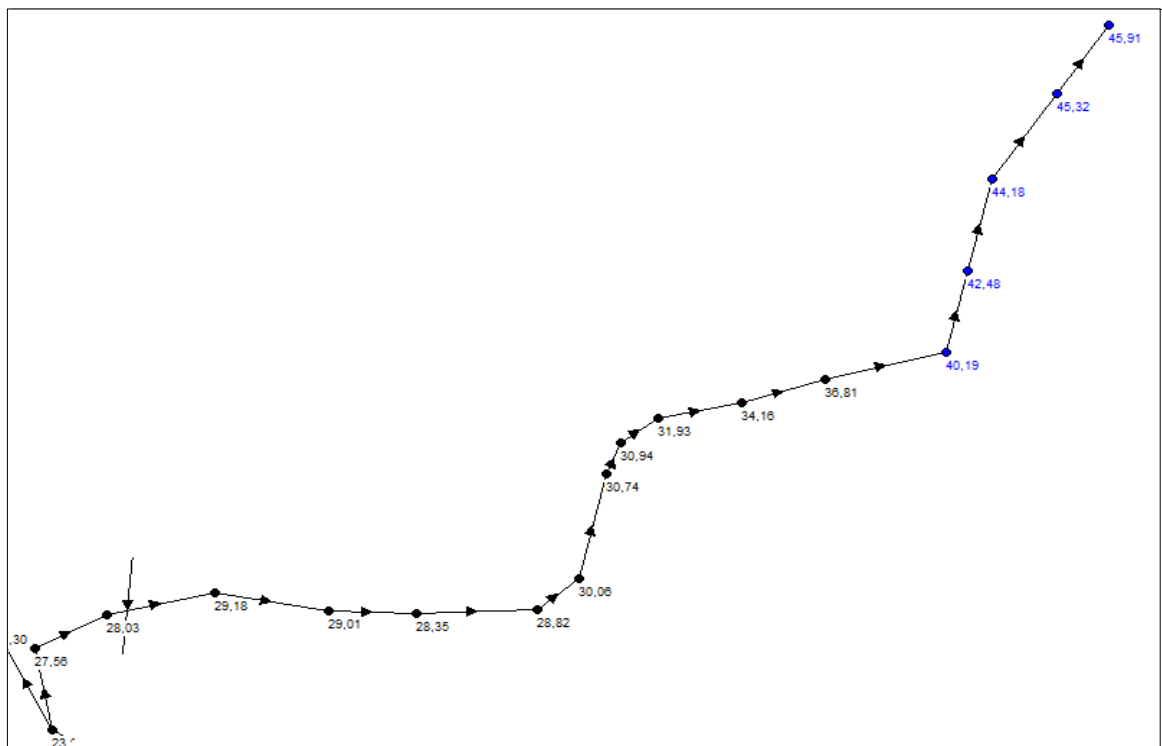


Fuente: Elaboración propia

### Tramo # 11 red de distribución

La topología del tramo de la red de distribución tiene una longitud de 255.015, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 45

Ilustración 49. Red de distribución tramo 11



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 11, estará compuesto por tubería PVC de 1.5" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág. 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 50. El tramo 11 se presenta en anexo plano hoja 11, se presentará planta y perfil.

Tabla 32. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 11)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p312 | 15.34    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p313 | 13.01    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p314 | 17.92    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p315 | 18.57    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p316 | 14.24    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p317 | 19.57    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p318 | 8.693    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p319 | 19.57    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p320 | 6.088    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p321 | 7.354    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p322 | 14.12    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p323 | 14.4     | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p324 | 20.39    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p325 | 15.08    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p326 | 17.27    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p327 | 18.48    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Tubería p328 | 14.92    | 44.55    | 150       | 0.07   | 0.05      | 0.16        |
| Total        | 255.015  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 11 se encuentran en el rango de 23.69 mca y 45.91 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca

para la zona rural. En la tabla 33, se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 33 Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 11

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n12  | 745.811 | 0            | 769.5  | 23.69   |
| Conexión n313 | 741.938 | 0            | 769.5  | 27.56   |
| Conexión n314 | 741.463 | 0            | 769.5  | 28.03   |
| Conexión n315 | 740.317 | 0            | 769.49 | 29.18   |
| Conexión n316 | 740.485 | 0            | 769.49 | 29.01   |
| Conexión n317 | 741.139 | 0            | 769.49 | 28.35   |
| Conexión n318 | 740.661 | 0            | 769.49 | 28.82   |
| Conexión n319 | 739.421 | 0            | 769.48 | 30.06   |
| Conexión n320 | 738.743 | 0            | 769.48 | 30.74   |
| Conexión n321 | 738.539 | 0            | 769.48 | 30.94   |
| Conexión n322 | 737.553 | 0            | 769.48 | 31.93   |
| Conexión n323 | 735.319 | 0            | 769.48 | 34.16   |
| Conexión n324 | 732.66  | 0            | 769.47 | 36.81   |
| Conexión n325 | 729.284 | 0            | 769.47 | 40.19   |
| Conexión n326 | 726.992 | 0            | 769.47 | 42.48   |
| Conexión n327 | 725.287 | 0            | 769.47 | 44.18   |
| Conexión n328 | 724.147 | 0            | 769.46 | 45.32   |
| Conexión n329 | 723.547 | 0.073        | 769.46 | 45.91   |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 50 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular que asciende 745.811msnm y desciende la parte más baja del terreno de 723.54msnm, en la ilustración 51 se observa la altura piezométrica con una gradiente homogénea, en la ilustración 52 se observa una fluctuación de presiones de 23.69mca y luego baja a 45.91mca.

Ilustración 50. Perfil del terreno natural (Tramo # 11)



Ilustración 51. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 11)



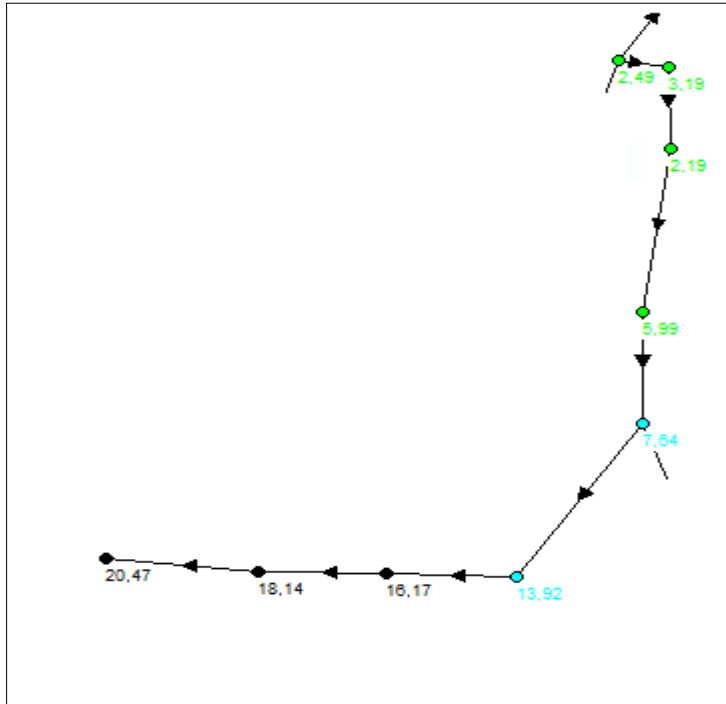
Ilustración 52. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 11)



### Tramo # 12 red de distribución

La topología del tramo de la red de distribución tiene una longitud de 255.015, que corresponde a una red abierta, en este una válvula de limpieza con su caja de protección, como se presenta en la ilustración 45

Ilustración 53. Red de distribución tramo 12



Fuente: Elaboración propia

En el tramo 12, estará compuesto por tubería PVC de 2" y 1-1/2" SDR 26, en este ramal se instalará una válvula de limpieza y las velocidades en la red no cumplen el parámetro de velocidades que manda la norma NTON 09007-19 pág. 25, debido a que los valores encontrados fueron menores de 0.6 m/s, como se observa en la tabla 34. El tramo 12 se presenta en anexo plano hoja 15, se presentará en planta y perfil.

Tabla 34. Longitud, diámetro y velocidades de la red de distribución. (Tramo # 12)

| ID Línea     | Longitud | Diámetro | Rugosidad | Caudal | Velocidad | Pérd. Unit. |
|--------------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------------|
|              | m        | mm       |           | LPS    | m/s       | m/km        |
| Tubería p329 | 6.609    | 55.7     | 150       | 0.09   | 0.04      | 0.03        |
| Tubería p330 | 12.85    | 55.7     | 150       | 0.09   | 0.04      | 0.04        |
| Tubería p331 | 25.79    | 55.7     | 150       | 0.09   | 0.04      | 0.04        |
| Tubería p332 | 17.55    | 55.7     | 150       | 0.09   | 0.04      | 0.04        |
| Tubería p333 | 29.54    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.07      | 0.12        |
| Tubería p334 | 16.97    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.07      | 0.12        |
| Tubería p335 | 16.59    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.07      | 0.12        |
| Tubería p336 | 20.01    | 44.55    | 150       | 0.09   | 0.07      | 0.12        |
| Total        | 145.909  |          |           |        |           |             |

Fuente: Elaboración propia

Las presiones en el ramal 12 se encuentran en el rango de 2.49 mca y 20.47 mca, abasteciendo eficientemente las casas en el tramo y cumpliendo con la norma NTON 09007-19 pág. 29 que recomienda presiones entre 5 mca y 50 mca para la zona rural. En la tabla 35 se presentan las alturas piezométricas y presiones encontradas en la simulación.

Tabla 35. Cota, altura piezométrica y presión del Tramo # 12

| ID Nudo       | Cota    | Demanda Base | Altura | Presión |
|---------------|---------|--------------|--------|---------|
|               | m       | LPS          | m      | m       |
| Conexión n4   | 768.4   | 0            | 770.89 | 2.49    |
| Conexión n330 | 767.7   | 0            | 770.89 | 3.19    |
| Conexión n331 | 768.7   | 0            | 770.89 | 2.19    |
| Conexión n332 | 764.9   | 0            | 770.89 | 5.99    |
| Conexión n333 | 763.245 | 0            | 770.89 | 7.64    |
| Conexión n334 | 756.961 | 0            | 770.88 | 13.92   |
| Conexión n335 | 754.711 | 0            | 770.88 | 16.17   |
| Conexión n336 | 752.731 | 0            | 770.87 | 18.14   |
| Conexión n337 | 750.396 | 0.088        | 770.87 | 20.47   |

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 54 se presenta el perfil del terreno natural observándose la topografía irregular que asciende 768.4 msnm y desciende la parte más baja del

terreno de 750.396 msnm, en la ilustración 55 se observa la altura piezométrica que corresponde a la energía disponible la cual va variando de acuerdo a los diferentes diámetros y caudales que transporta, en la ilustración 56 se observa una fluctuación de presiones de 2.49 m y luego sube de manera gradual.

Ilustración 54. Perfil del terreno natural (Tramo # 12)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 55. Perfil altura piezométrica de la red de distribución (Tramo # 12)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 56. Perfil de presiones de la red de distribución (Tramo # 12)

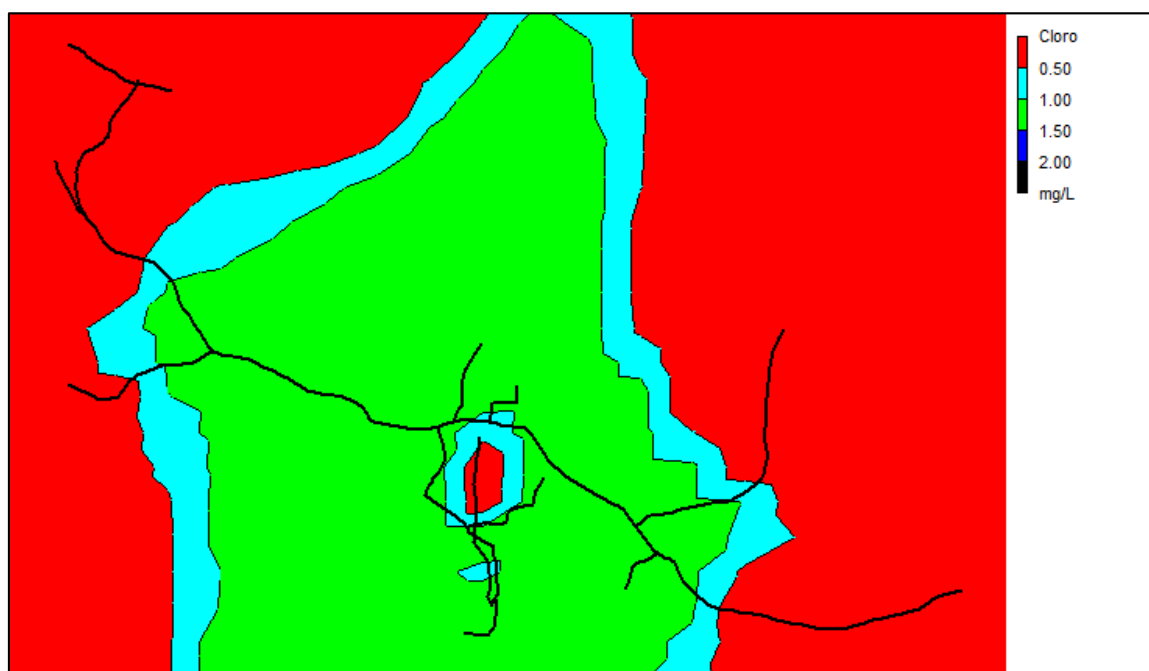


Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.20. Simulación de cloro

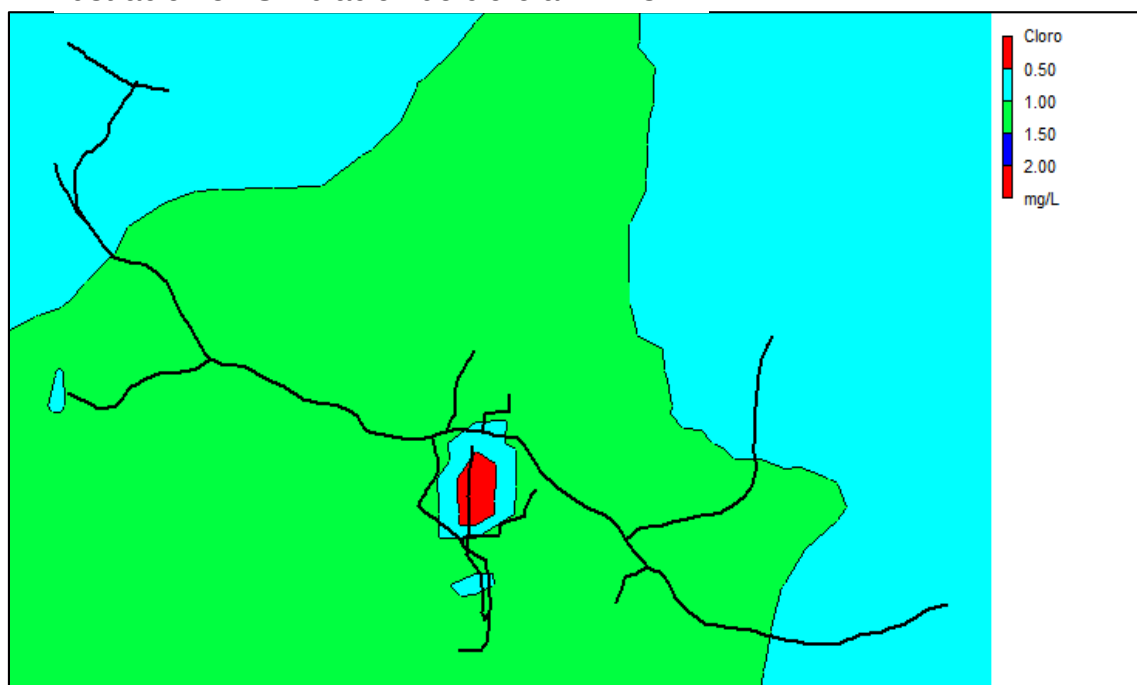
En la simulación de cloro extendida a 24 horas, se utilizó una dosis de 2 ml/l de hipoclorito de sodio concentración del 2%, observándose que a las primeras 6 horas el cloro residual alcanzó el 50% de la red y a las 12 horas alcanzó el 100% de la red, con valores que están en el rango de 0.8 mg/l a 1.48 mg/l, los cuales cumplen con los parámetros de la norma CAPRE, pág. 13, la cual recomienda valores de cloro residual entre 0.50 mg/l a 1.00 mg/l. En las ilustraciones se presentan cloro residual en diferentes periodos en la red.

Ilustración 58 Simulación de cloro a las 6 hrs



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 57 Simulación de cloro a 12 hrs



Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Presupuesto

El presupuesto para este proyecto se estima en C\$ 3, 973,032.78, conforme cotizaciones realizadas en el mes de enero del 2023.

| Componente                                   | Costo C\$           | Costo \$          |
|----------------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Línea de impulsión                           | 105,205.00          | 2,993.03          |
| Acometida eléctrica                          | 164,579.00          | 4,682.19          |
| Estación de bombeo                           | 265,070.00          | 7,541.11          |
| Sarta                                        | 86,615.00           | 2,464.15          |
| Caseta                                       | 39,852.74           | 1,133.79          |
| Cerco perimetral del pozo, con malla ciclón  | 45,306.00           | 1,288.93          |
| Cerco de alambre de púas calibre 13 estándar | 28,914.50           | 822.6             |
| Pase aéreo                                   | 173,476.50          | 4,935.32          |
| Tanque de almacenamiento 45 m <sup>3</sup>   | 478,062.50          | 13,600.64         |
| Pintura de tanque                            | 39,500.00           | 1,123.76          |
| Cercado de predio del tanque                 | 63,440.00           | 1,804.84          |
| Red de distribución                          | 814,346.00          | 23,167.74         |
| Acometidas                                   | 534,880.00          | 15,217.07         |
| Sub-total de materiales de construcción      | 2,839,247.24        | 80,775.17         |
| Mano de obra calificada                      | 993,736.54          | 27,992.58         |
| Total, general                               | <b>3,832,983.78</b> | <b>109,029.37</b> |

#### **4.7. Conclusiones**

- El 94.24% de las familias tienen ingresos menores al salario mínimo, por lo que su capacidad de pago es limitada.
- El relieve de las comunidades es escarpado es ondulado picos 757.35 msnm y hondonadas con alturas de 721 mca en re de distribución por lo que debe deben de construirse pilas rompe carga en zonas donde la presión supera los 50 m.
- El estudio fisicoquímico y bacteriológico de la fuente cumple con la norma CAPRE y las normas de ANA en lo que a calidad de agua se refiere, excepto la conductividad eléctrica que tuvo un valor ligeramente superior a lo recomendado por la norma, no obstante, este parámetro solo afecta el sabor del agua.
- La distribución de las casas es dispersa concentrándose por sector, aumenta la longitud de los diferentes tramos de la red.
- El aforo dio como resultado un caudal que supera cinco veces la demanda máxima diaria al final del periodo de diseño de este estudio.
- Algunos ramales presentaron velocidades del flujo inferiores recomendadas por la norma.
- En el tramo 2 y 8 las presiones superan el rango establecido por la norma NTON 09 007-19.
- Los planos constructivos, fueron la base para el cálculo de las cantidades de obra y el correspondiente presupuesto es de 3,832,983.78 córdobas con 78/100.

#### **4.8. Recomendaciones**

- Para garantizar la sostenibilidad del sistema debe de realizarse un fortalecimiento al comité de agua potable en el tema de administración, operación y mantenimiento del sistema.
- Elaborar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.
- Garantizar mantener un kit de herramienta y materiales para realizar actividades de operación y mantenimiento.
- En periodo de verano monitorear el nivel freático del pozo y de los pozos vecinos.
- Monitorear cloro residual mensual.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAPRE. (1994). *Normas de calidad del agua para el consumo humano*. San José: Norma Regional CAPRE Costa Rica.
- García Márquez, F. (1994). *Curso Básico de Topografía*. México, D.F: árbol editorial .
- INAA. (2006). *Guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamiento de aguas residuales*. Managua : ANA.
- INIFOM. (2006). *Manual de Presupuesto de Obras Municipales* . Managua: INIFOM, Departamento de Inversiones y Servicios Municipales.
- Jiménez, J. M. (2010). *Manual para diseño de agua potable y alcantarillado sanitario*. Veracruz.
- López Cualla , R. A. (1995). *Elementos de Diseño para Acueductos y Alcantarillados*. Colombia : Escuela Colombiana de Ingeniería.
- McCormac, J. (1998). *Topografía* . Limusa Wiley .
- MIFIC. (2019). *Diseño de sistemas de abastecimiento agua* . Managua: ANA.
- Salinas , P. J. (1993). *Metodología de la Investigación Científica*. Mérida, Venezuela: Universidad de Los Andes.
- Santiago, N. (2018). *Fórmula de presupuesto*. Amabato: Universidad Técnica de Ambato.
- Wolf , P. R., & Ghilani, C. D. (2016). *Topografía* . México, D.F. : Alfaomega .

The image features a vertical sequence of three water droplets falling from the top. The top two droplets are in mid-air, while the third is just above a pool of water, creating a series of concentric ripples. The background is a soft, out-of-focus blue. Green, elongated leaves are visible at the top corners, framing the scene. The word "ANEXOS" is centered in the middle of the image.

**ANEXOS**

## Anexo I. Presupuesto

| N°                        | Material                                                        | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario | Costo total C\$ | Costo total \$ |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------|----------|----------------|-----------------|----------------|
| <b>Línea de impulsión</b> |                                                                 |                  |          |                |                 |                |
| 1                         | Tubo PVC SDR<br>26 Ø 3"                                         | Unidad           | 70       | 1,330.00       | 93,100.00       | 2,648.65       |
| 2                         | Codo PVC 45° Ø<br>3"                                            | Unidad           | 10       | 400.00         | 4,000.00        | 113.80         |
| 3                         | Codo PVC 90° Ø<br>3"                                            | Unidad           | 2        | 400.00         | 800.00          | 22.76          |
| 4                         | Te de PVC Ø3"                                                   | Unidad           | 1        | 500.00         | 500.00          | 14.22          |
| 5                         | Adaptadores<br>Macho de Ø 3"                                    | Unidad           | 2        | 250.00         | 500.00          | 14.22          |
| 6                         | Válvula de<br>compuerta de Ø<br>3"                              | Unidad           | 1        | 2,000.00       | 2,000.00        | 56.90          |
| 7                         | Cemento                                                         | Bolsa            | 2        | 380.00         | 760.00          | 21.62          |
| 8                         | Arena                                                           | m³               | 0.15     | 800.00         | 120.00          | 3.41           |
| 9                         | Ladrillos                                                       | Unidad           | 165      | 7.00           | 1,155.00        | 32.86          |
| 10                        | Tapadera<br>metálica de 0,60<br>mts x 0,60 mts<br>con lámina de | Unidad           | 1        | 1,900.00       | 1,900.00        | 54.05          |

|                     |                                                          |        |   |                |                |          |
|---------------------|----------------------------------------------------------|--------|---|----------------|----------------|----------|
|                     | acero de 1/8",<br>marco de angular<br>de 2"*2"*1/16"     |        |   |                |                |          |
| 11                  | Candado para<br>intemperie                               | Unidad | 1 | 370.00         | 370.00         | 10.53    |
| SUBTOTAL            |                                                          |        |   |                | 105,205.0<br>0 | 2,993.03 |
|                     |                                                          |        |   |                |                |          |
| Acometida eléctrica |                                                          |        |   |                |                |          |
| 1                   | Cajas hierro<br>galvanizado 4x4"<br>Ch*16                | Unidad | 2 | 2,030.00       | 4060.00        | 115.50   |
| 2                   | Poste de<br>concreto                                     | Unidad | 1 | 40,000.00      | 40000.00       | 1137.98  |
| 3                   | Transformador                                            | Unidad | 1 | 105,000.0<br>0 | 105000.00      | 2987.20  |
| 4                   | Varilla # 3,<br>corrugado 3/8"                           | Unidad | 1 | 148.00         | 148.00         | 4.21     |
| 5                   | Soporte<br>P/aislador carrete<br>base ancha<br>romagnole | Unidad | 3 | 300.00         | 900.00         | 25.60    |
| 6                   | Aislador de<br>porcelana,<br>T/carrete 3"                | Unidad | 3 | 250.00         | 750.00         | 21.34    |

|    |                                              |        |    |          |         |        |
|----|----------------------------------------------|--------|----|----------|---------|--------|
| 7  | Alambre de aluminio #4 AWG Blanco            | m      | 2  | 150.00   | 300.00  | 8.53   |
| 8  | Varilla de remate 2 ACSR                     | Unidad | 4  | 250.00   | 1000.00 | 28.45  |
| 9  | Cable de aluminio 3x2 ACSR-120 AMP. ZJ Cable | m      | 83 | 60.00    | 4980.00 | 141.68 |
| 10 | Mufa de acometida 3/4                        | Unidad | 1  | 120.00   | 120.00  | 3.41   |
| 11 | Tubo PVC de cond. 3/4", 3m                   | Unidad | 1  | 60.00    | 60.00   | 1.71   |
| 12 | Codo PVC 3/4"                                | Unidad | 3  | 10.00    | 30.00   | 0.85   |
| 13 | Centro de carga de dos esp.125 AMP 120/240V  | Unidad | 1  | 1,080.00 | 1080.00 | 30.73  |
| 14 | Breaker 50 A                                 | Unidad | 2  | 1,000.00 | 2000.00 | 56.90  |
| 15 | Cable de cobre # 8 color verde               | m      | 2  | 65.00    | 130.00  | 3.70   |
| 16 | Conector mecánico para polo tierra           | Unidad | 1  | 35.00    | 35.00   | 1.00   |
| 17 | Varilla de cobre polo tierra 5/8"            | Unidad | 1  | 150.00   | 150.00  | 4.27   |

|                    |                                                       |                |      |           |            |          |
|--------------------|-------------------------------------------------------|----------------|------|-----------|------------|----------|
| 18                 | Cemento                                               | Bolsa          | 8    | 380.00    | 3040.00    | 86.49    |
| 19                 | Piedrín 3/4"                                          | m <sup>3</sup> | 0.5  | 920.00    | 460.00     | 13.09    |
| 20                 | Arena                                                 | m <sup>3</sup> | 0.42 | 800.00    | 336.00     | 9.56     |
| SUBTOTAL           |                                                       |                |      |           | 164,579.00 | 4,682.19 |
|                    |                                                       |                |      |           |            |          |
| Estación de bombeo |                                                       |                |      |           |            |          |
| 1                  | Motor sumergible 5HP. Franklin Electric               | Unidad         | 1    | 75,000.00 | 75000.00   | 2133.71  |
| 2                  | Bomba sumergible 5HP. Franklin Electric               | Unidad         | 1    | 45,000.00 | 45000.00   | 1280.23  |
| 3                  | Tubo HG.CD 40 galvanizado Ø 3" con camisa             | Unidad         | 6    | 11,880.00 | 71280.00   | 2027.88  |
| 4                  | Unión universal HG Ø 3"                               | Unidad         | 6    | 900.00    | 5400.00    | 153.63   |
| 5                  | Platina cuadrada de 9", con orificio de Ø 3", Esp. 1" | Unidad         | 1    | 3,400.00  | 3400.00    | 96.73    |
| 6                  | Codo HG 90° Ø 3"                                      | Unidad         | 1    | 800.00    | 800.00     | 22.76    |

|          |                                            |        |    |           |            |          |
|----------|--------------------------------------------|--------|----|-----------|------------|----------|
| 7        | Sistema de cloración (200psi) y accesorios | Unidad | 1  | 35,000.00 | 35000.00   | 995.73   |
| 8        | Panel circuito de control y mando          | Unidad | 1  | 25,000.00 | 25000.00   | 711.24   |
| 9        | Cable sumergible AWG #6                    | m      | 40 | 80.00     | 3200.00    | 91.04    |
| 10       | Tubo PVC SDR 26 Ø 3/4"                     | Unidad | 6  | 165.00    | 990.00     | 28.17    |
| SUBTOTAL |                                            |        |    |           | 265,070.00 | 7,541.11 |
|          |                                            |        |    |           |            |          |
| Sarta    |                                            |        |    |           |            |          |
| 1        | Unión Flexible tipo Dresser Ø 3"           | Unidad | 1  | 6,500.00  | 3500.00    | 99.57    |
| 2        | Válvula de aire y vacío Ø 3/4"             | Unidad | 1  | 1,400.00  | 1400.00    | 39.83    |
| 3        | Dos nipples HG de Ø 3/4", L= 0.05m         | Unidad | 2  | 150.00    | 300.00     | 8.53     |
| 4        | Válvula de pase Ø 3/4" bronce con rosca    | Unidad | 1  | 250.00    | 250.00     | 7.11     |
| 5        | Abrazadera de hierro                       | Unidad | 1  | 7,000.00  | 7000.00    | 199.15   |

|    |                                                         |        |   |          |         |        |
|----|---------------------------------------------------------|--------|---|----------|---------|--------|
|    | galvanizado Ø<br>3"a Ø 3/4".                            |        |   |          |         |        |
| 6  | Abrazadera de<br>hierro<br>galvanizado Ø<br>3"a Ø 1/2". | Unidad | 1 | 7,000.00 | 7000.00 | 199.15 |
| 7  | Nipple HG. Ø1/2"<br>L=0.05m                             | Unidad | 3 | 45.00    | 135.00  | 3.84   |
| 8  | Te HG. Ø1/2"<br>extremos<br>roscados                    | Unidad | 1 | 60.00    | 60.00   | 1.71   |
| 9  | Llave de chorro<br>de bronce Ø 1/2"                     | Unidad | 1 | 270.00   | 270.00  | 7.68   |
| 10 | Válvula de pase<br>Ø 1/2" bronce con<br>roscas          | Unidad | 1 | 370.00   | 370.00  | 10.53  |
| 11 | Reductor bushing<br>de 1/2" a 3/8"                      | Unidad | 1 | 50.00    | 50.00   | 1.42   |
| 12 | Manómetro<br>hidráulico,<br>carcasa de acero<br>200 psi | Unidad | 1 | 500.00   | 500.00  | 14.22  |
| 13 | Niple HF Ø 3"<br>L=25 cm, con sus<br>adaptadores        | Unidad | 6 | 750.00   | 4500.00 | 128.02 |

|    |                                                           |        |   |           |          |        |
|----|-----------------------------------------------------------|--------|---|-----------|----------|--------|
| 14 | Medidor de Flujo<br>Ø 3"                                  | Unidad | 1 | 12,000.00 | 12000.00 | 341.39 |
| 15 | Válvula de<br>retención Ø 3"<br>HF                        | Unidad | 1 | 9,000.00  | 9000.00  | 256.05 |
| 16 | Cruz de Ø 3" de<br>HF                                     | Unidad | 1 | 6,500.00  | 6500.00  | 184.92 |
| 17 | Válvula de<br>compuerta HF Ø<br>3"                        | Unidad | 2 | 8,500.00  | 17000.00 | 483.64 |
| 18 | Niple HF Ø 3"<br>L=10cm, con sus<br>adaptadores           | Unidad | 2 | 600.00    | 1200.00  | 34.14  |
| 19 | Reductor de Ø 3"<br>a 2"                                  | Unidad | 1 | 500.00    | 500.00   | 14.22  |
| 20 | Nipple de Ø 2",<br>con sus<br>adaptadores,<br>Long =20 cm | Unidad | 1 | 950.00    | 950.00   | 27.03  |
| 21 | Válvula de alivio<br>HF Ø 2"                              | Unidad | 1 | 6,500.00  | 6500.00  | 184.92 |
| 22 | Niple HF Ø 3"<br>L=1.40 cm, con<br>sus adaptadores        | Unidad | 1 | 1,090.00  | 1090.00  | 31.01  |
| 23 | Codo HG de<br>45°Ø 3" roscado                             | Unidad | 1 | 6,540.00  | 6540.00  | 186.06 |

|          |                           |                |      |          |           |          |
|----------|---------------------------|----------------|------|----------|-----------|----------|
| SUBTOTAL |                           |                |      |          | 86,615.00 | 2,464.15 |
|          |                           |                |      |          |           |          |
| Caseta   |                           |                |      |          |           |          |
| 1        | Piedrín 3/4               | m <sup>3</sup> | 1.35 | 920.00   | 1,242.00  | 35.33    |
| 2        | Arena                     | m <sup>3</sup> | 1.61 | 800.00   | 1,290.74  | 36.72    |
| 3        | Cemento                   | Bolsas         | 24   | 380.00   | 9,120.00  | 259.46   |
| 4        | Bloques                   | Unidad         | 155  | 35.00    | 5,425.00  | 154.34   |
| 5        | Alambre de amarre         | libras         | 10   | 37.00    | 370.00    | 10.53    |
| 6        | Acero # 2                 | qq             | 0.5  | 1,950.00 | 975.00    | 27.74    |
| 7        | Acero # 3                 | qq             | 2    | 2,070.00 | 4,140.00  | 117.78   |
| 8        | Tabla de 1"x 6" x 4 varas | Unidad         | 8    | 220.00   | 1,760.00  | 50.07    |
| 9        | Cuartón 2"X2"X 7vr        | Unidad         | 4    | 180.00   | 720.00    | 20.48    |
| 10       | Regla 1"X 3"X             | Unidad         | 3    | 160.00   | 480.00    | 13.66    |
| 11       | Clavos 2.5"               | libras         | 4    | 35.00    | 140.00    | 3.98     |
| 12       | Caja metálica 3"x3"       | Unidad         | 1    | 1,340.00 | 1,340.00  | 38.12    |
| 13       | Perlin 2"X4"              | Unidad         | 2    | 840.00   | 1,680.00  | 47.80    |
| 14       | Zinc estándar 8ft         | Laminas        | 4    | 850.00   | 3,400.00  | 96.73    |

|                                              |                                  |        |     |          |           |          |
|----------------------------------------------|----------------------------------|--------|-----|----------|-----------|----------|
| 15                                           | Golosos para Zinc                | libras | 1   | 100.00   | 100.00    | 2.84     |
| 16                                           | Puerta metálica                  | Unidad | 1   | 7,000.00 | 7,000.00  | 199.15   |
| 17                                           | Candado para la intemperie       | Unidad | 1   | 370.00   | 370.00    | 10.53    |
| 18                                           | Bisagras 4"                      | Unidad | 2   | 150.00   | 300.00    | 8.53     |
| SUBTOTAL                                     |                                  |        |     |          | 39,852.74 | 1,133.79 |
|                                              |                                  |        |     |          |           |          |
| Cercos perimetral del pozo, con malla ciclón |                                  |        |     |          |           |          |
| 1                                            | Tubo HG de 1.5" Chapa 14, long.6 | Unidad | 26  | 500.00   | 13,000.00 | 369.84   |
| 2                                            | Tubo HG de 4" Chapa 14, long 6   | Unidad | 1   | 2,000.00 | 2,000.00  | 56.90    |
| 3                                            | Malla ciclón 6ft                 | Rollo  | 1   | 3,500.00 | 3,500.00  | 99.57    |
| 4                                            | Varilla # 2                      | Unidad | 24  | 65.00    | 1,560.00  | 44.38    |
| 5                                            | Varilla # 3                      | Unidad | 3   | 148.00   | 444.00    | 12.63    |
| 6                                            | Tapón PVC 1.5 pulg               | Unidad | 22  | 30.00    | 660.00    | 18.78    |
| 7                                            | Niple HG Ø 1 pulg, Lon=5 cm      | Unidad | 6   | 250.00   | 1,500.00  | 42.67    |
| 8                                            | Bastones de acero de 1/2"        | m      | 1.9 | 300.00   | 570.00    | 16.22    |

|                                              |                                           |        |      |          |           |          |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|------|----------|-----------|----------|
| 9                                            | Niple HG de Ø 1",<br>Long=20 cm           | Unidad | 2    | 150.00   | 300.00    | 8.53     |
| 10                                           | Varilla lisa de 1/2"                      | m      | 0.45 | 100.00   | 45.00     | 1.28     |
| 11                                           | Platina de<br>8"x8"x1/4"                  | Unidad | 2    | 210.00   | 420.00    | 11.95    |
| 12                                           | Candado                                   | Unidad | 1    | 370.00   | 370.00    | 10.53    |
| 13                                           | Bisagras de 4"                            | Unidad | 4    | 95.00    | 380.00    | 10.81    |
| 14                                           | Camisa de HG 2"                           | Unidad | 2    | 250.00   | 500.00    | 14.22    |
| 15                                           | Electrodos 6013                           | kg     | 5    | 220.00   | 1,100.00  | 31.29    |
| 16                                           | Piedrín 3/4"                              | m³     | 0.6  | 920.00   | 552.00    | 15.70    |
| 17                                           | Arena                                     | m³     | 0.5  | 750.00   | 375.00    | 10.67    |
| 18                                           | Cemento                                   | Bolsa  | 9    | 370.00   | 3,330.00  | 94.74    |
| 19                                           | Alambre de puas<br>calibre 13<br>estandar | Rollo  | 1.0  | 3,500.00 | 3,500.00  | 99.57    |
| 20                                           | Mano de obra                              |        |      |          | 11,200.00 | 318.63   |
| SUBTOTAL                                     |                                           |        |      |          | 45,306.00 | 1,288.93 |
|                                              |                                           |        |      |          |           |          |
| Cerco de alambre de puas calibre 13 estandar |                                           |        |      |          |           |          |
| 1                                            | Postes de<br>concreto 3"x 4"X<br>2.5m     | Unidad | 24   | 550.00   | 13,200.00 | 375.53   |

|            |                                           |                |      |          |           |        |
|------------|-------------------------------------------|----------------|------|----------|-----------|--------|
| 2          | Alambre de puas<br>calibre 13<br>estandar | Rollos         | 3    | 3,500.00 | 10,500.00 | 298.72 |
| 3          | Piedrín 3/4"                              | m <sup>3</sup> | 0.83 | 650.00   | 539.50    | 15.35  |
| 4          | Arena                                     | m <sup>3</sup> | 0.7  | 750.00   | 525.00    | 14.94  |
| 5          | Cemento                                   |                | 11   | 350.00   | 3,850.00  | 109.53 |
| 6          | Piedra de Ø10cm                           | m <sup>3</sup> | 1    | 300.00   | 300.00    | 8.53   |
| SUBTOTAL   |                                           |                |      |          | 28,914.50 | 822.60 |
|            |                                           |                |      |          |           |        |
| Pase aéreo |                                           |                |      |          |           |        |
| 1          | Arena                                     | m <sup>3</sup> | 2.16 | 750.00   | 1,620.00  | 46.09  |
| 2          | Piedrín                                   | m <sup>3</sup> | 2.61 | 650.00   | 1,696.50  | 48.26  |
| 3          | Cemento                                   | Bolsa          | 34   | 350.00   | 11,900.00 | 338.55 |
| 4          | Acero # 4<br>estandar                     | qq             | 0.5  | 2,100.00 | 1,050.00  | 29.87  |
| 5          | Acero # 3<br>estandar                     | qq             | 1.5  | 2,000.00 | 3,000.00  | 85.35  |
| 6          | Acero # 2<br>estandar                     | qq             | 0.3  | 2,000.00 | 600.00    | 17.07  |
| 7          | Guarda cable<br>diámetro de Ø<br>1/2"     | Unidad         | 8    | 70.00    | 560.00    | 15.93  |

|    |                                                   |        |     |           |           |          |
|----|---------------------------------------------------|--------|-----|-----------|-----------|----------|
| 8  | Mordaza para diámetro de Ø 1/2"                   | Unidad | 16  | 80.00     | 1,280.00  | 36.42    |
| 9  | Tensor (0.50 cm de largo)                         | Unidad | 4   | 350.00    | 1,400.00  | 39.83    |
| 10 | Cable Tirante acero de Ø 1/2"                     | m      | 86  | 300.00    | 25,800.00 | 734.00   |
| 11 | Mordaza modificada para amarre de suspensión 1/2" | Unidad | 28  | 50.00     | 1,400.00  | 39.83    |
| 12 | Cable de suspensión Ø 3/8"                        | m      | 36  | 150.00    | 5,400.00  | 153.63   |
| 13 | Guarda cable diámetro de Ø 3/8"                   | Unidad | 28  | 50.00     | 1,400.00  | 39.83    |
| 14 | Mordaza para diámetro de Ø 3/8"                   | Unidad | 112 | 70.00     | 7,840.00  | 223.04   |
| 15 | Varilla de anclaje de long. Ø 1.5m                | Unidad | 4   | 120.00    | 480.00    | 13.66    |
| 16 | Tubo HG 40 Ø 3" con camisa                        | Unidad | 6   | 11,880.00 | 71,280.00 | 2,027.88 |
| 17 | Codos HG, 45° Ø 3"                                | Unidad | 4   | 2,000.00  | 8,000.00  | 227.60   |

| 18                                         | Unión HG, Ø 3"        | Unidad           | 6        | 1,500.00       | 9,000.00    | 256.05              |
|--------------------------------------------|-----------------------|------------------|----------|----------------|-------------|---------------------|
| 19                                         | Adaptador Macho 3"    | Unidad           | 2        | 1,500.00       | 3,000.00    | 85.35               |
| 20                                         | Tablas 1x8X7 varas    | Unidad           | 24       | 400.00         | 9,600.00    | 273.12              |
| 21                                         | Reglas 1X3X7varas     | Unidad           | 10       | 275.00         | 2,750.00    | 78.24               |
| 22                                         | Reglón de 2x2X7 varas | Unidad           | 16       | 250.00         | 4,000.00    | 113.80              |
| 23                                         | Clavos de 3"          | Libras           | 6        | 35.00          | 210.00      | 5.97                |
| 24                                         | Clavos de 2"          | Libras           | 6        | 35.00          | 210.00      | 5.97                |
| SUBTOTAL                                   |                       |                  |          |                | 173,476.50  | 4,935.32            |
|                                            |                       |                  |          |                |             |                     |
| Tanque de almacenamiento 45 m <sup>3</sup> |                       |                  |          |                |             |                     |
| N°                                         | Material              | Unidad de Medida | Cantidad | Costo Unitario | Costo total | Costo Total doalres |
| 1                                          | Piedrín 3/4"          | m <sup>3</sup>   | 18       | 650.00         | 11,700.00   | 332.86              |
| 2                                          | Arena                 | m <sup>3</sup>   | 64       | 750.00         | 48,000.00   | 1,365.58            |
| 3                                          | Cemento               | Bolsas           | 685      | 350.00         | 239,750.00  | 6,820.77            |
| 4                                          | Acero # 2             | qq               | 0.25     | 1,950.00       | 487.50      | 13.87               |

|    |                                    |        |     |          |           |          |
|----|------------------------------------|--------|-----|----------|-----------|----------|
| 5  | Acero # 3                          | qq     | 15  | 2,070.00 | 31,050.00 | 883.36   |
| 6  | Acero # 4                          | qq     | 35  | 1,980.00 | 69,300.00 | 1,971.55 |
| 7  | Alambre de amarre #18              | Libras | 150 | 35.00    | 5,250.00  | 149.36   |
| 8  | Tabla de 1"X12"X10vrs              | Unidad | 4   | 400.00   | 1,600.00  | 45.52    |
| 9  | Tabla de 1"X8"X10vrs               | Unidad | 28  | 275.00   | 7,700.00  | 219.06   |
| 10 | Tabla de 1"X8"X6vrs                | Unidad | 24  | 250.00   | 6,000.00  | 170.70   |
| 11 | Cuartón 2"X2"X7vr                  | Unidad | 30  | 325.00   | 9,750.00  | 277.38   |
| 12 | Regla 1"X 3"X 5vrs                 | Unidad | 6   | 250.00   | 1,500.00  | 42.67    |
| 13 | Clavos 3"                          | Libras | 18  | 35.00    | 630.00    | 17.92    |
| 14 | Clavos 2.5"                        | Libras | 12  | 35.00    | 420.00    | 11.95    |
| 15 | Clavos 5"                          | Libras | 5   | 35.00    | 175.00    | 4.98     |
| 16 | Ladrillo cuarterón 10" x 5" x 2.5" | Unidad | 500 | 4.00     | 2,000.00  | 56.90    |
| 17 | Codo H.G Sch-40 de 2"x 90°         | Unidad | 2   | 200.00   | 400.00    | 11.38    |

|    |                                              |        |   |          |          |        |
|----|----------------------------------------------|--------|---|----------|----------|--------|
| 18 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 2"<br>Long.=0,50 m  | Unidad | 1 | 250.00   | 250.00   | 7.11   |
| 19 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 2"<br>Long=0.25 m   | Unidad | 1 | 200.00   | 200.00   | 5.69   |
| 20 | Codo H.G Sch-<br>40 de 3"x 45°               | Unidad | 5 | 1,500.00 | 7,500.00 | 213.37 |
| 26 | Codo H.G Sch-<br>40 de 3"x 90°               | Unidad | 3 | 1,500.00 | 4,500.00 | 128.02 |
| 21 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 3" long.<br>=1.9 m  | Unidad | 2 | 800.00   | 1,600.00 | 45.52  |
| 22 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 3" long.<br>=0.5 m  | Unidad | 2 | 500.00   | 1,000.00 | 28.45  |
| 23 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 3" long.<br>=1.5 m  | Unidad | 2 | 750.00   | 1,500.00 | 42.67  |
| 24 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 3" long. =<br>0.2 m | Unidad | 3 | 350.00   | 1,050.00 | 29.87  |
| 25 | Nipple H.G Sch-<br>40 de 3" long. =<br>0.4 m | Unidad | 1 | 450.00   | 450.00   | 12.80  |

|          |                                                                                                       |        |    |          |            |           |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|----------|------------|-----------|
| 27       | Válvula de Compuerta de Bronce de 3"                                                                  | Unidad | 4  | 3,500.00 | 14,000.00  | 398.29    |
| 28       | Te H.G Sch-40 de 3"                                                                                   | Unidad | 1  | 1,200.00 | 1,200.00   | 34.14     |
| 29       | Teflón                                                                                                | Unidad | 10 | 20.00    | 200.00     | 5.69      |
| 30       | Adaptadores macho PVC de 3"                                                                           | Unidad | 4  | 200.00   | 800.00     | 22.76     |
| 31       | Tubo PVC 3" CD-26                                                                                     | Unidad | 1  | 1,200.00 | 1,200.00   | 34.14     |
| 32       | Tapadera metálica de 0,60 mts x 0,60 mts con lámina de acero de 1/8", marco de angular de 2"*2"*1/16" | Unidad | 3  | 2,000.00 | 6,000.00   | 170.70    |
| 33       | Candados de intemperie                                                                                | Unidad | 3  | 300.00   | 900.00     | 25.60     |
| SUBTOTAL |                                                                                                       |        |    |          | 478,062.50 | 13,600.64 |
|          |                                                                                                       |        |    |          |            |           |
|          | Mano de obra                                                                                          |        |    |          |            |           |
| 1        | Mano de obra calificada                                                                               |        |    |          | 167,321.88 | 4,760.22  |

|          |                                                                 |        |    |          |            |          |
|----------|-----------------------------------------------------------------|--------|----|----------|------------|----------|
|          | construcción de tanque                                          |        |    |          |            |          |
| 2        | Mano de obra no calificada construcción del tanque              |        |    |          | 71,709.38  | 2,040.10 |
| 3        | Transporte de materiales                                        |        |    |          | 71,709.38  | 2,040.10 |
| SUBTOTAL |                                                                 |        |    |          | 310,740.63 | 8,840.42 |
|          |                                                                 |        |    |          |            |          |
|          | Pintura de tanque                                               |        |    |          |            |          |
| 1        | Pintura paredes internas con pintura Epoxica = 95m <sup>2</sup> | Kit    | 10 | 2,600.00 | 26,000.00  | 739.69   |
| 2        | Sellador para pintura de paredes externas                       | Galón  | 4  | 520.00   | 2,080.00   | 59.17    |
| 3        | Pintura paredes externas =115 m <sup>2</sup>                    | Cubeta | 4  | 2,750.00 | 11,000.00  | 312.94   |
| 4        | Felpas                                                          | Unidad | 2  | 60.00    | 120.00     | 3.41     |
| 5        | Rodillo                                                         | Unidad | 2  | 90.00    | 180.00     | 5.12     |
| 6        | Bandeja para pintar                                             | Unidad | 2  | 60.00    | 120.00     | 3.41     |

|                              |                                     |                |      |          |           |          |
|------------------------------|-------------------------------------|----------------|------|----------|-----------|----------|
| 7                            | Mano de obra en pintura 3 manos     | m <sup>2</sup> | 345  | -        | -         | -        |
| SUBTOTAL                     |                                     |                |      |          | 39,500.00 | 1,123.76 |
|                              |                                     |                |      |          |           |          |
| Cercado de predio del tanque |                                     |                |      |          |           |          |
| 1                            | Tubos horizontales 1.5"<br>Chapa 14 | Unidad         | 37   | 500.00   | 18,500.00 | 526.32   |
| 2                            | Tubo de HG, 4",<br>Chapa 14         | Unidad         | 1    | 4,500.00 | 4,500.00  | 128.02   |
| 3                            | Varilla # 2                         | QQ             | 1.2  | 2,000.00 | 2,400.00  | 68.28    |
| 4                            | Varilla # 3                         | QQ             | 0.21 | 2,000.00 | 420.00    | 11.95    |
| 5                            | Tapón PVC 1.5 pulg                  | Unidad         | 26   | 45.00    | 1,170.00  | 33.29    |
| 6                            | Malla ciclón                        | Rollo          | 1    | 3,500.00 | 3,500.00  | 99.57    |
| 7                            | Niple HG Ø 1 pulg, Lon=5 cm         | Unidad         | 6    | 250.00   | 1,500.00  | 42.67    |
| 8                            | Acero de 1/2"                       | m              | 1.9  | 2,000.00 | 3,800.00  | 108.11   |
| 9                            | Niple HG de Ø 1", Long=20 cm        | Unidad         | 2    | 200.00   | 400.00    | 11.38    |
| 10                           | Varilla lisa de 1/2"                | m              | 0.45 | 250.00   | 112.50    | 3.20     |
| 11                           | Platina de 8"x8"x1/4"               | Unidad         | 2    | 120.00   | 240.00    | 6.83     |

|          |                                     |        |      |          |            |          |
|----------|-------------------------------------|--------|------|----------|------------|----------|
| 12       | Candado                             | Unidad | 1    | 300.00   | 300.00     | 8.53     |
| 13       | Bisagras para portón de 4"          | Unidad | 4    | 170.00   | 680.00     | 19.35    |
| 14       | Camisa de HG 2"                     | Unidad | 2    | 250.00   | 500.00     | 14.22    |
| 15       | Piedrín 3/4"                        | m³     | 0.85 | 650.00   | 552.50     | 15.72    |
| 16       | Arena                               | m³     | 0.7  | 750.00   | 525.00     | 14.94    |
| 17       | Cemento                             | Bolsas | 12   | 350.00   | 4,200.00   | 119.49   |
| 18       | Electrodos                          | kg     | 6    | 200.00   | 1,200.00   | 34.14    |
|          | Alambre de púas calibre 13 estandar | Rollo  | 1.00 | 3,500.00 | 3,500.00   | 99.57    |
| 19       | Mano de obra                        | ML     | 38.6 | 400.00   | 15,440.00  | 439.26   |
| SUBTOTAL |                                     |        |      |          | 63,440.00  | 1,804.84 |
|          |                                     |        |      |          |            |          |
|          | Red de distribución                 |        |      |          |            |          |
| 1        | Tubería PVC SDR 26 Ø 3"             | Unidad | 75   | 1,330.00 | 99,750.00  | 2,837.84 |
| 2        | Tubería PVC SDR 26 Ø 2"             | Unidad | 217  | 595.00   | 129,115.00 | 3,673.26 |
| 3        | Tubería PVC SDR 26 Ø 1.5"           | Unidad | 562  | 395.00   | 221,990.00 | 6,315.50 |

|    |                                 |         |     |        |           |        |
|----|---------------------------------|---------|-----|--------|-----------|--------|
| 4  | Tubería PVC<br>SDR 26 Ø 1"      | Unidad  | 45  | 220.00 | 9,900.00  | 281.65 |
| 5  | Codo Liso SCH<br>40-45°Ø 3"     | Unidad  | 25  | 400.00 | 10,000.00 | 284.50 |
| 6  | Codo LISO SCH<br>40-45°Ø 2"     | Unidad  | 45  | 400.00 | 18,000.00 | 512.09 |
| 7  | Codo LISO SCH<br>40-45°Ø 1.5"   | Unidad  | 120 | 150.00 | 18,000.00 | 512.09 |
| 8  | Codo LISO ACH<br>40-45°Ø 1"     | Unidad  | 8   | 80.00  | 640.00    | 18.21  |
| 9  | Teflón 0.5"                     | Unidad  | 30  | 20.00  | 600.00    | 17.07  |
| 10 | Pega PVC                        | Galones | 9   | 720.00 | 6,480.00  | 184.35 |
| 11 | Abrazadera PVC<br>Ø 3" a 1-1/2" | Unidad  | 6   | 500.00 | 3,000.00  | 85.35  |
| 12 | Silleta PVC Ø 3"<br>a 3/4"      | Unidad  | 2   | 450.00 | 900.00    | 25.60  |
| 13 | Adaptador<br>hembra PVC 3/4"    | Unidad  | 14  | 18.00  | 252.00    | 7.17   |
| 14 | Adaptador Macho<br>PVC Ø 1"     | Unidad  | 3   | 25.00  | 75.00     | 2.13   |
| 15 | Adaptador Macho<br>PVC Ø 1-1/2" | Unidad  | 42  | 35.00  | 1,470.00  | 41.82  |
| 16 | Adaptador Macho<br>PVC Ø 2"     | Unidad  | 2   | 50.00  | 100.00    | 2.84   |

|    |                                                         |        |    |        |          |       |
|----|---------------------------------------------------------|--------|----|--------|----------|-------|
| 17 | Adaptador Macho<br>PVC Ø 3"                             | Unidad | 2  | 250.00 | 500.00   | 14.22 |
| 18 | Adaptador macho<br>PVC Ø 3/4"                           | Unidad | 28 | 18.00  | 504.00   | 14.34 |
| 19 | Adaptadores<br>hembras PVC Ø<br>1-1/2"                  | Unidad | 2  | 80.00  | 160.00   | 4.55  |
| 20 | Adaptadores<br>hembras PVC Ø<br>3"                      | Unidad | 4  | 90.00  | 360.00   | 10.24 |
| 21 | Codo 90° PVC Ø<br>1"                                    | Unidad | 2  | 20.00  | 40.00    | 1.14  |
| 22 | Codo 90° PVC Ø<br>1-1/2"                                | Unidad | 24 | 35.00  | 840.00   | 23.90 |
| 23 | Manómetro<br>hidráulico,<br>carcasa de acero<br>200 psi | Unidad | 4  | 450.00 | 1,800.00 | 51.21 |
| 24 | Niple HG. Ø 1/2"<br>L=0.05m                             | Unidad | 4  | 120.00 | 480.00   | 13.66 |
| 25 | Reductor<br>bushing Ø 1/2" a<br>3/8"                    | Unidad | 4  | 125.00 | 500.00   | 14.22 |
| 26 | Reductor PVC Ø<br>1-1/2" a 1/2"                         | Unidad | 4  | 75.00  | 300.00   | 8.53  |

|    |                                    |        |    |           |           |        |
|----|------------------------------------|--------|----|-----------|-----------|--------|
| 27 | Reductor de Ø2"<br>a 1-1/2"        | Unidad | 6  | 80.00     | 480.00    | 13.66  |
| 28 | Reductor de Ø3"<br>a 2"            | Unidad | 1  | 150.00    | 150.00    | 4.27   |
| 29 | Reductor de Ø3"<br>a 2"            | Unidad | 1  | 180.00    | 180.00    | 5.12   |
| 30 | Reductor de PVC<br>Ø 1" a 3/4"     | Unidad | 1  | 25.00     | 25.00     | 0.71   |
| 31 | Reductor de PVC<br>Ø 1-1/2" a 3/4" | Unidad | 10 | 40.00     | 400.00    | 11.38  |
| 32 | Reductor de PVC<br>Ø 2" a 3/4"     | Unidad | 3  | 50.00     | 150.00    | 4.27   |
| 33 | Tapón roscado Ø<br>1"              | Unidad | 1  | 25.00     | 25.00     | 0.71   |
| 34 | Tapón roscado Ø<br>1-1/2"          | Unidad | 12 | 40.00     | 480.00    | 13.66  |
| 35 | Te PVC Ø 1-1/2"                    | Unidad | 7  | 75.00     | 525.00    | 14.94  |
| 36 | Te PVC Ø 2"                        | Unidad | 8  | 90.00     | 720.00    | 20.48  |
| 37 | Te PVC Ø 3"                        | Unidad | 1  | 450.00    | 450.00    | 12.80  |
| 38 | Te PVC 1"                          | Unidad | 1  | 30.00     | 30.00     | 0.85   |
| 39 | Tubería HG 40. Ø<br>1-1/2          | Unidad | 8  | 1,500.00  | 12,000.00 | 341.39 |
| 40 | Tubo HG40, Ø 3"                    | Unidad | 1  | 12,000.00 | 12,000.00 | 341.39 |

|    |                                            |        |    |           |           |          |
|----|--------------------------------------------|--------|----|-----------|-----------|----------|
| 41 | Tubo PVC 1-1/2"                            | Unidad | 3  | 395.00    | 1,185.00  | 33.71    |
| 42 | Tubo PVC SRD<br>26 Ø 3/4"                  | Unidad | 3  | 200.00    | 600.00    | 17.07    |
| 43 | Uniones HG 40.<br>Ø 1-1/2                  | Unidad | 9  | 230.00    | 2,070.00  | 58.89    |
| 44 | Válvula Ø 2"<br>Bronce                     | Unidad | 1  | 1,200.00  | 1,200.00  | 34.14    |
| 45 | Válvula Ø 3"<br>Bronce                     | Unidad | 2  | 10,500.00 | 21,000.00 | 597.44   |
| 46 | Válvula de pase<br>Ø 1/2" bronce           | Unidad | 4  | 250.00    | 1,000.00  | 28.45    |
| 47 | Válvula de pase<br>3/4" bronce             | Unidad | 14 | 350.00    | 4,900.00  | 139.40   |
| 48 | Válvula Ø 1"<br>bronce                     | Unidad | 1  | 600.00    | 600.00    | 17.07    |
| 49 | Válvula Ø 1-1/2"<br>bronce                 | Unidad | 13 | 900.00    | 11,700.00 | 332.86   |
| 50 | Válvula<br>reguladora de<br>presión Ø1-1/2 | Unidad | 2  | 6,000.00  | 12,000.00 | 341.39   |
| 51 | Válvulas de aire<br>3/4                    | Unidad | 14 | 600.00    | 8,400.00  | 238.98   |
| 52 | Tubo PVC Ø 6"<br>SDR 31                    | Unidad | 8  | 6,000.00  | 48,000.00 | 1,365.58 |

|    |                                                                                                                       |                |      |          |                |               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|----------|----------------|---------------|
| 53 | Tapón PVC Ø 6"                                                                                                        | Unidad         | 35   | 400.00   | 14,000.00      | 398.29        |
| 54 | Ladrillo cuarterón<br>10" x 5" x 2.5"                                                                                 | Unidad         | 3255 | 6.00     | 19,530.00      | 555.62        |
| 55 | Cemento                                                                                                               | Bolsas         | 35   | 350.00   | 12,250.00      | 348.51        |
| 56 | Arena                                                                                                                 | m <sup>3</sup> | 6    | 750.00   | 4,500.00       | 128.02        |
| 57 | acero refuerzo #3                                                                                                     | qq             | 5    | 2,200.00 | 11,000.00      | 312.94        |
| 58 | acero secundario<br>#2                                                                                                | qq             | 2.5  | 2,000.00 | 5,000.00       | 142.25        |
| 59 | Clavos 2.5"                                                                                                           | Libras         | 9    | 35.00    | 315.00         | 8.96          |
| 60 | Alambre de<br>amarre                                                                                                  | Libras         | 35   | 35.00    | 1,225.00       | 34.85         |
| 61 | Tapadera<br>metálica de 0,5<br>mts x 0,5 mts con<br>lámina de acero<br>de 1/8", marco de<br>angular de<br>2"*2"*1/16" | Unidad         | 35   | 2,000.00 | 70,000.00      | 1,991.47      |
| 62 | Candado para<br>intemperie                                                                                            | Unidad         | 35   | 300.00   | 10,500.00      | 298.72        |
|    |                                                                                                                       |                |      |          | 814,346.0<br>0 | 23,167.7<br>4 |
|    |                                                                                                                       |                |      |          |                |               |
|    | Acometidas                                                                                                            |                |      |          |                |               |

|    |                               |        |     |          |            |          |
|----|-------------------------------|--------|-----|----------|------------|----------|
| 1  | Abrazadera de 3" a 1/2"       | Unidad | 18  | 450.00   | 8,100.00   | 230.44   |
| 2  | Te de 2"                      | Unidad | 35  | 70.00    | 2,450.00   | 69.70    |
| 3  | Reductor de 2" a 1/2"         | Unidad | 35  | 30.00    | 1,050.00   | 29.87    |
| 4  | Te de Ø 1 1/2                 | Unidad | 112 | 60.00    | 6,720.00   | 191.18   |
| 5  | Reductor de Ø 1 1/2" a 1/2"   | Unidad | 112 | 30.00    | 3,360.00   | 95.59    |
| 6  | Tubo PVC SDR 26 Ø 1/2"        | Unidad | 330 | 150.00   | 49,500.00  | 1,408.25 |
| 7  | Codos PVC Ø 1/2" (4P/a)       | Unidad | 660 | 10.00    | 6,600.00   | 187.77   |
| 8  | Codos PVC Ø 1/2" Combinado    | Unidad | 165 | 10.00    | 1,650.00   | 46.94    |
| 9  | Adaptador macho Ø 1/2 (4p/a)  | Unidad | 660 | 10.00    | 6,600.00   | 187.77   |
| 10 | Válvula de bronce Ø 1/2       | Unidad | 165 | 200.00   | 33,000.00  | 938.83   |
| 11 | Caudalímetro (medidor)        | Unidad | 165 | 1,500.00 | 247,500.00 | 7,041.25 |
| 12 | Caja de protección de medidor | Unidad | 165 | 600.00   | 99,000.00  | 2,816.50 |

|    |                              |        |     |        |           |          |
|----|------------------------------|--------|-----|--------|-----------|----------|
| 13 | Llave de chorro<br>de bronce | Unidad | 165 | 220.00 | 36,300.00 | 1,032.72 |
| 14 | Arena                        | m3     | 10  | 750.00 | 7,500.00  | 213.37   |
| 15 | Cemento                      | Unidad | 73  | 350.00 | 25,550.00 | 726.88   |
|    |                              |        |     |        |           |          |

## Anexo II. Censo comunitario

### CENSO COMUNITARIO DE AGUA Y SANEAMIENTO, DICIEMBRE 2022

COMUNIDADES \_\_\_\_\_, MUNICIPIO YALAGUINA DEPARTAMENTO DE MADRIZ

Sistema de agua potable \_\_\_\_\_ Micro medición \_\_\_\_\_ Tarifa fija \_\_\_\_\_ tarifa por consumo \_\_\_\_\_

Costo de tarifa C\$ \_\_\_\_\_ cloración \_\_\_\_\_ Conexión \_\_\_\_\_

| N° | Nombres y apellidos responsable de Familia | Habitantes hasta 12 años |         | Habitantes 13 a más años |         | De que está construida la Vivienda | Ingreso mensual familiar C\$ |
|----|--------------------------------------------|--------------------------|---------|--------------------------|---------|------------------------------------|------------------------------|
|    |                                            | Mujeres                  | Hombres | Mujeres                  | Hombres |                                    |                              |
|    |                                            |                          |         |                          |         |                                    |                              |
|    |                                            |                          |         |                          |         |                                    |                              |
|    |                                            |                          |         |                          |         |                                    |                              |
|    |                                            |                          |         |                          |         |                                    |                              |
|    |                                            |                          |         |                          |         |                                    |                              |

| N° | Sistema de deposición de excretas |                     |                |         |        |                      | Lavado de manos, momentos claves | Estación de lavado de manos | Manejo de aguas grises       |      |                |
|----|-----------------------------------|---------------------|----------------|---------|--------|----------------------|----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------|----------------|
|    | Fosa simple                       | Arrastre hidráulico | Sanitario seco | Ninguno | Estado | Manejo de la letrina |                                  |                             | Corren por el patio o calles | Fosa | Riegan plantas |
|    |                                   |                     |                |         |        |                      |                                  |                             |                              |      |                |
|    |                                   |                     |                |         |        |                      |                                  |                             |                              |      |                |
|    |                                   |                     |                |         |        |                      |                                  |                             |                              |      |                |
|    |                                   |                     |                |         |        |                      |                                  |                             |                              |      |                |
|    |                                   |                     |                |         |        |                      |                                  |                             |                              |      |                |
|    |                                   |                     |                |         |        |                      |                                  |                             |                              |      |                |

| N° | Agua para consumo                               |             |             | Manejo de basura |                   |           |           |       | ¿De dónde se abastecen de agua? (Los que están fuera del sistema) | ¿Quién acarrea el agua? | Viajes que realizan diario | Distancia metros | Tiempo minutos |
|----|-------------------------------------------------|-------------|-------------|------------------|-------------------|-----------|-----------|-------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------|----------------|
|    | Recipiente tapado, limpio, con grifo o cucharón | De la llave | Tratamiento | Queman           | Botan en el patio | Vertedero | Entierran | Abono |                                                                   |                         |                            |                  |                |
|    |                                                 |             |             |                  |                   |           |           |       |                                                                   |                         |                            |                  |                |
|    |                                                 |             |             |                  |                   |           |           |       |                                                                   |                         |                            |                  |                |
|    |                                                 |             |             |                  |                   |           |           |       |                                                                   |                         |                            |                  |                |
|    |                                                 |             |             |                  |                   |           |           |       |                                                                   |                         |                            |                  |                |
|    |                                                 |             |             |                  |                   |           |           |       |                                                                   |                         |                            |                  |                |
|    |                                                 |             |             |                  |                   |           |           |       |                                                                   |                         |                            |                  |                |

| Nº | ¿Sabe qué es un CAPS? | Conoce la fuente de agua del Sistema | En que puede apoyar para proteger la fuente de agua del sistema |
|----|-----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |
|    |                       |                                      |                                                                 |

Encuestador(a): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

### **Anexo III. Diámetros de columna de bombeo en relación al caudal**

| Diámetro de columna de bombeo mm | Caudal de bombeo L/s |
|----------------------------------|----------------------|
| 75                               | 3,15                 |
| 100                              | 6,3                  |
| 150                              | 37,8                 |
| 200                              | 75,7                 |

## Anexo V. Análisis físico-químico y bacteriológico




**Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI**  
 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
 Universidad Nacional de Ingeniería  
 Managua, Nicaragua

**CERTIFICADO DE ENSAYOS**
MB-2109-0164  
PIP-TA-1

|                 |  |                              |                       |                 |
|-----------------|--|------------------------------|-----------------------|-----------------|
| <b>CLIENTE</b>  |  | <b>DIRECCIÓN</b>             |                       | <b>TELÉFONO</b> |
| FEDICAMP        |  | Estel                        |                       | NR              |
| <b>ATENCIÓN</b> |  | <b>CARGO</b>                 | <b>EMAIL</b>          | <b>CELULAR</b>  |
| Freddy Alfaro   |  | Asesor en agua y saneamiento | falfarostel@gmail.com | 8617-6007       |

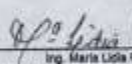
| DATOS DE LA MUESTRA         |                       | CONTROL DEL LABORATORIO  |              | Rango o valor máximo permisible recomendado |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|---------------------------------------------|
| Fecha y Hora de recolección | 21/09/2021 ; 08:30 am | Ingreso de muestra       | 21/09/2021   |                                             |
| Fuente                      | Pozo Perforado        | Inicio de análisis       | 21/09/2021   |                                             |
| Tipo de muestra             | Agua Subterránea      | Finalización de análisis | 24/09/2021   |                                             |
| Ubicación de la fuente      | Chagüita              | Emisión del certificado  | 20/09/2021   |                                             |
| Coordenadas                 | NR                    | No. Cadena de custodia   | 4843         |                                             |
| Recolectada por             | Freddy Alfaro         | Código de muestra        | LA-2109-1379 |                                             |
| Supervisor en campo         | Freddy Alfaro         | Muestra No.              | Dos (02)     |                                             |

| METODO<br>SM // EPA | ENSAYO REALIZADO | UNIDAD    | RESULTADOS | Norma CAPRE* |
|---------------------|------------------|-----------|------------|--------------|
| 9221-B              | Coliforme Total  | NMP/100mL | 33.0       | Negativo     |
| 9221-E              | Coliforme Fecal  | NMP/100mL | 33.0       | Negativo     |

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 Abreviaturas y símbolos: < menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro; NR= No Reporta  
 Métodos, Normas y/o Decretos empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017  
 EPA = Environmental Protection Agency. \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano; Norma Regional CAPRE

**OBSERVACIONES:** La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

  
 Ing. María Lidia Gómez  
 Coordinadora de Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI



Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente. El laboratorio garantiza la confiabilidad e imparcialidad del informe.

001970

---

Dirección: Av. Universitaria, frente a la escuela de danza, Recinto Universitario Simón Bolívar. Contactos: Director: 2278-1462 ; Atención al Cliente: 2270-1517/8152-7314 (T), Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (T) • e-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni, Web: www.piensa.uni.edu.ni

*Chaguita*

CERTIFICADO DE ENSAYOS

FQAN-2108-0145

|                             |                         |                              |                     |                                             |
|-----------------------------|-------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|
| CLIENTE                     |                         | DIRECCIÓN                    |                     | TELÉFONO                                    |
| FEDICAMP                    |                         | Estelí                       |                     | NR                                          |
| ATENCIÓN                    |                         | CARGO                        | EMAIL               | CELULAR                                     |
| Freddy Alfaro               |                         | Asesor en Agua y Saneamiento | famrestel@gmail.com | 8617-6007                                   |
| DATOS DE LA MUESTRA         |                         | CONTROL DEL LABORATORIO      |                     |                                             |
| Fecha y Hora de recolección | 19/08/2021, 4:45 p.m.   | Ingreso de muestra           | 20/08/2021          | Rango o valor máximo permisible recomendado |
| Fuente                      | P.P. Chaguita           | Inicio de análisis           | 20/08/2021          |                                             |
| Tipo de muestra             | Agua Subterránea        | Finalización de análisis     | 30/08/2021          |                                             |
| Ubicación de la fuente      | Yalaguina               | Emisión del certificado      | 31/08/2021          |                                             |
| Coordenadas                 | NR                      | No. Cadena de custodia       | 4708                |                                             |
| Recolectada por             | Freddy Alfaro           | Código de muestra            | LA-2108-1236        |                                             |
| Supervisor en campo         | Freddy Alfaro           | Muestra No.                  | Uno (1)             |                                             |
| METODO SM // EPA// HACH     | ENSAYO REALIZADO        | UNIDAD                       | RESULTADOS          | Norma CAPRE*                                |
| Visual                      | Aspecto                 | NE                           | Clara               | NE                                          |
| 4500-B                      | Potencial de Hidrógeno  | pH                           | 7.82                | 6.5 - 8.5**                                 |
| 2510-B                      | Conductividad Eléctrica | µS/cm                        | 768.00              | 400**                                       |
| 2130-B                      | Turbiedad               | UNT                          | 0.151               | 5                                           |
| 2120-C                      | Color Verdadero         | mg/L (Pt-Co)                 | 4.00                | 15                                          |
| 2320-B                      | Alcalinidad             | mg/L CaCO <sub>3</sub>       | 367.20              | NE                                          |
| 2320-B                      | Carbonatos              | mg/L CaCO <sub>3</sub>       | <0.40               | NE                                          |
| 2320-B                      | Bicarbonatos            | mg/L CaCO <sub>3</sub>       | 367.20              | NE                                          |
| 4500-B                      | Nitratos                | mg/L                         | 25.20               | 50                                          |
| 4500-B                      | Nitritos                | mg/L                         | <0.003              | 0.1                                         |
| 4500-D                      | Cloruros                | mg/L                         | 25.10               | 250                                         |
| 3500-B                      | Hierro Total            | mg/L                         | <0.006              | 0.3                                         |
| 4500-E                      | Sulfatos                | mg/L                         | 14.13               | 250                                         |
| 2340-C                      | Dureza Total            | mg/L CaCO <sub>3</sub>       | 302.16              | 400**                                       |
| 2340-C                      | Dureza Cálcica          | mg/L CaCO <sub>3</sub>       | 218.00              | NE                                          |
| 3500-B                      | Calcio                  | mg/L                         | 87.37               | 100**                                       |
| 3500-B                      | Magnesio                | mg/L                         | 20.45               | 50                                          |
| 8149                        | Manganeso               | mg/L                         | <0.006              | 0.5                                         |
| 3500-X                      | Sodio                   | mg/L                         | 38.35               | 200                                         |
| 3500-C                      | Potasio                 | mg/L                         | 3.39                | 10                                          |
| 4500-C                      | Fluor                   | mg/L                         | 0.396               | 0.7                                         |

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva. Abreviaturas y símbolos: < menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta. Métodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017, HACH: Metodología HACH. EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano: Norma Regional CAPRE \*\*Valor Recomendado

**OBSERVACIONES:** La muestra fue recolectada, conservada e ingresada al laboratorio por el cliente. Los resultados reportados corresponden a los datos reportados por el cliente.

*Dr. María Lina Gómez*  
Coordinadora de Laboratorios Ambientales  
PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados es de uso exclusivo del cliente. El laboratorio garantiza la confiabilidad e imparcialidad del informe.

001790

Dirección: Av. Universitaria, frente a la escuela de danza, Recinto Universitario Simón Bolívar. Contactos: Director: 2278-1462; Atención al Cliente: 2270-1517/8152-7314 (T), Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (T) • e-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni, Web: www.piensa.uni.edu.ni



**Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI**  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Universidad Nacional de Ingeniería  
Managua, Nicaragua

LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

MP-2108-0179

PRO-7.8.2.1

|                             |                     |                              |                     |                                               |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|
| CLIENTE                     |                     | DIRECCIÓN                    |                     | TELÉFONO                                      |
| FEDICAMP                    |                     | Estad                        |                     | NR                                            |
| ATENCIÓN                    |                     | CARGO                        | EMAIL               | CELULAR                                       |
| Freddy Alfaro               |                     | Asesor en Agua y Saneamiento | famesteli@gmail.com | 8817-8007                                     |
| DATOS DE LA MUESTRA         |                     | CONTROL DEL LABORATORIO      |                     |                                               |
| Fecha y Hora de recolección | 19/08/2021; 4:45 pm | Ingreso de muestra           | 20/08/2021          | Rango o valor máximo permisible o recomendado |
| Fuente                      | P.P. Chagüite       | Inicio de análisis           | 24/08/2021          |                                               |
| Tipo de muestra             | Agua Subterránea    | Finalización de análisis     | 24/08/2021          |                                               |
| Ubicación de la fuente      | Yalagüita           | Emisión del certificado      | 31/08/2021          |                                               |
| Coordenadas                 | NR                  | No. Cadena de custodia       | 4758                |                                               |
| Recolectada por             | Freddy Alfaro       | Código de muestra            | LA-2108-1236        | Norma CAPRE*                                  |
| Supervisor en campo         | Freddy Alfaro       | Muestra No.                  | Uno (01)            |                                               |
| METODO<br>SM / EPA          | ENSAYO REALIZADO    | UNIDAD                       | RESULTADOS          |                                               |
| G.H                         | Aséptico            | mg/L                         | 0.007               | 0.01                                          |

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
Abreviaturas y símbolos: < menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro, NR= No Reporte.  
Métodos, Normas y/o Decretos empleados: SM = Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater 23 RD 2017  
EPA = Environmental Protection Agency, \* Normas de Calidad del Agua Para Consumo Humano, Norma Regional CAPRE.  
G.H: Generador de Hidruros, Utilizando ARSENIATOR

OBSERVACIONES: La muestra fue recolectada, custodiada e ingresada al laboratorio por el cliente.

Los resultados reportados corresponden a los resultados obtenidos por el cliente

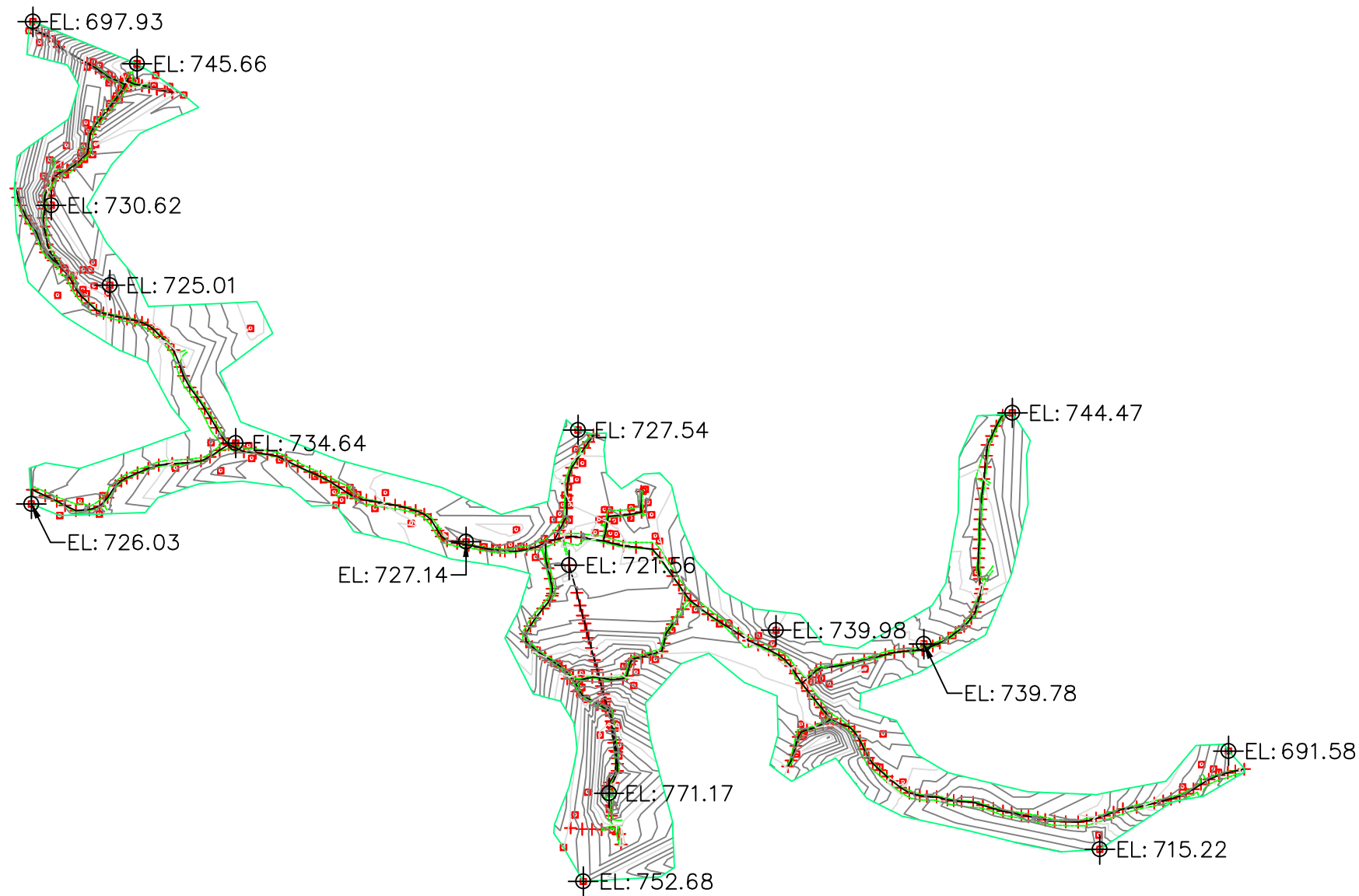


Declaro que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe

001792

Dirección: Av. Universitaria, frente a la escuela de danza, Recinto Universitario Simón Bolívar. Contactos: Director: 2278-1462 ; Atención al Cliente: 2270-1517/8152-7314 (T), Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (T) • e-mail: atencion.cliente@piensa.uni.edu.ni. Web: www.piensa.uni.edu.ni

## **Anexo VI. Juego de planos**

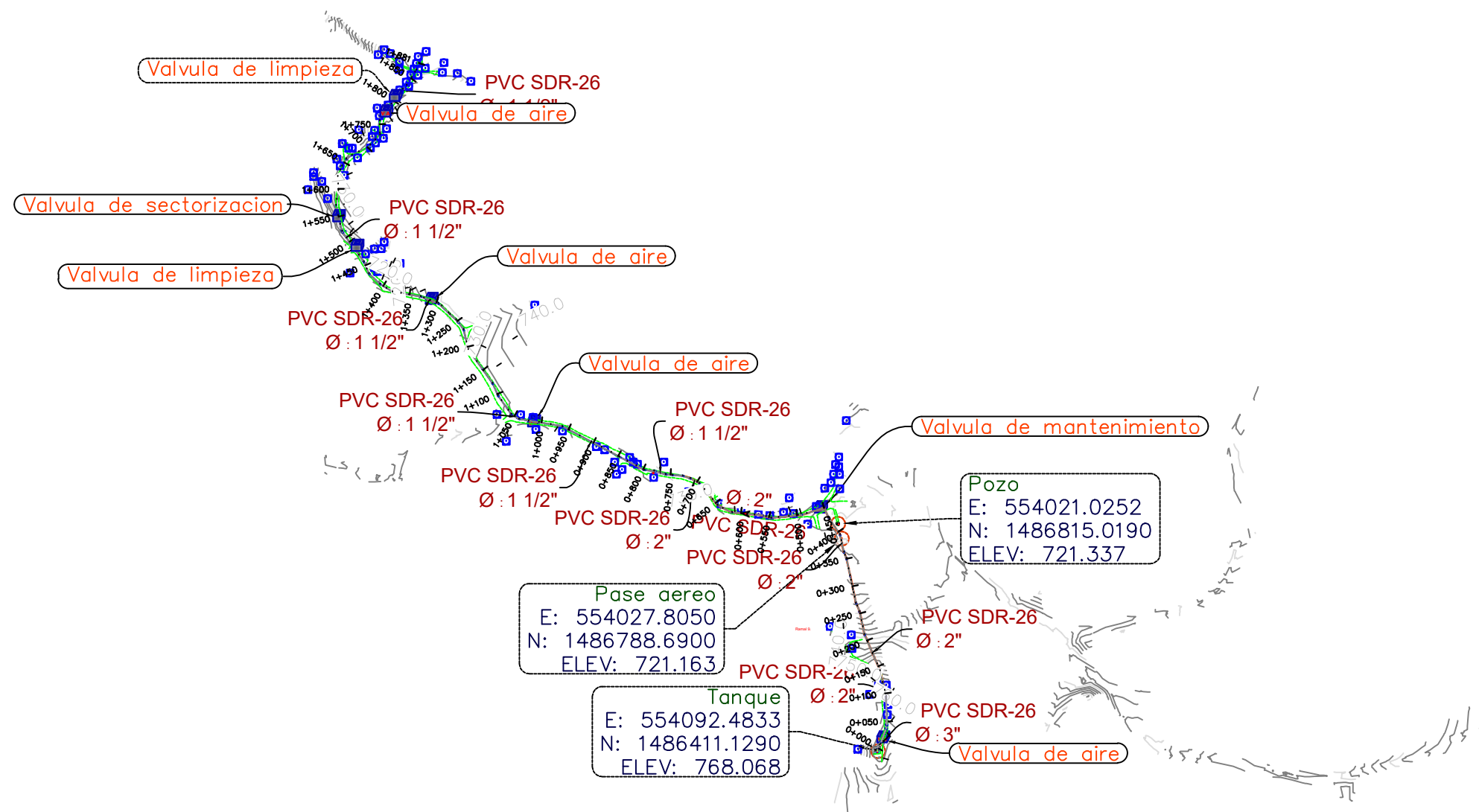


|  |                                             |                    |                                                                             |                                                                                                           |                        |        |
|--|---------------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES           |                    | DISEÑO:<br>Br. FREDDY GARCIA<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>Br. DAVID RODRIGUEZ | PLANO TOPOGRAFICO                                                                                         | MUNICIPIO DE YALAGUINA | 01     |
|  | DIBUJADO POR:<br>Br. FREDDY GARCÍA VALDIVIA |                    |                                                                             |                                                                                                           |                        |        |
|  | FECHA:<br>OCTUBRE 2023                      | ESCALA:<br>1:10000 | REVISADO:                                                                   | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO, COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ | De: 17 |

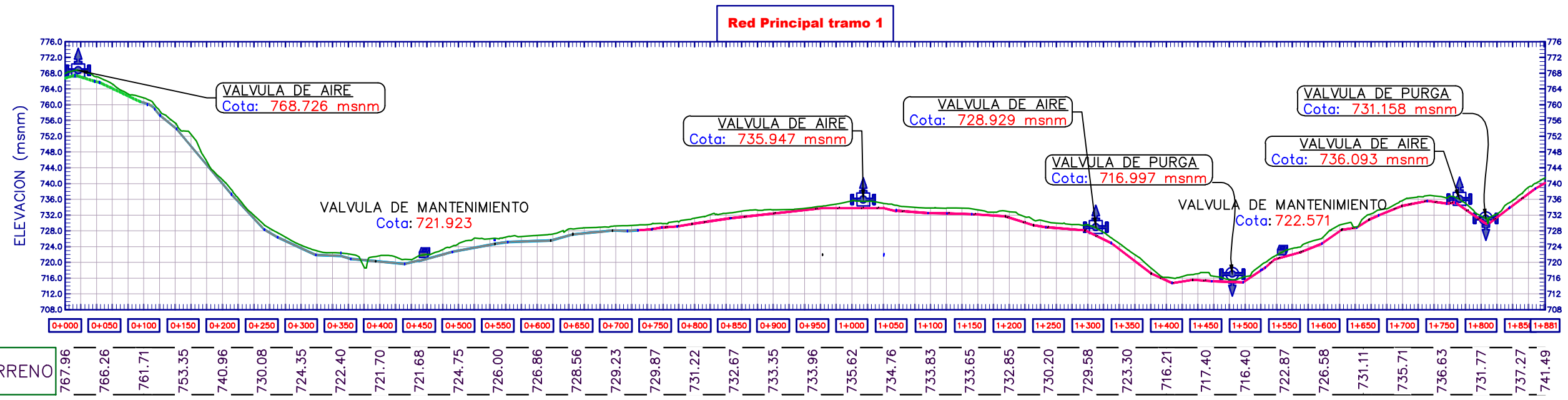






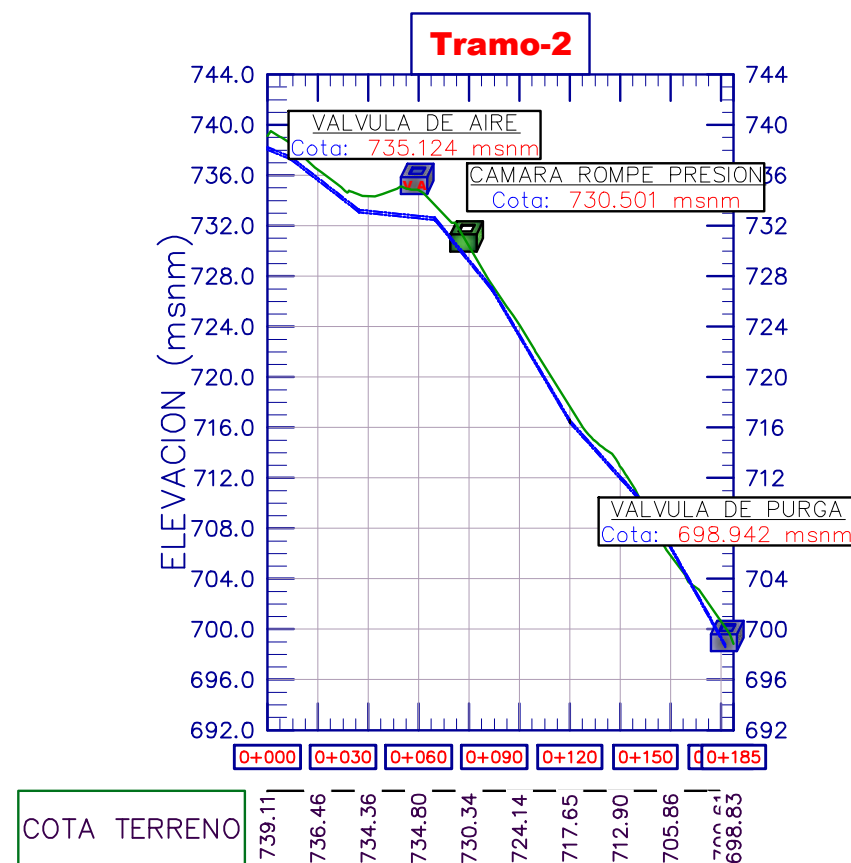
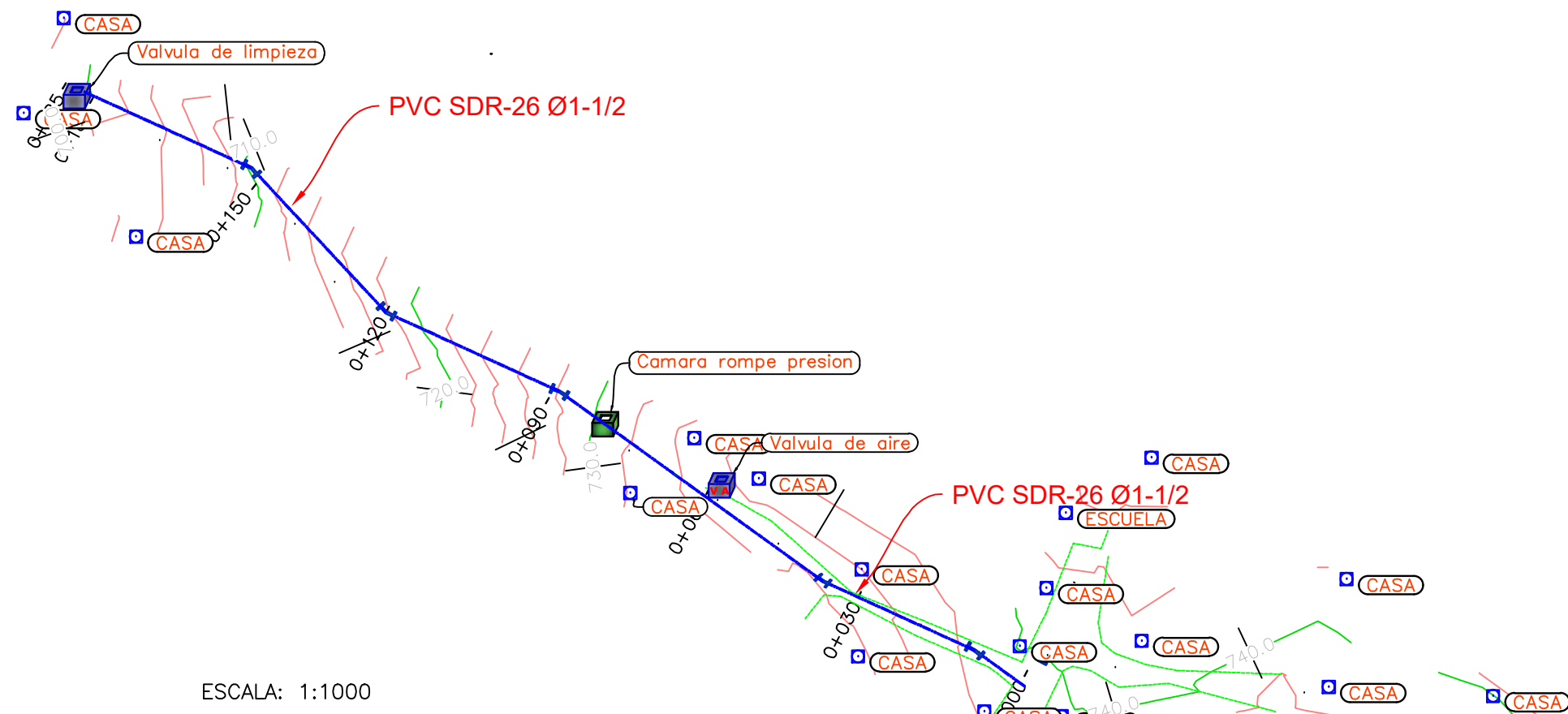


ESCALA: 1:10000

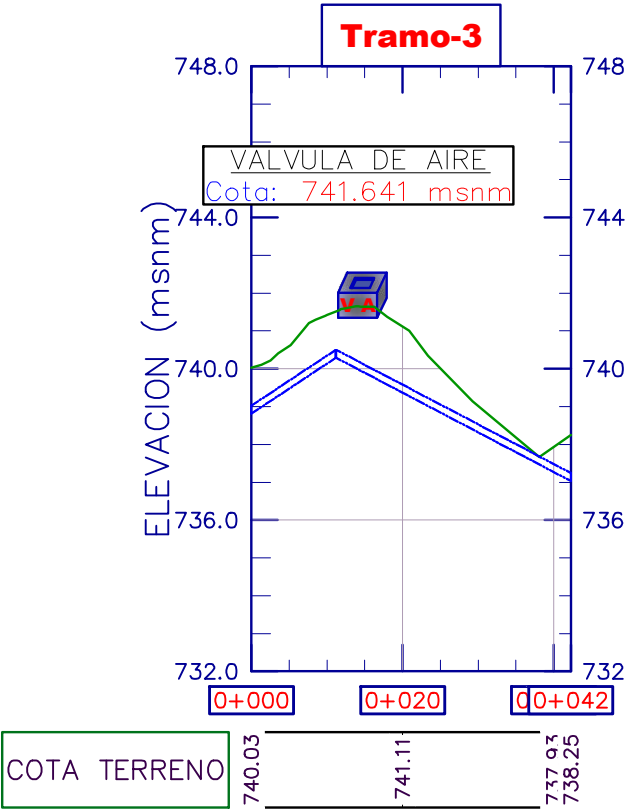
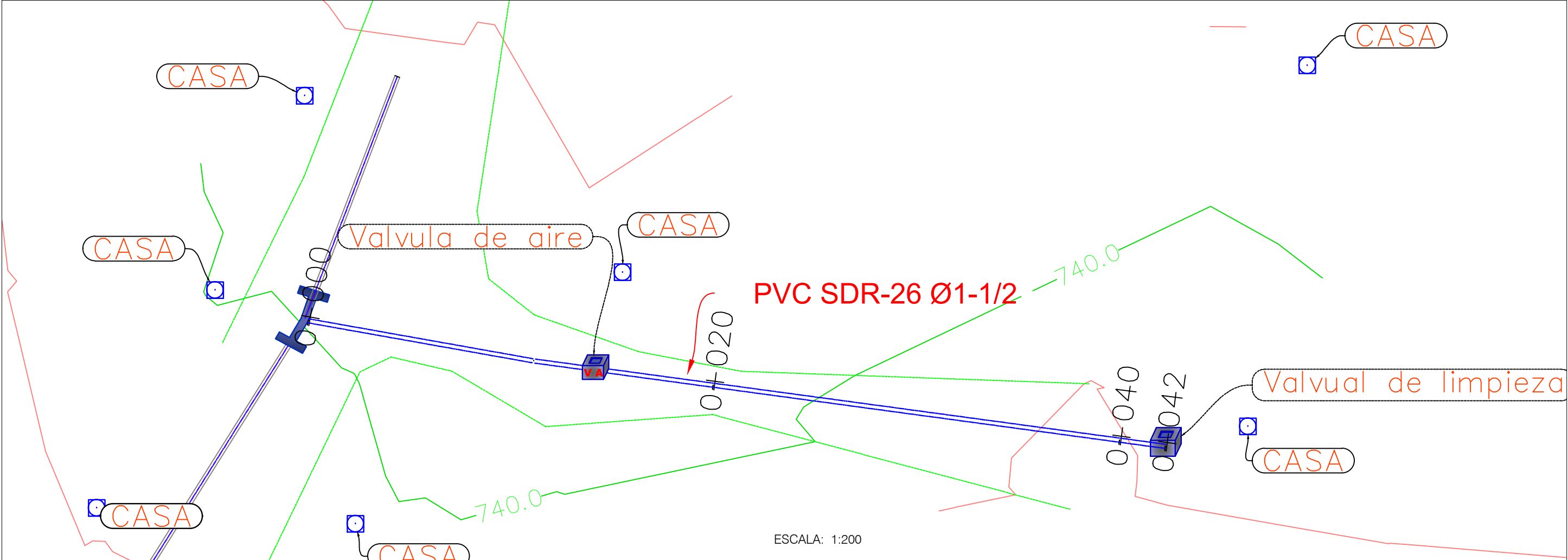


ESCALA: Horizontal 1:6000, Vertical 1:1200

|  |                                       |                     |                                                                                                          |                       |                           |        |
|--|---------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.    |                     | DISEÑO:<br>ING. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ                           | PLANTA-PERFIL TRAMO 1 | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 5      |
|  | DIBUJADO POR:<br>ING. FREDDY GARCIA V |                     | REVISADO:                                                                                                |                       | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    |        |
|  | FECHA:<br>ABRIL 2022                  | ESCALA:<br>INDICADA | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" |                       |                           | De: 18 |

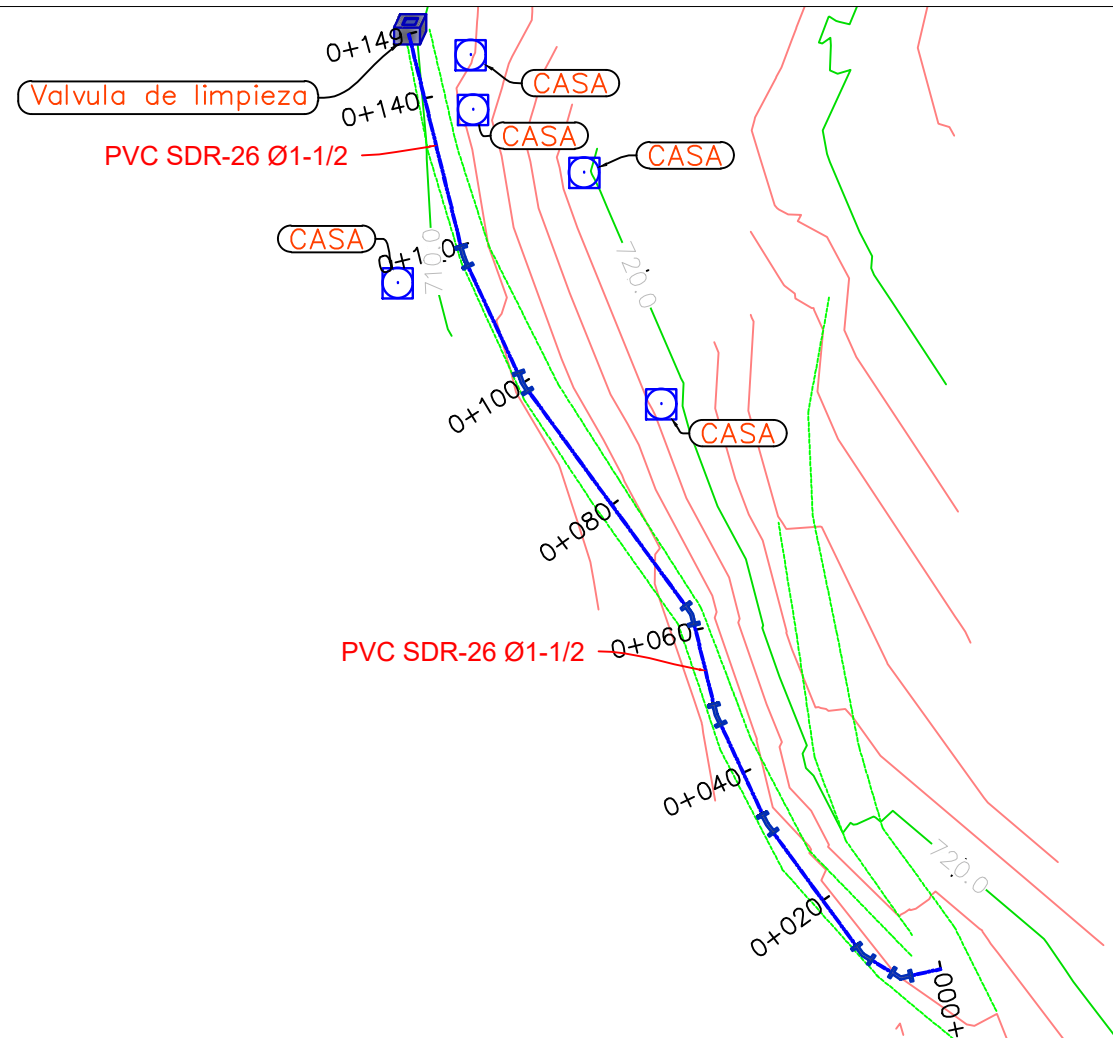


|                                                                                     |                                             |                            |                                                                                      |                                                                                                          |                                  |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|
|  | <b>TOPOGRAFIA:</b><br>ING. FREDMAN REYES.   |                            | <b>DISEÑO:</b><br>BR. FREDDY GARCIA V<br>BR. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ | <b>PLANTA - PERFIL TRAMO 2</b>                                                                           | <b>MUNICIPIO DE LA YALAGUINA</b> | 6      |
|                                                                                     | <b>DIBUJADO POR:</b><br>BR. FREDDY GARCIA V |                            | <b>REVISADO:</b>                                                                     |                                                                                                          |                                  |        |
|                                                                                     | <b>FECHA:</b><br>AGOSTO 2023                | <b>ESCALA:</b><br>INDICADA | ING. JUAN CHOW                                                                       | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | <b>DEPARTAMENTO DE MADRIZ</b>    | De: 18 |

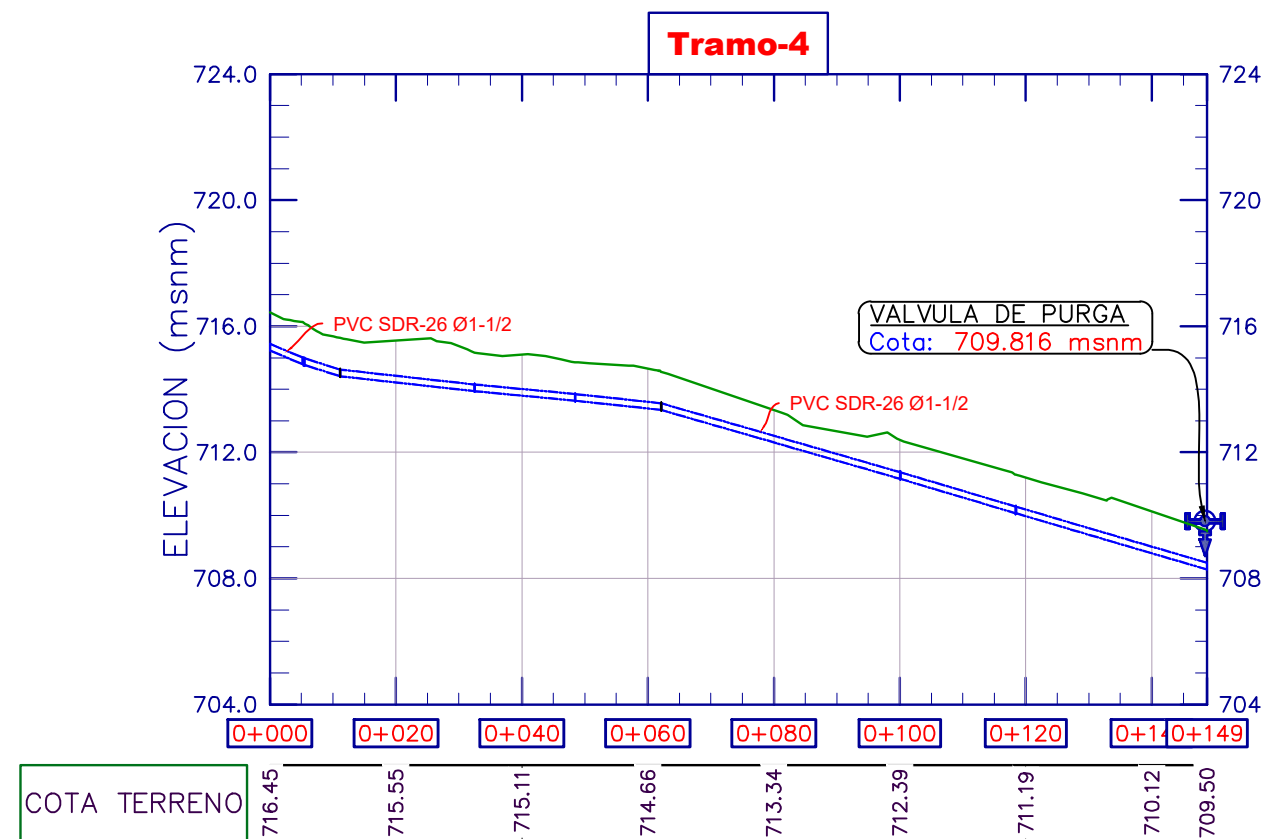


ESCALA: HORIZOTAL 1:1000, VERTICAL 1:200

|                                                                                     |                     |          |                                                                    |                                                                                                          |                           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:         |          | DISEÑO:                                                            | PLANTA-PERFIL RAMAL 3                                                                                    | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 7      |
|                                                                                     | ING. FREDMAN REYES. |          | BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ |                                                                                                          |                           |        |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:       |          | REVISADO:                                                          | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    | De: 18 |
|                                                                                     | BR. FREDDY GARCIA V |          |                                                                    |                                                                                                          |                           |        |
| FECHA:                                                                              |                     | ESCALA:  |                                                                    |                                                                                                          |                           |        |
| AGOSTO 2023                                                                         |                     | INDICADA |                                                                    |                                                                                                          |                           |        |

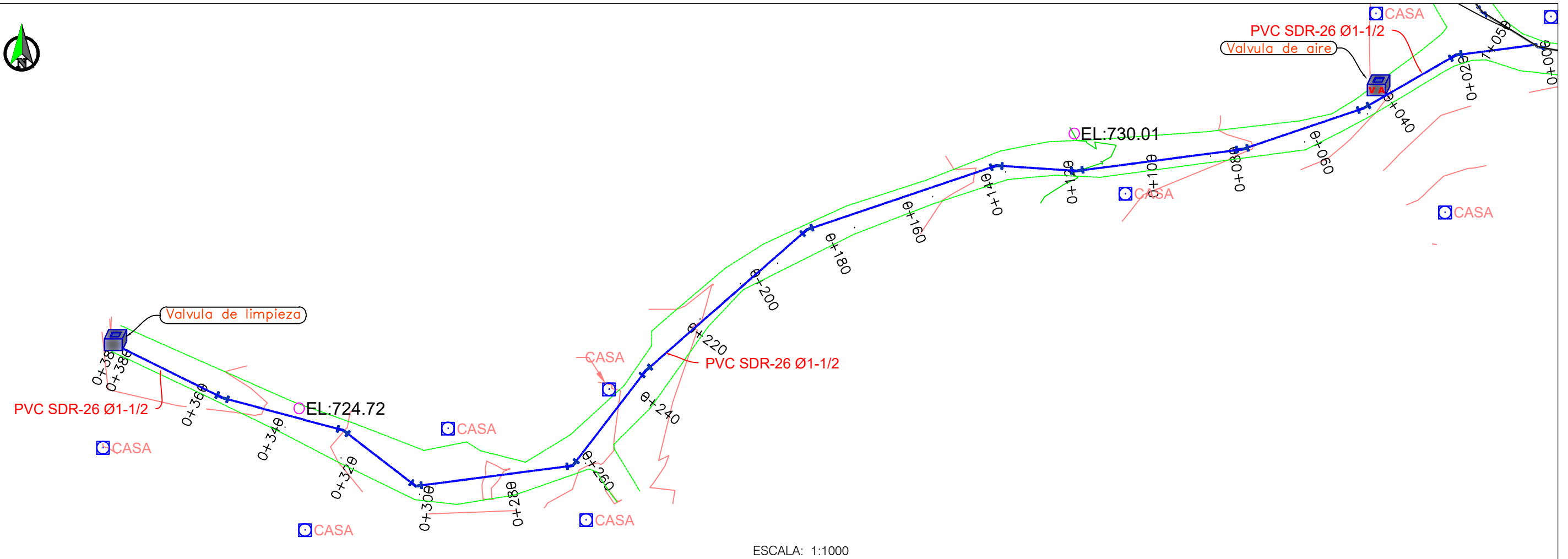


ESCALA: 1:1000

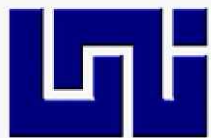
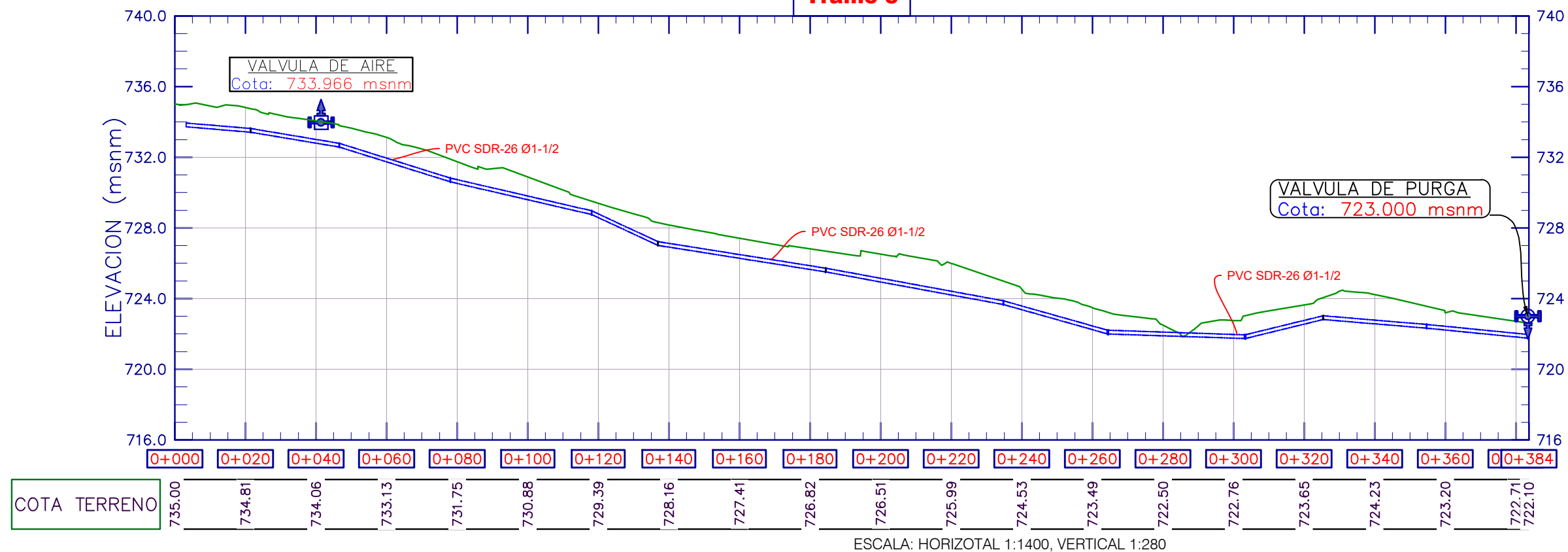


ESCALA: HORIZOTAL 1:1200, VERTICAL 1:240

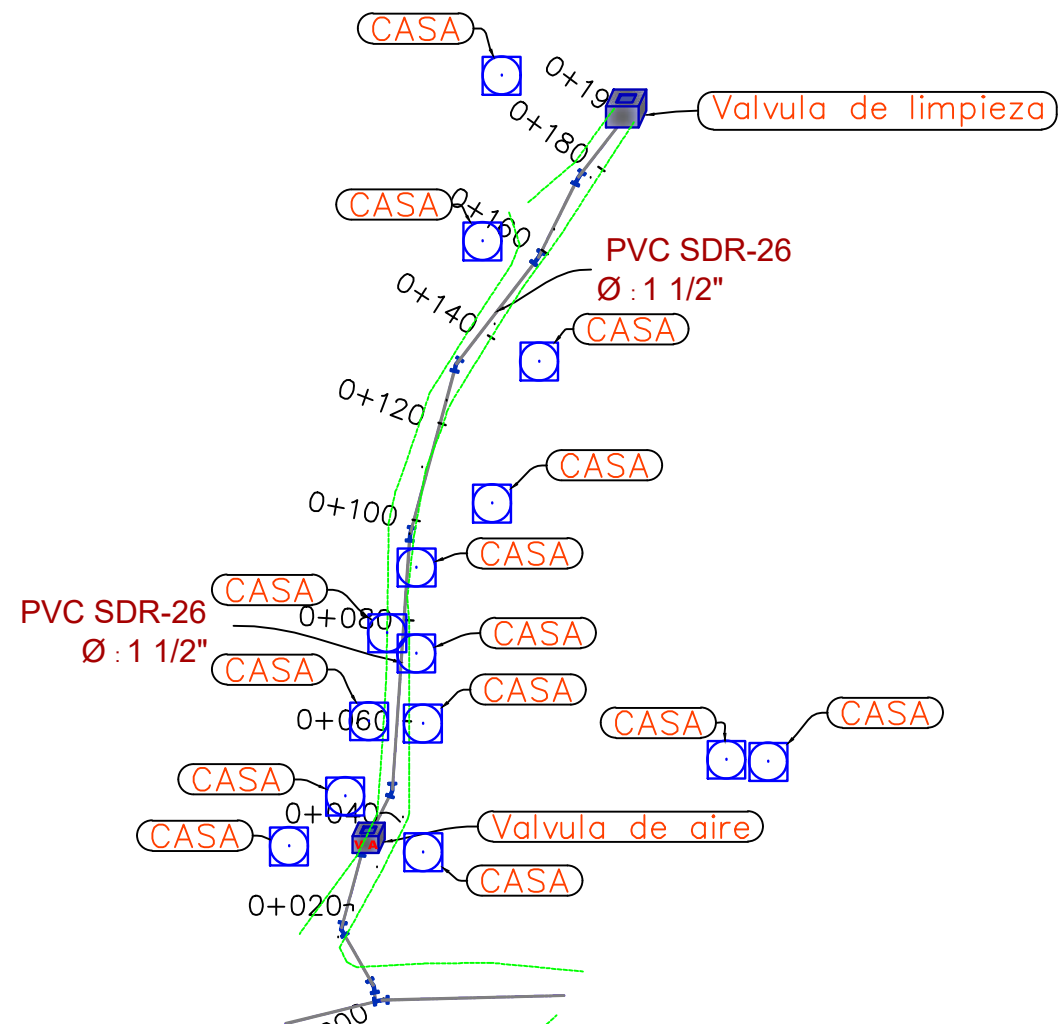
|                                                                                     |                                      |  |                                                                               |  |                                                                                                          |  |                           |  |        |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------|--|--------|--|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.   |  | DISEÑO:<br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ |  | PLANTA-PERFIL TRAMO 4                                                                                    |  | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA |  | 8      |  |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:<br>BR. FREDDY GARCIA V |  | REVISADO:                                                                     |  | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" |  | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    |  | De: 18 |  |
|                                                                                     | FECHA:<br>AGOSTO 2023                |  | ESCALA:<br>INDICADA                                                           |  |                                                                                                          |  |                           |  |        |  |



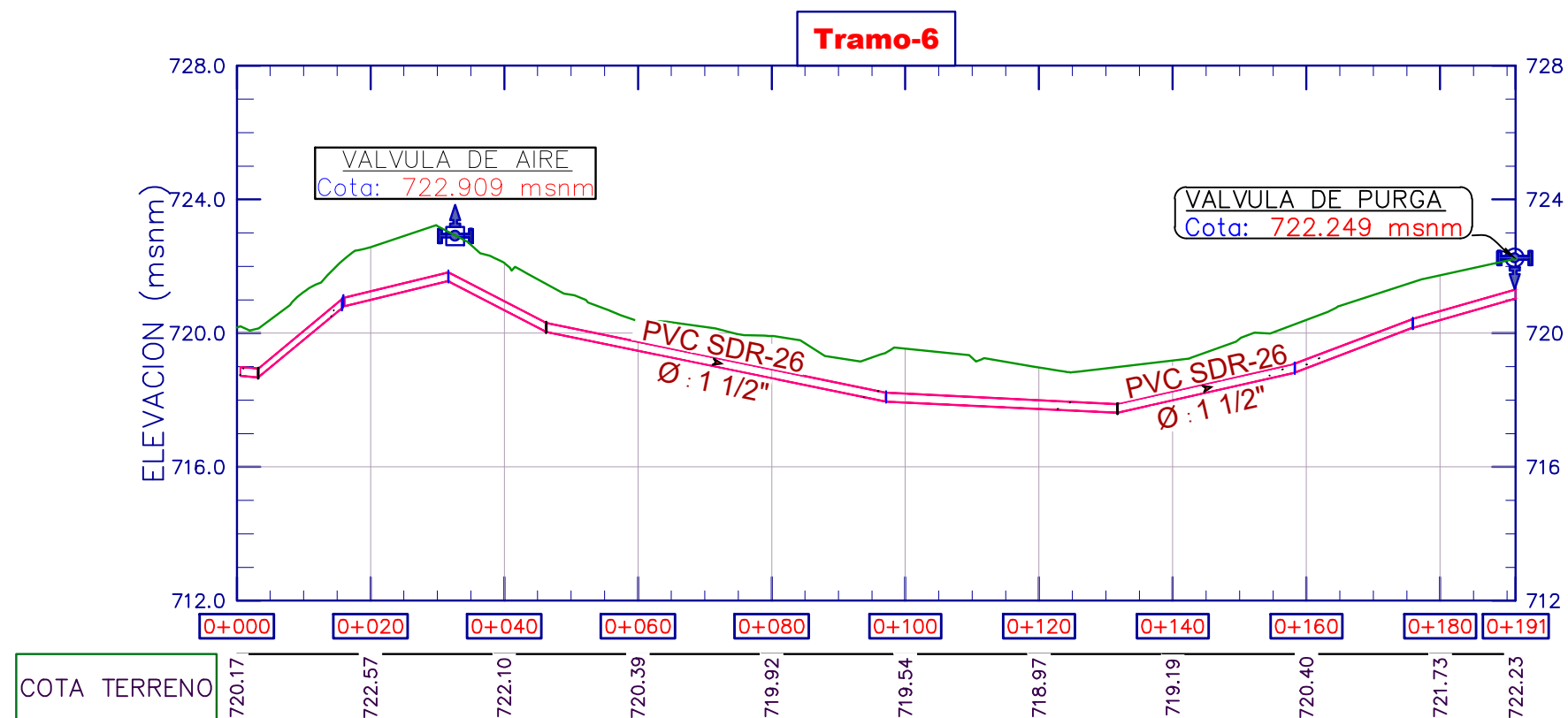
**Tramo-5**



|                                             |                                                                                      |                                                                                                          |                                  |        |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--------|
| <b>TOPOGRAFIA:</b><br>ING. FREDMAN REYES.   | <b>DISEÑO:</b><br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ | <b>PLANTA-PERFIL TRAMO 5</b>                                                                             | <b>MUNICIPIO DE LA YALAGUINA</b> | 9      |
|                                             |                                                                                      |                                                                                                          |                                  |        |
|                                             |                                                                                      |                                                                                                          |                                  |        |
| <b>DIBUJADO POR:</b><br>BR. FREDDY GARCIA V | <b>REVISADO:</b><br>ING. JUAN CHOW                                                   | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | <b>DEPARTAMENTO DE MADRIZ</b>    | De: 18 |
| <b>FECHA:</b><br>AGOSTO 2023                | <b>ESCALA:</b><br>INDICADA                                                           |                                                                                                          |                                  |        |

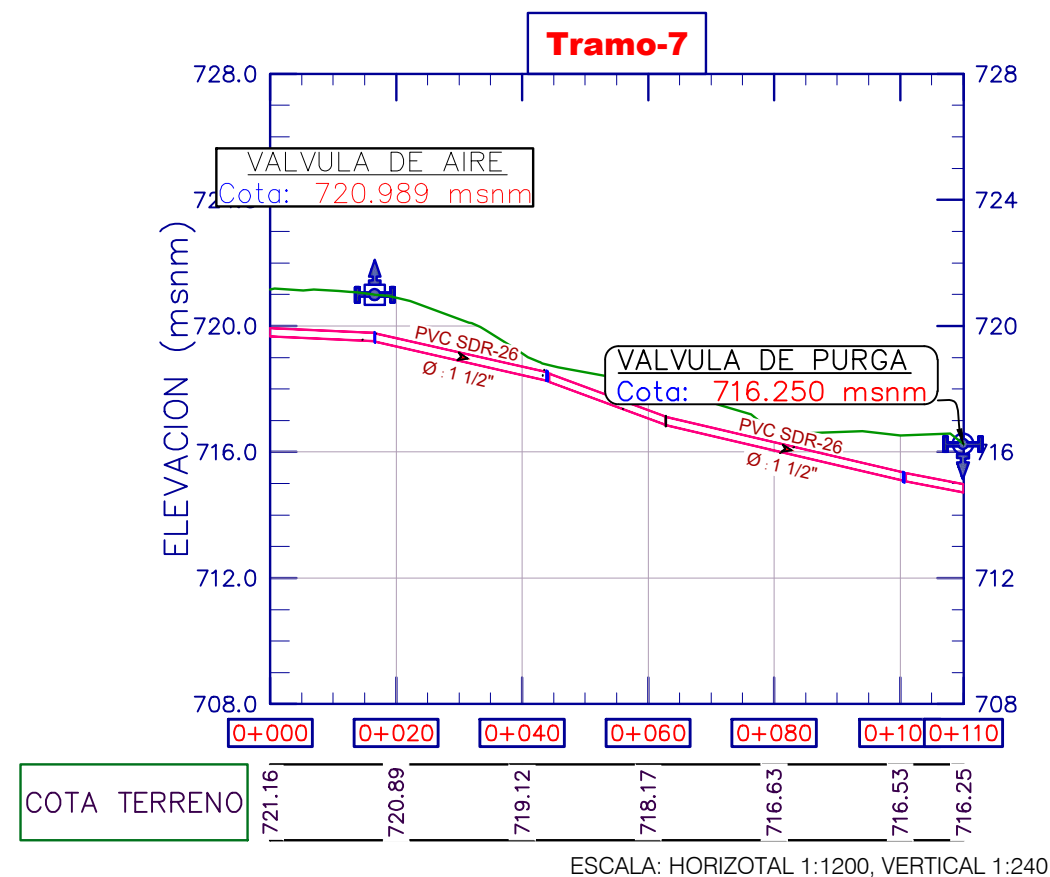
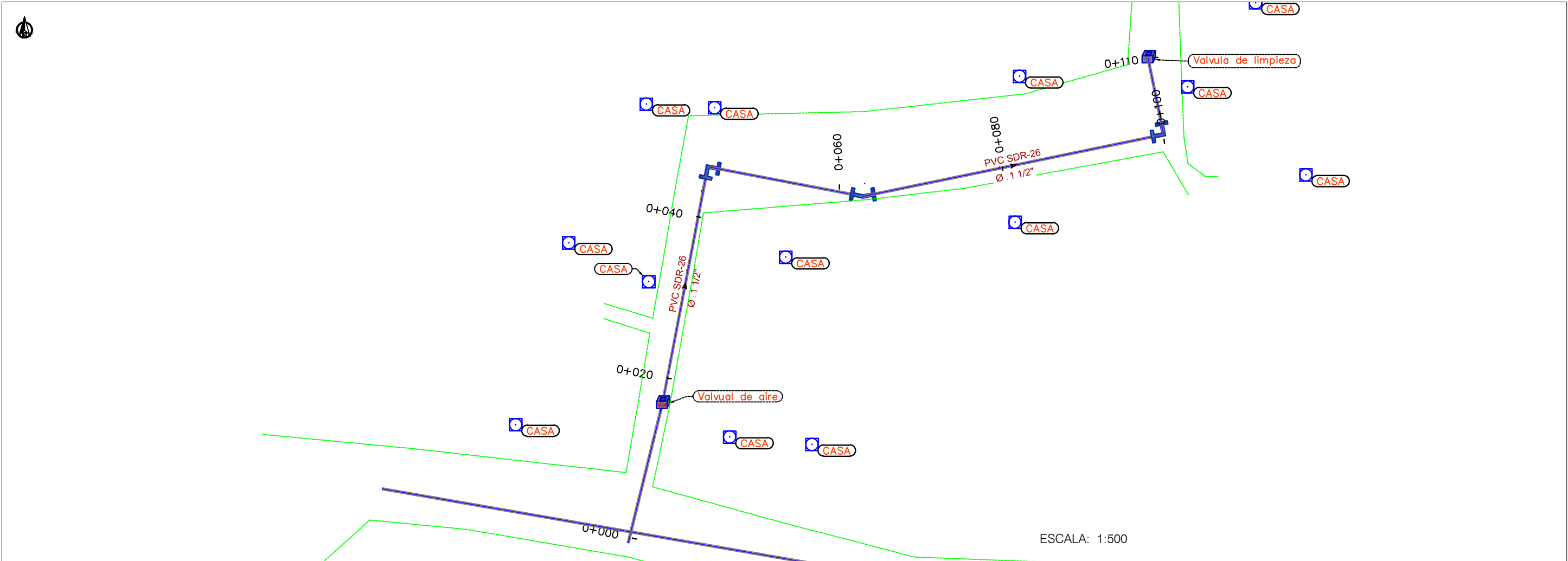


ESCALA: 1:1500

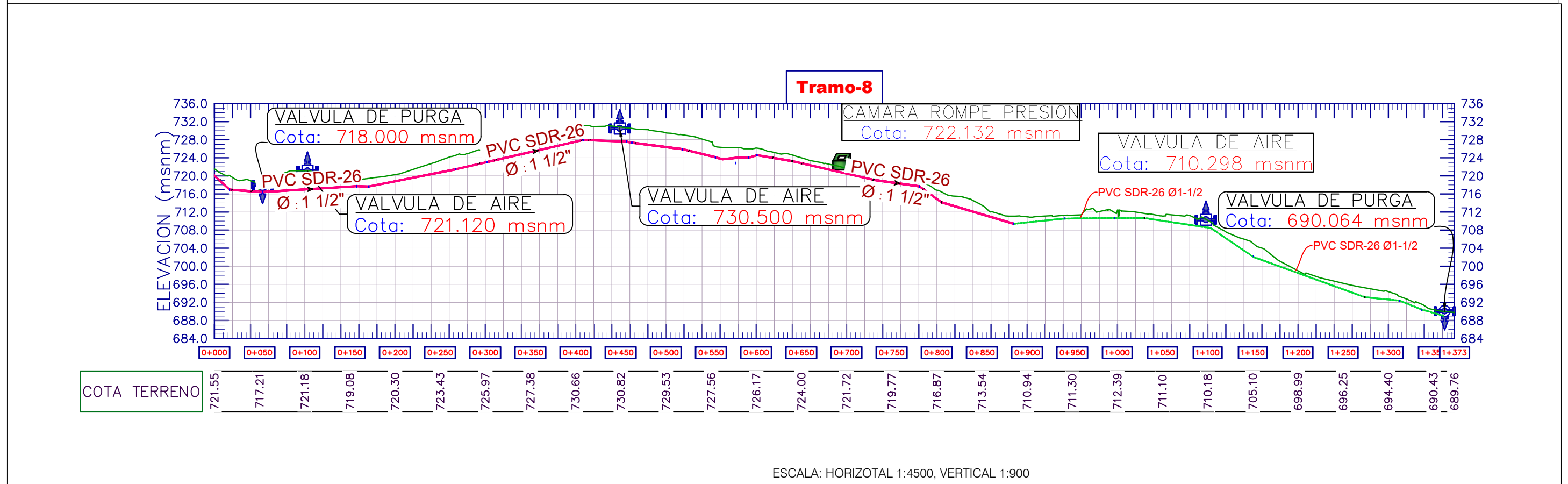
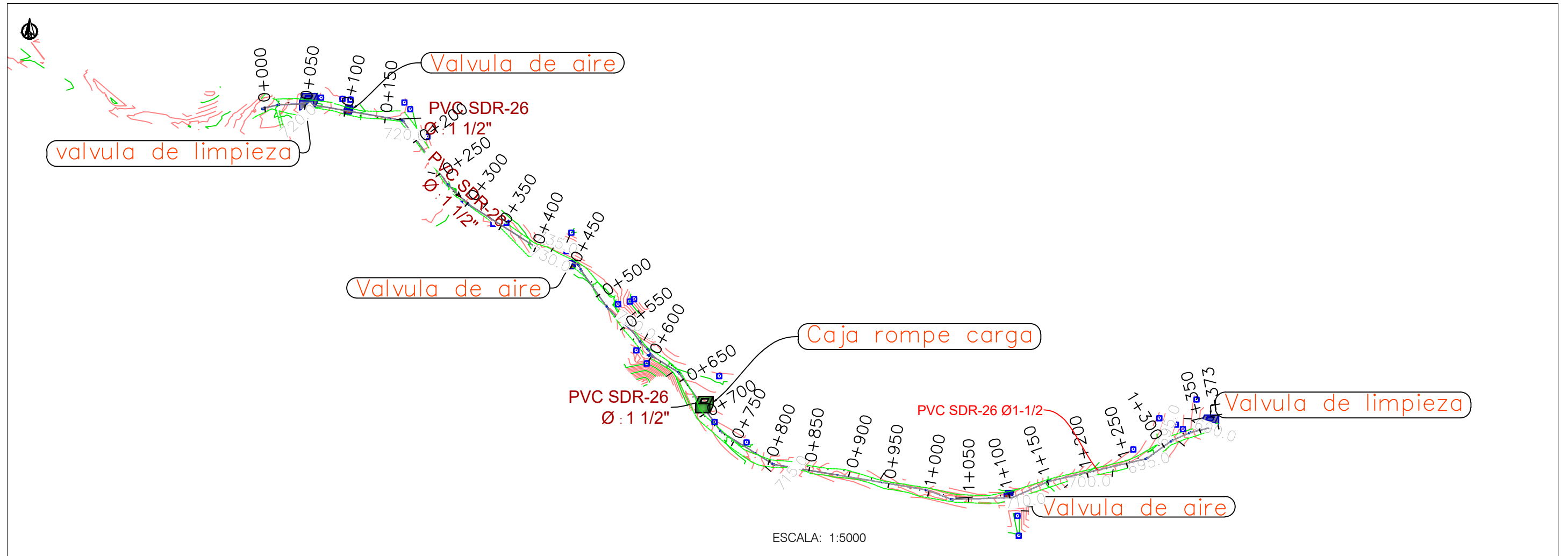


ESCALA: HORIZONTAL 1:1000, VERTICAL 1:200

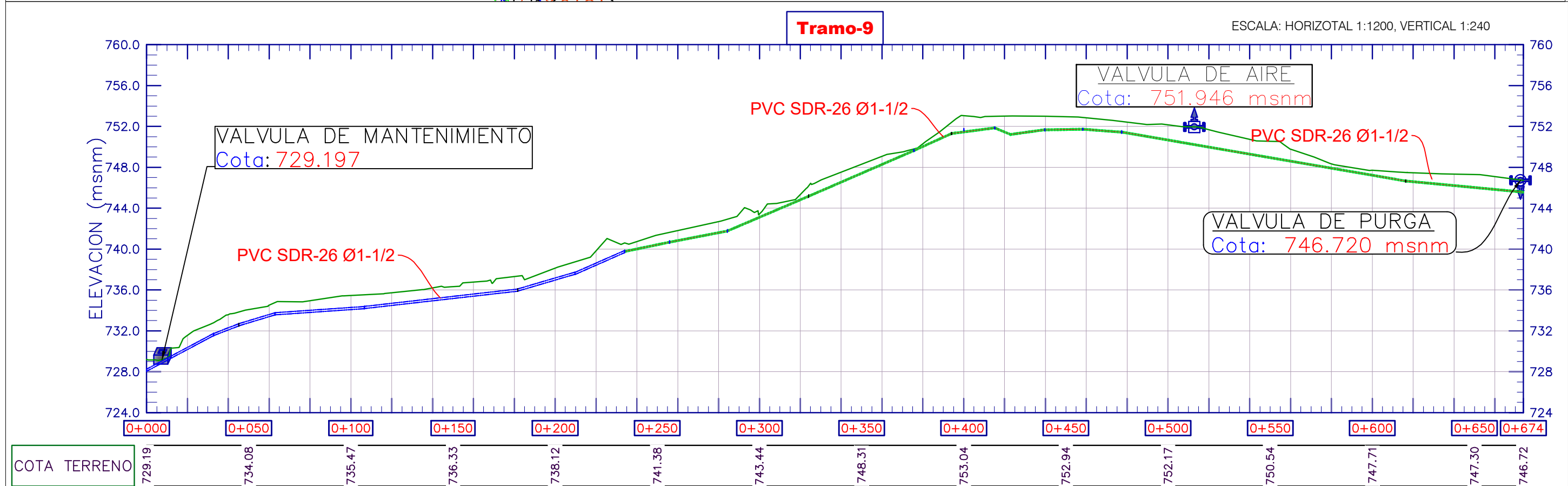
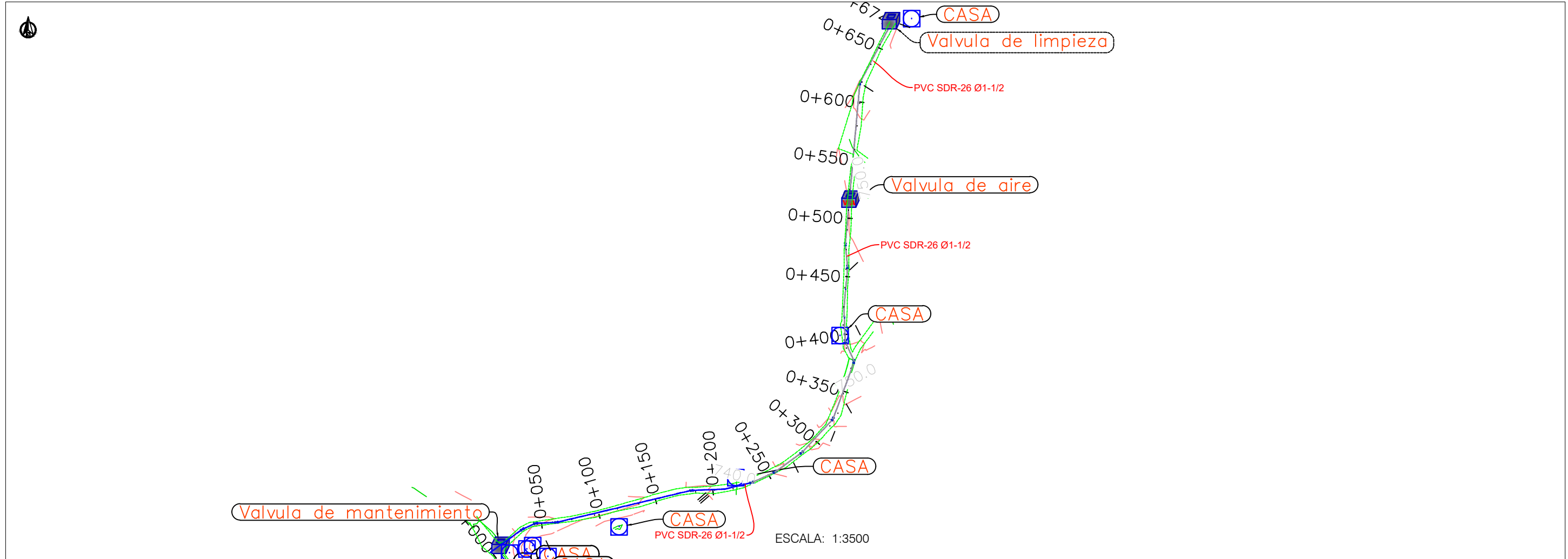
|                                                                                     |                                      |                     |                                                                               |  |                                                                                                          |                           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.   |                     | DISEÑO:<br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ |  | PLANTA-PERFIL TRAMO 6                                                                                    | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 10     |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:<br>BR. FREDDY GARCIA V |                     | REVISADO:                                                                     |  |                                                                                                          |                           |        |
|                                                                                     | FECHA:<br>AGOSTO 2023                | ESCALA:<br>INDICADA | ING. JUAN CHOW                                                                |  | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    | De: 18 |



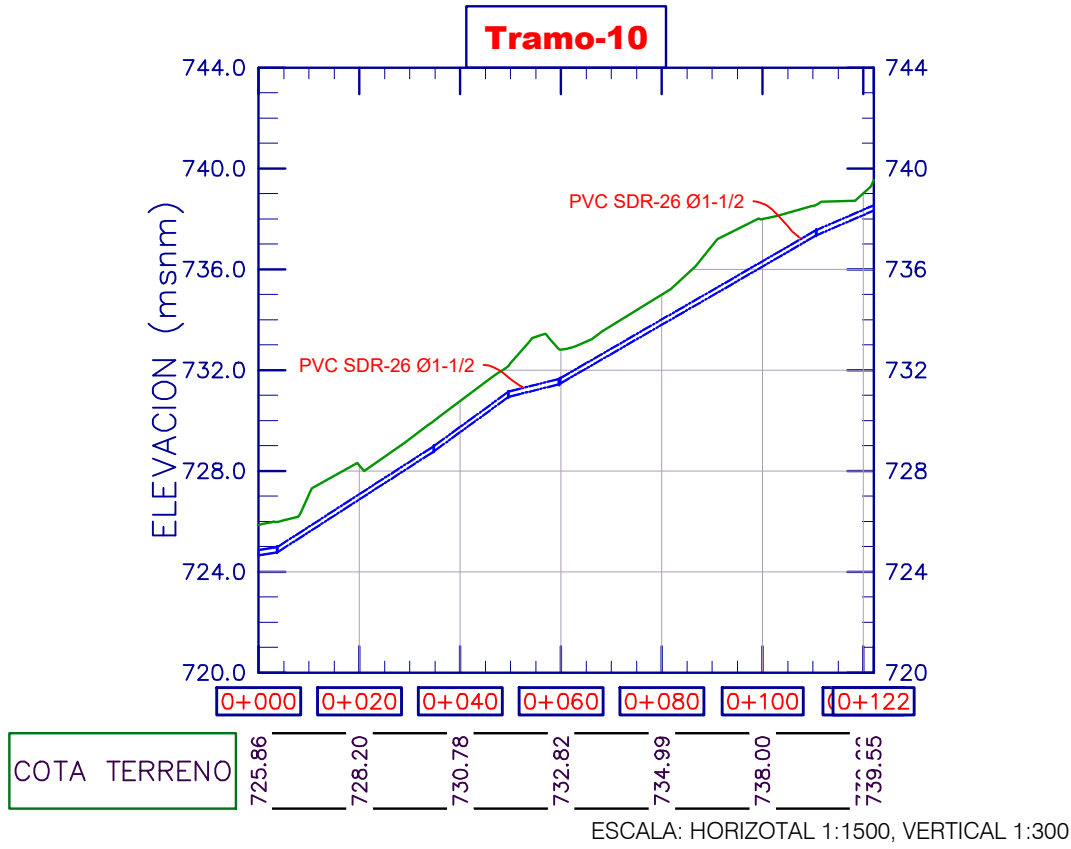
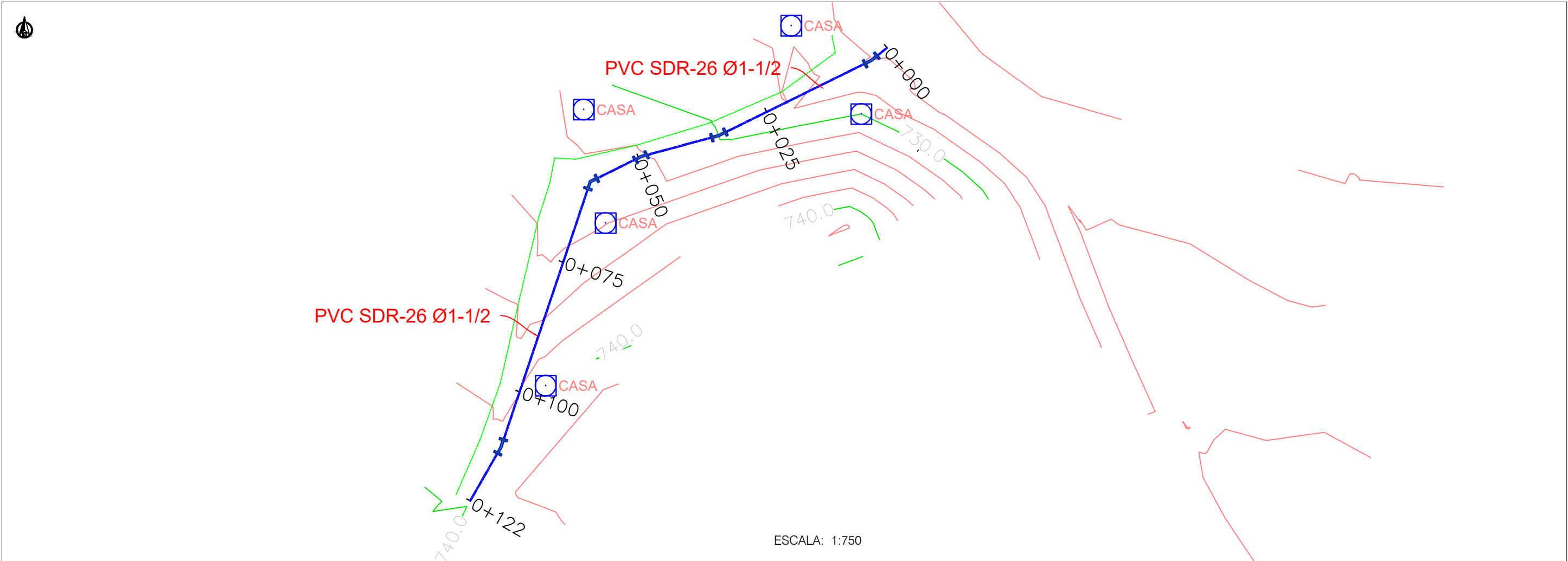
|                                                                                     |                                      |                     |                                                                               |                       |                                                                                                          |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.   |                     | DISEÑO:<br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ | PLANTA-PERFIL TRAMO 7 | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA                                                                                | 11     |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:<br>BR. FREDDY GARCIA V |                     | REVISADO:                                                                     |                       | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" |        |
|                                                                                     | FECHA:<br>AGOSTO 2023                | ESCALA:<br>INDICADA | ING. JUAN CHOW                                                                |                       |                                                                                                          | De: 18 |



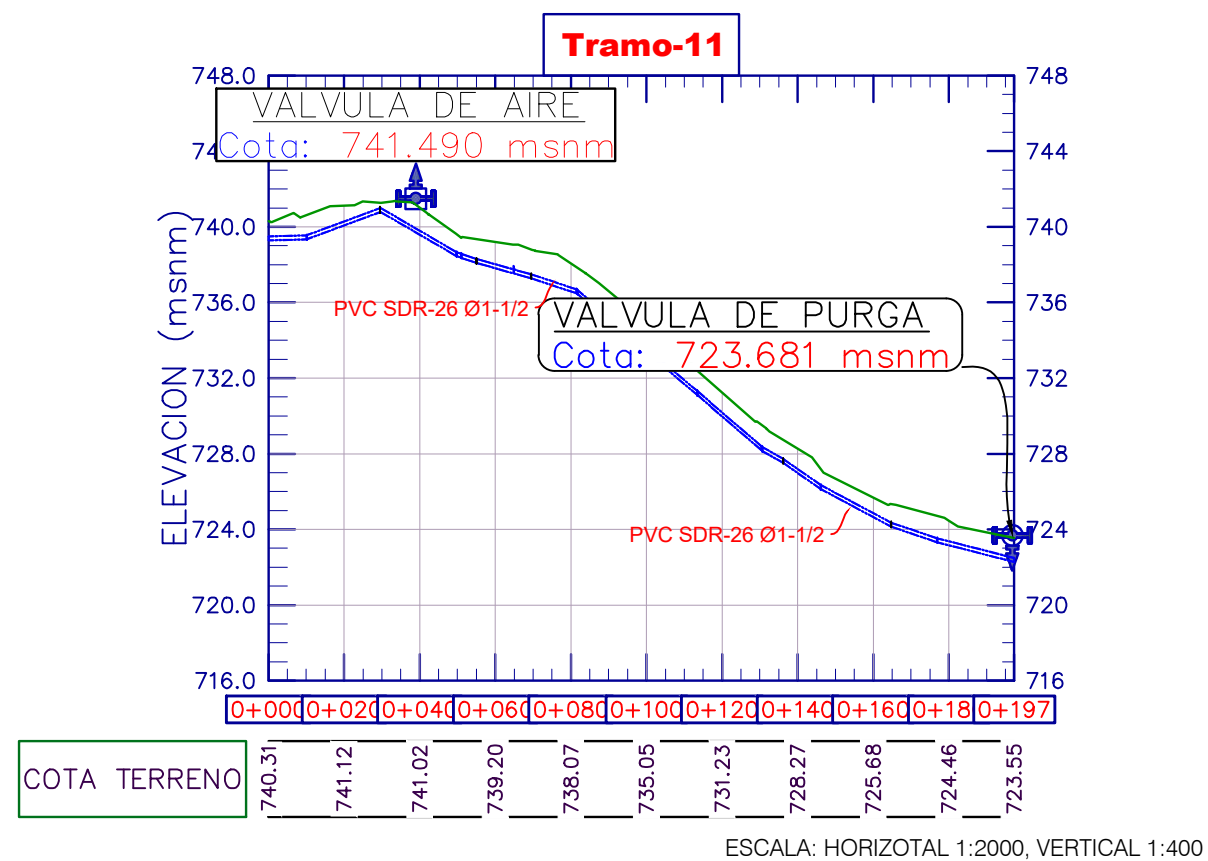
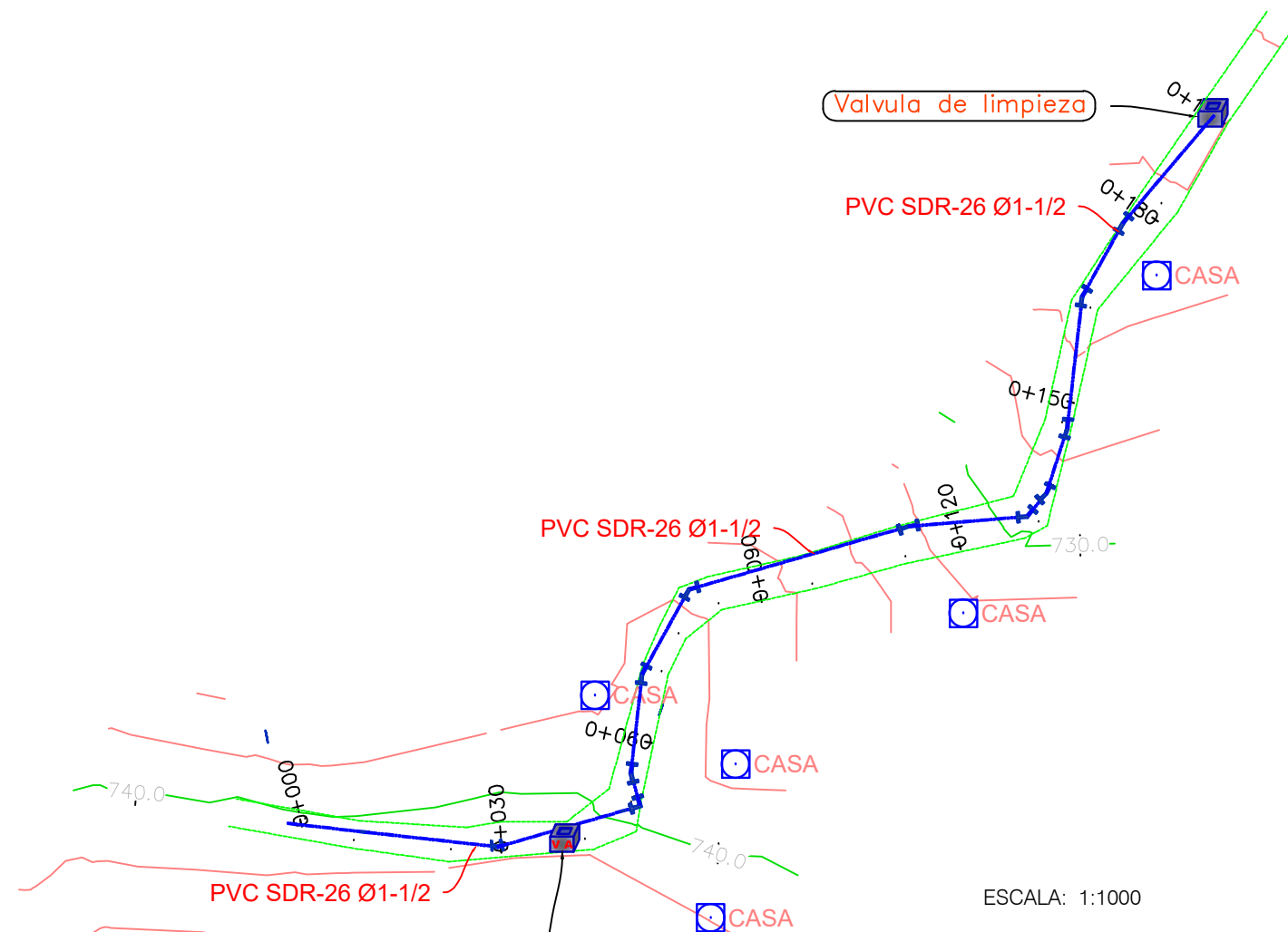
|                                                                                     |                                      |                     |                                                                               |                                                                                                          |                           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.   |                     | DISEÑO:<br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ | PLANTA-PERFIL TRAMO 8                                                                                    | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 12     |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:<br>BR. FREDDY GARCIA V |                     | REVISADO:                                                                     |                                                                                                          |                           |        |
|                                                                                     | FECHA:<br>AGOSTO 2023                | ESCALA:<br>INDICADA | ING. JUAN CHOW                                                                | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    | De: 18 |



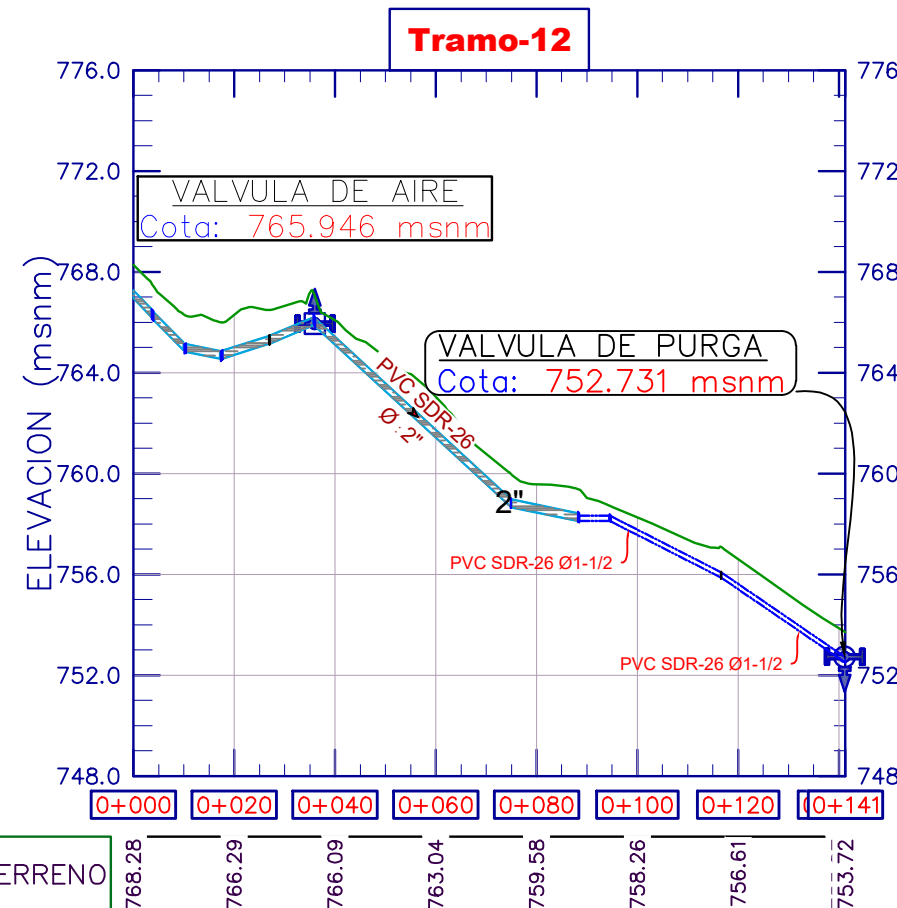
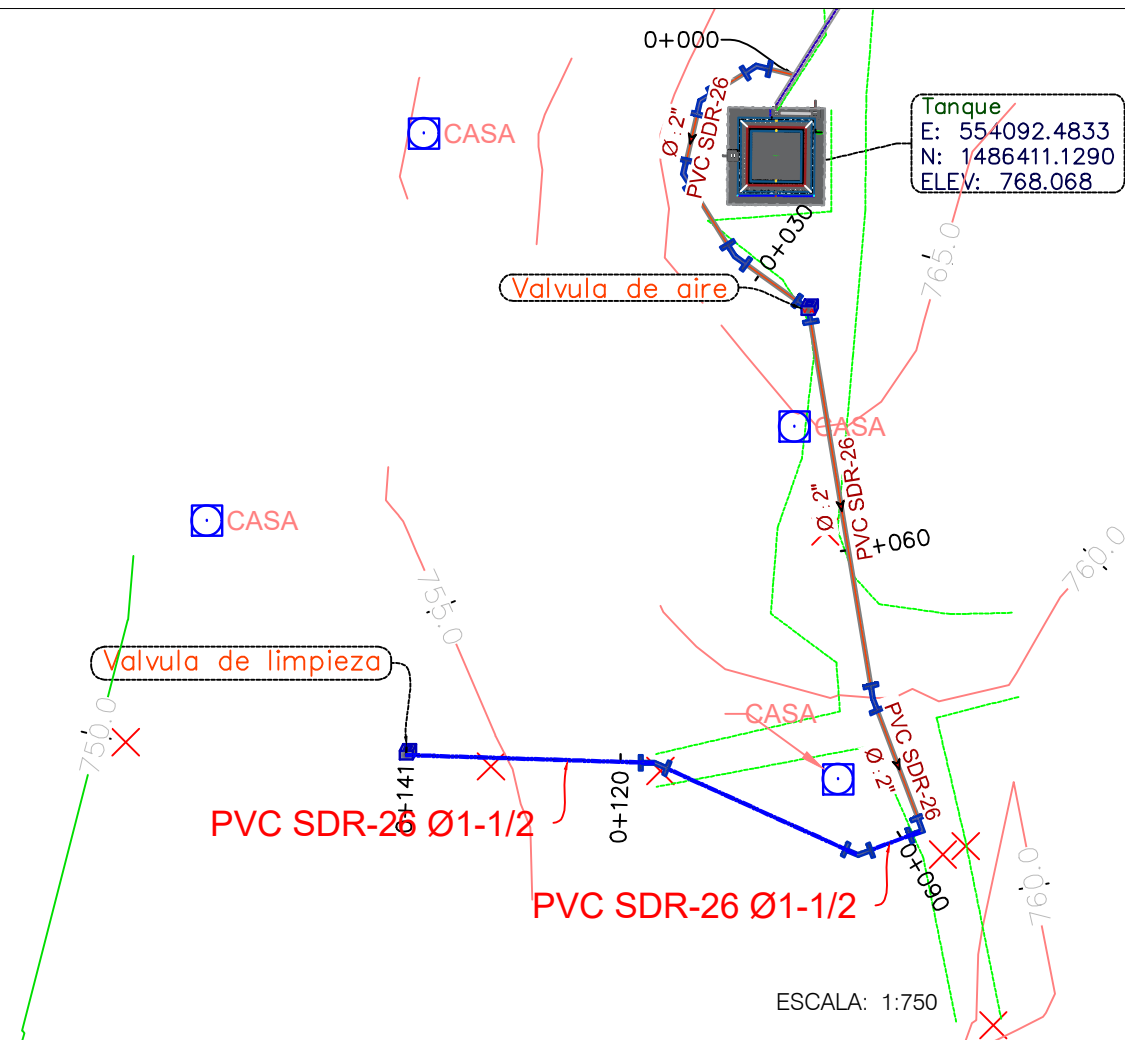
|                                                                                     |                                      |                     |                                                                               |                       |                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.   |                     | DISEÑO:<br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ | PLANTA-PERFIL TRAMO-9 | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA                                                                                 | 13 |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:<br>BR. FREDDY GARCIA V |                     | REVISADO:                                                                     |                       | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUI TE GRANDE Y ESQUIPULAS" |    |
|                                                                                     | FECHA:<br>AGOSTO 2023                | ESCALA:<br>INDICADA | ING. JUAN CHOW                                                                |                       |                                                                                                           |    |



|                                                                                     |                     |          |                                                                    |  |                                                                                                           |                           |        |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|--------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|--|--|--|
|  | TOPOGRAFIA:         |          | DISEÑO:                                                            |  | PLANTA-PERFIL TRAMO 10                                                                                    | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 14     |  |  |  |
|                                                                                     | ING. FREDMAN REYES. |          | BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ |  |                                                                                                           |                           |        |  |  |  |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:       |          | REVISADO:                                                          |  | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUI TE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    | De: 18 |  |  |  |
|                                                                                     | BR. FREDDY GARCIA V |          |                                                                    |  |                                                                                                           |                           |        |  |  |  |
| FECHA:                                                                              |                     | ESCALA:  |                                                                    |  |                                                                                                           |                           |        |  |  |  |
| AGOSTO 2023                                                                         |                     | INDICADA |                                                                    |  |                                                                                                           |                           |        |  |  |  |

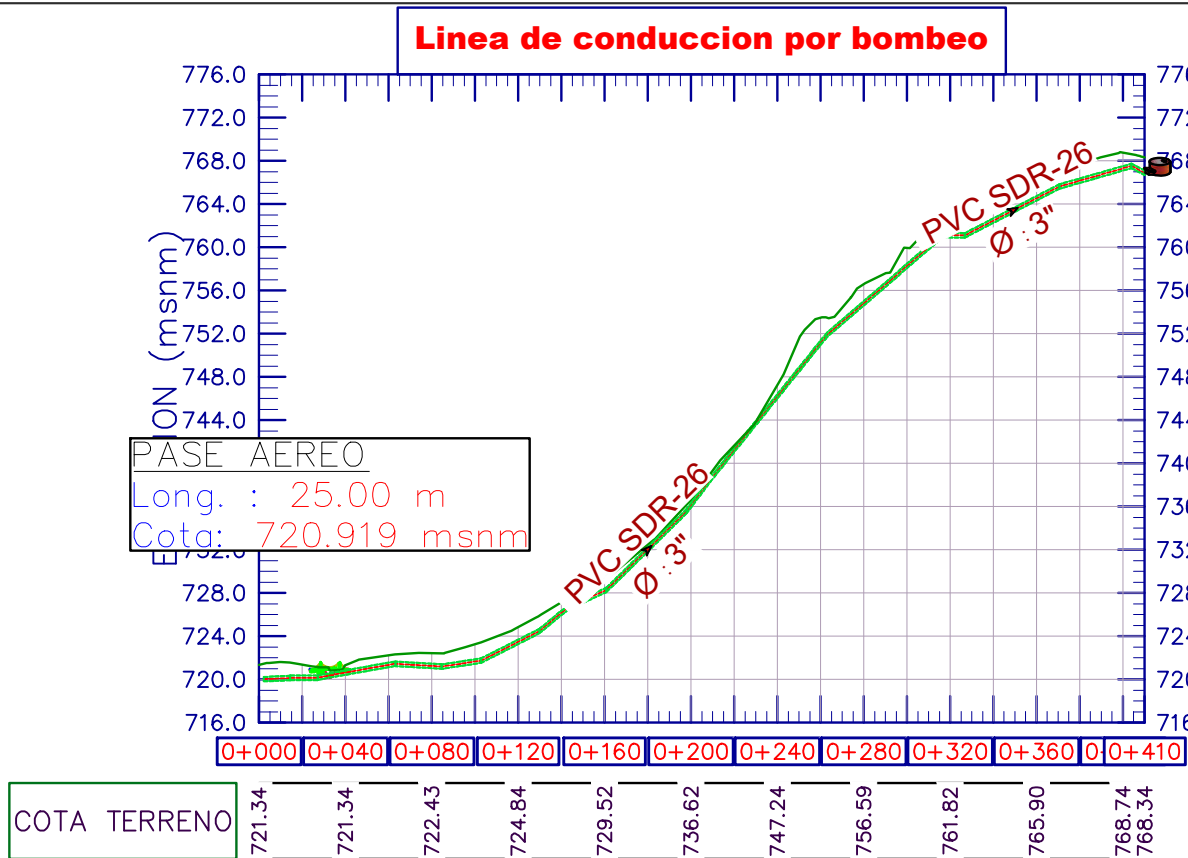
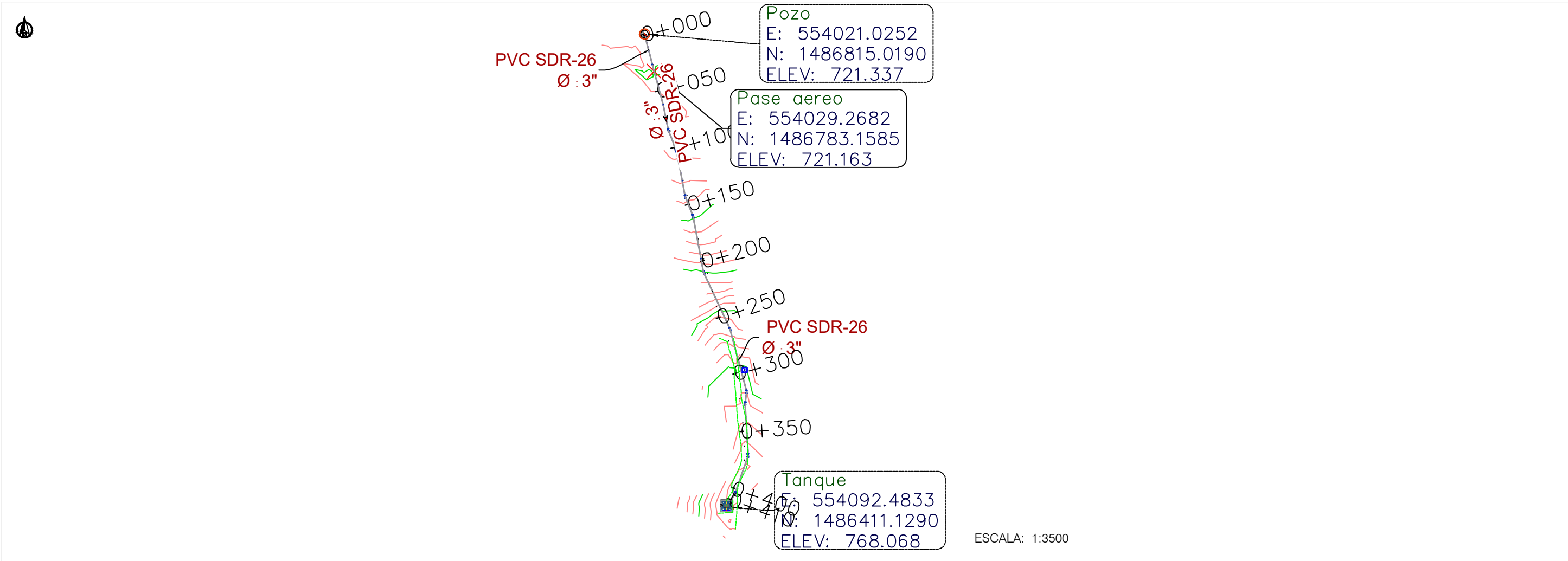


|                                                                                     |                                      |                     |                                                                               |  |                                                                                                           |                           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:<br>ING. FREDMAN REYES.   |                     | DISEÑO:<br>BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ |  | PLANTA-PERFIL TRAMO 11                                                                                    | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 15     |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:<br>BR. FREDDY GARCIA V |                     | REVISADO:                                                                     |  |                                                                                                           |                           |        |
|                                                                                     | FECHA:<br>AGOSTO 2023                | ESCALA:<br>INDICADA | ING. JUAN CHOW                                                                |  | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUI TE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    | De: 18 |



ESCALA: HORIZOTAL 1:1500, VERTICAL 1:300

|                     |                     |                |                                                                    |  |                                                                                                          |                           |        |
|---------------------|---------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------|
|                     | TOPOGRAFIA:         |                | DISEÑO:                                                            |  | PLANTA-PERFIL TRAMO 12                                                                                   | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA | 16     |
|                     | ING. FREDMAN REYES. |                | BR. FREDDY GARCIA V<br>Br. MARLON HERNANDEZ<br>BR. DAVID RODRIGUEZ |  |                                                                                                          |                           |        |
|                     | DIBUJADO POR:       |                | REVISADO:                                                          |  | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" | DEPARTAMENTO DE MADRIZ    | De: 18 |
| BR. FREDDY GARCIA V |                     | ING. JUAN CHOW |                                                                    |  |                                                                                                          |                           |        |
| FECHA:              |                     | ESCALA:        |                                                                    |  |                                                                                                          |                           |        |
| AGOSTO 2023         |                     | INDICADA       |                                                                    |  |                                                                                                          |                           |        |



ESCALA: HORIZOTAL 1:3500, VERTICAL 1:700

|                                                                                     |                     |          |                |                                  |                                                                                                          |    |                        |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------|----------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------|--------|
|  | TOPOGRAFIA:         |          | DISEÑO:        | PLANTA-PERFIL LINEA DE IMPULSION | MUNICIPIO DE LA YALAGUINA                                                                                | 17 |                        |        |
|                                                                                     | ING. FREDMAN REYES. |          |                |                                  |                                                                                                          |    |                        |        |
|                                                                                     | DIBUJADO POR:       |          | REVISADO:      |                                  | PROYECTO "CONSTRUCCION DE MINI ACUEDUCTO<br>POR BOMBEO ELECTRICO COMUNIDAD CHAGUITE GRANDE Y ESQUIPULAS" |    | DEPARTAMENTO DE MADRIZ | De: 18 |
|                                                                                     | BR. FREDDY GARCIA V |          |                |                                  |                                                                                                          |    |                        |        |
| FECHA:                                                                              |                     | ESCALA:  | ING. JUAN CHOW |                                  |                                                                                                          |    |                        |        |
| AGOSTO 2023                                                                         |                     | INDICADA |                |                                  |                                                                                                          |    |                        |        |

