EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA E.S.P.

CONTRATO DE CONSULTORÍA 099-2023

DISEÑO DE LA FASE FUNCIONAL DEL PROYECTO DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE

INFORME No 1

AGUA XXI INGENIERÍA S.A.S
Consultor

AGOSTO DE 2023

AGUA XXI INGENIERÍA
Calle 19 N° 8-58. Oficina 801
Teléfono (6) 3356957 – 316 4505754

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1-1
1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 1-2
1.2. OBJETIVO GENERAL 1-3
1.2.1. Objetivos específicos 1-3
1.3. METODOLOGÍA APLICADA 1-5
2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE 2-1
3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA, RISARALDA. 3-1
3.1. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA, RISARALDA. 3-1
3.1.1. Localización y descripción del municipio 3-1
3.2. CLIMATOLOGÍA 3-3
3.2.1. Temperatura 3-3
3.2.2. Precipitación 3-3
3.2.3. Zonas de vida 3-3
3.3. HIDROGRAFÍA 3-4
3.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MUNICIPIO 3-4
3.4.1. Salud Pública. 3-4
3.4.2. Bienestar Social 3-5
3.4.3. Servicios Públicos 3-5
3.4.4. Movilidad 3-6
3.5. DIAGNÓSTICO DE LA POBLACIÓN 3-6
3.5.1. características socio-culturales de la población. 3-6
3.5.2. Economía 3-7
3.5.3. ¿En qué época se da la mayor población flotante? 3-7
3.5.4. Pobreza 3-7
3.5.5. Estructura Administrativa Municipal 3-9
4. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO CON RELACIÓN AL ESTADO DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE AGUA POTABLE 4-1
4.1. ANTECEDENTES 4-1
4.2. ÁREA DE COBERTURA 4-2

4.3. SISTEMA DE ACUEDUCTO 4-2
5. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y DEMANDA 5-1
5.1. DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO 5-1
5.2. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN URBANA 5-1
5.2.1. Cálculo de la rata de crecimiento 5-1
5.2.2. Métodos de proyección de población 5-4
5.2.3. Población flotante 5-5
5.2.4. Proyección de la población en el área urbana y determinación de la población. 5-7
5.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA PROYECTADA PARA EL PERIODO DE DISEÑO 5-8
5.3.1. Demanda otros usos 5-8
5.3.1. Dotación neta 5-8
5.3.2. Cálculo del Índice de Agua No Contabilizada – IANC 5-8
5.3.3. Dotación bruta 5-10
5.3.4. Factores de mayoración 5-10
5.3.5. Caudales de diseño 5-10
6. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS. 6-1
6.1. AMARRE TOPOGRÁFICO 6-1
6.1.1. Sistema Magna Sirgas 6-1
6.1.2. Sobre los Sistemas de Orígenes en Colombia. 6-1
6.1.3. Sistema de coordenadas MAGNA - SIRGAS Colombia origen Oeste 6-2
6.1.4. Nuevo Sistema De Origen Nacional 6-2
6.2. ELABORACIÓN DEL PLANO BASE DE GEOREFERENCIACIÓN TOPOGRÁFICA AL SISTEMA MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL 6-4
6.3. COMISIÓN TOPOGRÁFICA 6-15
7. ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL RÍO RISARALDA. 7-1
7.1. ANÁLISIS DEL RIESGO POR INUNDACIÓN 7-1
8. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO 8-1
9. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA 9-1
10. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO (ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN) 10-1
10.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO 10-1
10.1.1. Conformación del sistema de tanque de almacenamiento Nº1 10-1

10.1.2. Estado general del sistema de almacenamiento. 10-2
10.1.1. Conformación del sistema de tanque de almacenamiento Nº2 (elevado) 10-5
10.2. PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA 10-6
10.2.1. Descripción general 10-6
10.2.2. Definición de los parámetros técnicos para la prueba de presión hidrostática. 10-7
10.2.3. Requisitos técnicos 10-7
10.2.4. Trabajos preliminares 10-8
10.2.5. Realización de la prueba hidrostática 10-13
10.3. SISTEMA DE CONDUCCIÓN 10-16
10.3.1. Apiques para la localización de la tubería 10-16
10.4. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN 10-33
10.4.1. Conformación del sistema de conducción 10-34
10.4.2. Evaluación del estado del sistema de conducción 10-37
10.4.3. Conclusiones de la conformación general del sistema de conducción 10-47
10.5. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN 10-47
10.5.1. Asignación de caudales 10-47
10.5.2. Elaboración de la curva de modulación 10-50

LISTA DE CUADROS

Cuadro 2.1. Información existente relacionada con el presente estudio 2-2
Cuadro 3.1. Listado de barrios 3-2
Cuadro 3.2. Actividades económicas urbanas 3-7
Cuadro 3.3. Privaciones del IPM en hogares registrados en SISBEN – Municipio de La Virginia 3-8
Cuadro 4.1. Conformación de la red de conducción en funcionamiento 4-2
Cuadro 5.1. Datos históricos censos DANE. 5-1
Cuadro 5.2. Comportamiento de r y k, a partir de los datos históricos DANE 5-2
Cuadro 5.3. Proyección de población DANE. Año 2018 - 2035 5-2
Cuadro 5.4. Comportamiento de r y k, a partir de la proyección de población DANE 2018 – 2035.5-3
Cuadro 5.5. Datos históricos de la variación de suscriptores urbanos. 5-4
Cuadro 5.6. Comportamiento r y k a partir del histórico de usuarios de la ESP. 5-4
Cuadro 5.7. Agua facturada 2021 - 5-6
Cuadro 5.8. Proyección de la población, rata de crecimiento 1.1% 5-7
Cuadro 5.9. Porcentajes ponderados sobre el volumen residencial de otros usos 5-8
Cuadro 5.10. Dotación neta según la altura sobre el nivel del mar de la población 5-8
Cuadro 5.11. Estadística mensual de volúmenes de agua facturada por el Acueducto de La Virginia, año 2021 - 2022 5-9
Cuadro 5.12. Estadística mensual de volúmenes de agua producida por el Acueducto de La Virginia, año 2023 5-9
Cuadro 5.13. Proyección anual de la demanda de agua potable al horizonte del proyecto año 2049 5-11
Cuadro 6.1. Parámetros para el sistema de proyección único 6-3
Cuadro 6.2. Referencias topográficas. 6-7
Cuadro 10.1. Tipo de apiques realizados para la localización de la conducción 10-17
Cuadro 10.2. Coordenadas de localización de apiques realizados.. 10-18
Cuadro 10.3. Relación de tramos sin instalar de la tubería de conducción 10-36
Cuadro 10.4. Resumen de la variación de los caudales en la semana 10-47
Cuadro 10.5. Resumen de variación de los caudales horarios 10-49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1. Localización general del proyecto 1-3
Figura 3.1 Localización de veredas de La Virginia, Risaralda 3-3
Figura 3.2 Organigrama de la administración municipal 3-9
Figura 6.1. Tipos de orígenes para Colombia 6-2
Figura 6.2. Sistema de Origen Nacional. 6-3
Figura 6.3. Localización de los sistemas de georreferenciación 1 y 2 6-4
Figura 6.4. Localización de los sistemas de georreferenciación 3 y 4 6-5
Figura 6.5. Localización de los sistemas de georreferenciación 5 y 6 6-5
Figura 6.6. Localización de los sistemas de georreferenciación 7 y 8 6-6
Figura 6.7. Localización del GPS IGAC 66400022 6-6
Figura 6.8. Materialización de referencia topográfica GPS 1 en el sector tanque principal 6-7
Figura 6.9. Materialización de referencia topográfica GPS 2 en el sector PTAP. 6-8
Figura 6.10. Materialización de referencia topográfica GPS 3 en el sector vía la Virginia - Apia. . 6-9
Figura 6.11. Materialización de referencia topográfica GPS 4 en el sector vía la Virginia - Apia. 6-10
Figura 6.12. Materialización de referencia topográfica GPS-5. 6-11
Figura 6.13. Materialización de referencia topográfica GPS-6 6-12
Figura 6.14. Materialización de referencia topográfica GPS-7 6-13
Figura 6.15. Materialización de referencia topográfica GPS 8 6-14
Figura 6.16. Materialización de referencia topográfica GPS 66400022 6-15
Figura 10.1. Vista general tanque de almacenamiento Nº1 10-2
Figura 10.2. Caja de válvulas de salida con intercomunicación de módulos 10-3
Figura 10.3. Sistema de manejo de aguas lluvias en la placa del tanque 10-4
Figura 10.4. Macromedidor fuera de funcionamiento 10-5
Figura 10.5. Conformación de tanque elevado 10-6
Figura 10.6. Instalación del tapón a la entrada de la tubería del tramo 1 10-8
Figura 10.7. Detalle de la adecuación de la tubería 10-9
Figura 10.8. Instalación del tapón a la salida de la tubería del tramo 1 10-9
Figura 10.9. Geofonía en tubería de conducción 10-10

Figura 10.10. Fuga No 1 encontrada en el tramo 1. 10-10
Figura 10.11. Apique realizado en la fuga No 1 10-11
Figura 10.12. Sellado de la tubería en Fuga No 1 10-11
Figura 10.13. Apique para inspección de fuga No2 10-12
Figura 10.14. Sellado de la tubería en Fuga No 2 10-13
Figura 10.15. Registro de presiones de la prueba hidrostática 10-14
Figura 10.16. Localización general de los apiques 1, 2 y 3. 10-16
Figura 10.17. Localización general de los apiques 4, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 5 y 6. 10-16
Figura 10.18. Localización general de los apiques 8, 9, 10 y 11 10-17
Figura 10.19. Apique N° 1 10-19
Figura 10.20. Apique N° 2 10-20
Figura 10.21. Apique N° 3 10-21
Figura 10.22. Apique N° 4 10-22
Figura 10.23. Apique N° 4-2 10-23
Figura 10.24. Apique N° 4-3 10-24
Figura 10.25. Apique N° 4-4 10-25
Figura 10.26. Apique N° 4-5 10-26
Figura 10.27. Apique N° 5 10-27
Figura 10.28. Apique N° 6 10-28
Figura 10.29. Apique N° 7 10-29
Figura 10.30. Apique N° 8 10-30
Figura 10.31. Apique N° 9 10-31
Figura 10.32. Apique N° 10 10-32
Figura 10.33. Apique N° 11 10-33
Figura 10.34. Localización general del sistema de conducción 10-34
Figura 10.35. Resumen de tramos de tubería instalados de la conducción. 10-35
Figura 10.36. Localización general del sistema de aducción desarenador a PTAP 10-37
Figura 10.37. Tramo de tubería levantada a la salida del Tanque Nº1 10-38
Figura 10.38. Fin de Tramo Nº2, agua retenida en la tubería 10-38
Figura 10.39. Localización del alineamiento del tramo Nº3 la tubería de conducción 10-39
Figura 10.40. Punto de inicio Tramo Nº4 10-39

Figura 10.41. Paso de tubería por debajo del canal del ingenio 10-40
Figura 10.42. Zanjas llenas de agua 10-40
Figura 10.43. Final del tramo Nº4 fase II 10-41
Figura 10.44. Inicio del Tramo Nº5 10-41
Figura 10.45. Transversales sin tapa en el Tramo Nº5 10-42
Figura 10.46. Caja de válvula mal instalada 10-42
Figura 10.47. Instalación de válvula de control 10-43
Figura 10.48. Tubería expuesta al final del Tramo Nº5 10-43
Figura 10.49. Localización del caisson Nº1 10-44
Figura 10.50. Localización del caisson Nº2 10-44
Figura 10.51. Localización del caisson Nº3 10-45
Figura 10.52. Tramo Nº1 sin instalar por la vía nacional La Virginia- Apia 10-45
Figura 10.53. Tramo Nº2 Fase III sin instalar 10-46
Figura 10.54. Tramo Nº3 Fase III sin instalar 10-46
Figura 10.55. Tramo Nº4 fase III paso por glorieta sin instalar Anserma Nuevo- La Virginia .. 10-47
Figura 10.56. Variación de caudal en la semana 10-48
Figura 10.57. Grafica de variación de caudal horario 10-49
Figura 10.58. Curva de modulación de caudales 10-50

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Información entregada por la empresa.
Anexo B: Informe de amarre topográfico.
Anexo C: Fichas de apiques.
Anexo D: Formato de control prueba hidrostática
Anexo E: Registro fotográfico.
Anexo F: Planos

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2007 se ejecutaron los estudios y diseños de actualización del Plan Maestro de Acueducto del municipio de La Virginia, en los cuales con relación con la conducción principal de agua potable objeto del presente contrato, se realizó a nivel de levantamiento, diagnóstico y recomendaciones para su mejoramiento y optimización, debido a que fue instalada hace aproximadamente 60 años y está construida en Asbesto – Cemento presentando procesos de acartonamiento, evidenciado en las múltiples fallas que se han presentado, de acuerdo con lo informado por los técnicos de la Empresa, además de que su alineamiento se encuentra por predios privados y cultivos de caña de azúcar, que en su mayoría no tienen identificada la servidumbre de la tubería, dificultando su localización y el acceso para realizar las actividades de inspección, operación y mantenimiento y provocando que la maquinaria agrícola usada para los cultivos de caña de azúcar la pise y genere su rotura, debido a su inadecuada profundidad de instalación. Igualmente, en varios de sus tramos la tubería presenta procesos de acartonamiento debido a la presencia de acidez en el suelo.

La conducción existente, actualmente en operación, entre el tanque de almacenamiento, ubicado en la Planta de Potabilización – PTAP y el tanque elevado, ubicado en el predio de las instalación administrativas de la Empresa, en la zona urbana del municipio, tiene una longitud de 6507 m[1], está conformada en su mayor parte en tubería en material de Asbesto – Cemento (AC), Ø16" y con tramos intermedios de este mismo material, en diámetros Ø14" y Ø18", se tienen otros tramos de tuberías de diámetros y materiales como son: un tramo de Ø12" en acero al carbón instalada en el viaducto de cruce del Río Risaralda, de longitud 61.00 m y un tramo final en PVC Ø16", de longitud 415.0 m.

El diseño de la fase II de esta conducción se realizó en el año 2013, consistente en la primera etapa con una extensión de 3965 m y que fue construida en el marco del contrato de renovación y optimización de la aducción de agua cruda entre el desarenador y la planta de potabilización, quedando pendiente por construir dos pequeños tramos, estos es: el empalme a la caja de válvulas de salida del tanque principal, en una extensión de 150.00 m y el cruce de la vía nacional entre Pereira – Apía (al pacífico), en una longitud de 50.0 m.

En el año 2015 se realizaron los estudios y diseños para la construcción de la fase III de la conducción de acueducto urbano del Municipio de la Virginia, las obras correspondientes a estos estudios solamente se pudieron iniciar en el año 2022 y por esta razón, el terreno donde se diseñaron los tramos en viaductos correspondientes al cruce del canal de aguas lluvias de la vía troncal Virginia – Apia y el cruce del río Risaralda se deterioraron geotécnicamente presentando actualmente movimientos de masa en los sectores donde se habían proyectado los apoyos de los viaductos, por no haberse construido las obras de protección de riesgo de socavación hidráulica que presentaban los taludes, hacia el canal y hacia el río y por lo tanto los apoyos de cimentación (caisson) fueron reubicados de los puntos fijados en el diseño, haciendo necesario que se realice un rediseño que garantice su estabilidad geotécnica.

Igualmente, en el proceso de construcción de esta conducción está faltando por instalar los siguientes tramos de la misma:

[1] Plan Maestro de Acueducto. Capítulo 3. Diagnóstico del Sistema de Acueducto. Pág 3-35.

1- K0+923 a K0+945 Cruce de la vía troncal Virginia a Apia
2- K3+965 a K4+250: Fin del tramo instalado en la fase II e inicio del tramo instalado en la fase III.
3- K5+500 a K5+600 Cruce de la glorieta de la vía pacifico tres.
4- K6+240 a K6+970 Tramo urbano iniciando en el sector de los viaductos, el cruce del canal y el río Risaralda hasta el tanque elevado.

Para poder terminar de construir esta conducción, se requiere ejecutar el rediseño de los tramos faltantes y así poder garantizar su funcionabilidad por tal motivo la empresa de Servicios Públicos de La Virginia contrato con la Empresa AGUA XXI INGENIERÍA SAS, "*EL DISEÑO DE LA FASE FUNCIONAL DEL PROYECTO CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE"*

1.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo a los alcances del proyecto la conducción se encuentra localizada entre la salida del Tanque Nº1 ubicado en la PTAP y el Tanque Alto que se encuentra ubicado aledaño a las instalaciones de la Empresa de servicios públicos de la Virginia

En la Figura 1.1 se presenta la localización del alineamiento de la conducción de agua potable de la Virginia.

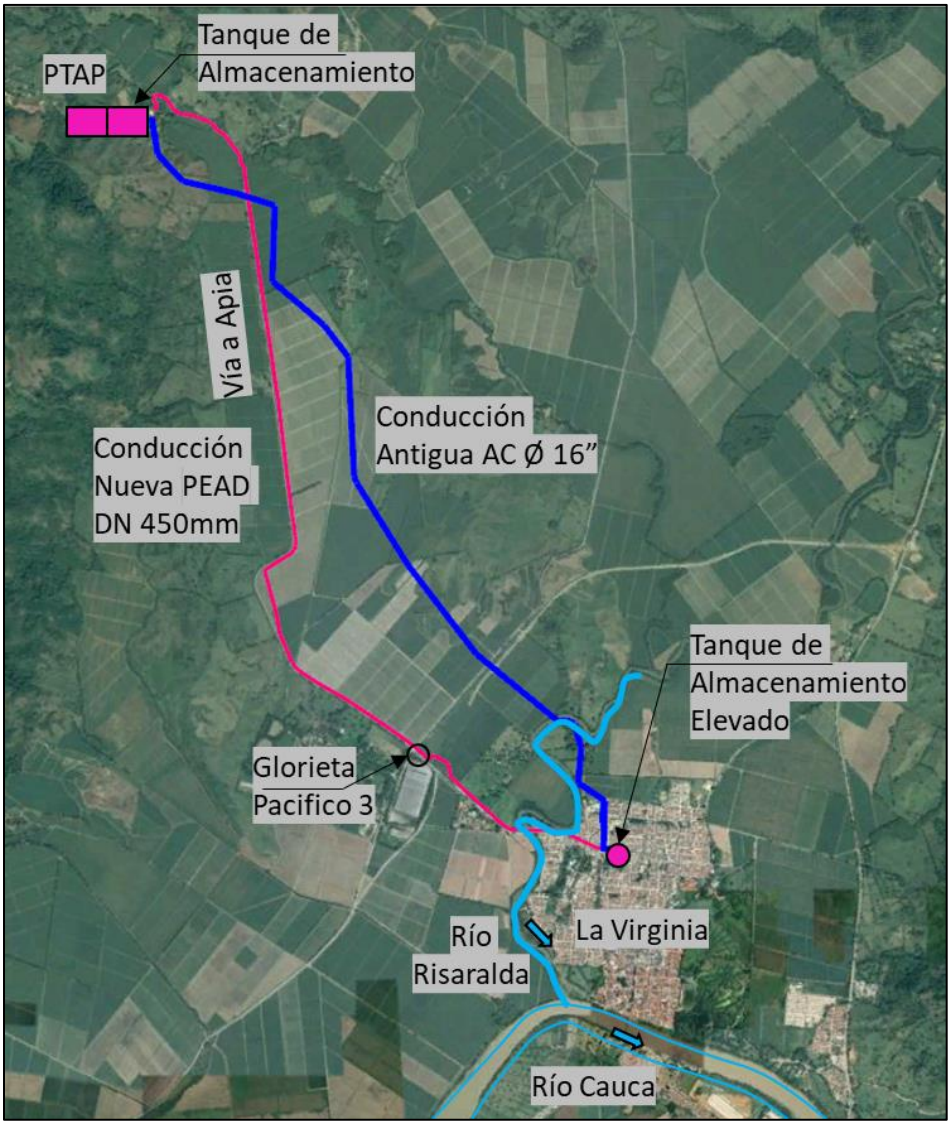


Figura 1.1. Localización general del proyecto

1.2. OBJETIVO GENERAL

Elaborar de los estudios y diseños de para fase funcional del proyecto de conducción de agua potable.

1.2.1. Objetivos específicos

De acuerdo con los pliegos de referencia, los alcances básicos de los estudios y diseños de para fase funcional del proyecto de conducción de agua potable son:

1. **Recopilación y análisis de la información existente**

   - Recopilar y analizar la información existente sobre el tema, que posea el Municipio, La Empresa prestadoras de los servicios públicos, la Corporación Autónoma Regional

(CARDER), el Plan Departamental de agua (PDA), el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT).

2. **Revisión, ajuste y diseño de detalle de la siguiente infraestructura:**

   - Optimización del Tanque de Almacenamiento para eliminación de zonas muertas.
   - Rediseño de bypass.
   - Ajuste y diseño de detalle de las estaciones de Macromedición.
   - Diseño del tramo de conducción que servirá de empalme entre el tanque y el Tramo No. 1: K0+000 a K0+150

3. **Localización geométrica (planimetría y altimétrica) de los siguientes tramos:**

   - Tramo No. 1: K0+000 a K0+150
   - Tramo No. 2: K0+150 a K3+965
   - Tramo No. 3: Instalado en fase III
   - Tramo No. 4: Tramo urbano proyectado

Nota: El levantamiento topográfico incluye transversales, válvulas de purga, válvulas des aireadoras y demás accesorios e infraestructura existentes.

4. **Diseño del cruce de la vía troncal Virginia-Apia teniendo en cuenta las disposiciones de INVIAS para la construcción de este tipo de cruce vial y apoyo a la gestión técnica para la aprobación del permiso por parte de INVIAS.**

5. **Actividades para el tramo No. 1: K0+000 a K0+150**

   - Inspección con amplificador de sonido electrónico (geófono).
   - Contrastación de lo diseñado en el año 2012 contra plano récord.
   - Prueba hidrostática de la tubería existente.
   - Diagnóstico y recomendaciones.
   - Diseñar los componentes de la conducción de acueducto que a criterio del diseñador se requiera con el fin un óptimo funcionamiento de la red.

6. **Actividades para el tramo No. 2: K0+150 a K3+965.**

   - Inspección con amplificador de sonido electrónico (geófono).
   - Contrastación de lo diseñado en el año 2012 contra plano récord.
   - Pruebas hidrostáticas cada 400 metros en la tubería existente.
   - Diagnóstico y recomendaciones.
   - Diseñar los componentes de la conducción de acueducto que a criterio del diseñador se requiera con el fin un óptimo funcionamiento de la red.

7. **Actividades para el tramo No. 3: Instalado en fase III:**

   - Inspección con amplificador de sonido electrónico (geófono).
   - Contrastación de lo diseñado en el año 2012 contra plano récord (año 2022).

- Pruebas hidrostáticas cada 400 metros en la tubería existente.
- Diagnóstico y recomendaciones.
- Diseñar los componentes de la conducción de acueducto que a criterio del diseñador se requiera con el fin un óptimo funcionamiento de la red**.**

8. **Estudios y Diseños para ejecutar las obras de cruce del canal de aguas lluvias del Río Risaralda incluyendo: El planteamiento, análisis y selección de alternativas, una de estas alternativas debe corresponder a la evaluación y optimización de los diseños existente y las demás actividades propias de diseño de este tipo de obras, tales como:**

   - Estudio hídrico fluvial del rio Risaralda en el área aferente al cruce.
   - Estudio topográfico amarrado al sistema de georreferenciación MAGNA SIRGAS Único Nacional.
   - Diseño hidráulico y geométrico.
   - Diseño geotécnico.
   - Diseño estructural.
   - Entre otros.

9. **En la red de conducción casco urbano se realizará la revisión y rediseño del trazado a nivel de detalle.**

   - Una vez se disponga de la localización precisa planimétrica y altimétricamente se realizarán el diseño de optimización de la totalidad de conducción, se incluyen los tramos construidos y por construir, mediante la utilización de la simulación hidráulica del proyecto.

10. **Gestionar los permisos de:**

    - Cruce y/o intervención de vías de INVIAS.
    - Ocupación de cauces ante la CARDER.
    - Aprobación del proyecto por parte de la ANI, si se requiere.

11. **Entregar presupuestos de obras adicionales y programación.**

12. **Estudio de la gestión predial del proyecto, incluye avalúos catastrales**

Nota 1: Los diseños, planos, presupuestos y demás elementos de la consultoría deben contener y entregarse con la totalidad de elementos definidos en el capítulo V de la Resolución MVCT No. 0661 de 2019.

Nota 2: Los diseños, planos, presupuestos y demás elementos para los trámites ante CARDER, INVIAS O ANI, deben contener y entregarse con la totalidad de elementos definidos por la normatividad de cada entidad.

1.3. METODOLOGÍA APLICADA

Para dar cumplimiento a los objetivos propuestos en el presente estudio, se estableció un plan de trabajo que consta de dos etapas. En primera instancia, se realiza una etapa de diagnóstico, en la

cual, como medida inicial se hace una reunión de socialización donde las partes interesadas dejaran en conocimiento sus principales problemáticas y expectativas en el desarrollo del proyecto y de esta forma poder hacer un diagnóstico situacional del sistema general.

En esta primera etapa se realizará la recopilación y análisis de la información existente, de fuentes oficiales como la Empresa de Servicios Públicos, la Secretaría de Planeación Municipal, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), entre otras, así como los diferentes estudios realizados anteriormente de los cuales se obtiene información valiosa para el desarrollo del presente estudio; también se realiza un resumen de los aspectos generales del Municipio, las características socioeconómicas y culturales del municipio, así como un estudio de la población, estudio de crecimiento de los suscriptores, consumos e índice de agua no contabilizada, lo anterior con el objetivo de obtener información actualizada de la población beneficiada y de esta forma poder calcular la demanda proyectada y determinar la capacidad instalada de las estructuras y tuberías que hacen parte del alcance del presente estudio.

Posteriormente se va a realizar un diagnóstico situacional de los componentes que hacen parte del sistema de acueducto correspondiente a los alcances del presente estudio (sistema de almacenamiento, sistemas de medición y tramos de la conducción instalados en las diferentes fases constructivas), con el fin de establecer cuáles de los anteriores componentes deben ser intervenidos y donde se presentan las mayores problemáticas, de esta manera se podrá realizar un planteamiento y análisis de alternativas de mejora seleccionando la más viable.

En esta etapa se van a realizar apiques con el fin de determinar la localización exacta de los puntos donde inicia y termina la tubería que fue instalada durante las fases I y III; también se localizara la tubería y la profundidad de instalación en puntos intermedios de los tramos instalados.

Con el fin de verificar la hermeticidad de la tubería instalada se realizarán pruebas hidrostáticas a los tramos instalados en la fase II, para lo cual se hará uso de la norma NC-AS-IL01-31 de EPM: prueba de presión hidrostática en redes de agua potable.

Teniendo seleccionadas las alternativas de mejora del sistema, sigue la fase de diseño en donde van a estar consignados a detalle todos los procesos de ingeniería, las especificaciones técnicas y los estudios necesarios para la ejecución de las obras (topográficos, geotécnicos, hidráulicos y estructurales), para finalizar, esta fase se elaborarán los presupuestos, la documentación e información necesaria para los permisos de intervención vial y ambientales requeridas.

2. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN EXISTENTE

Durante esta etapa se llevó a cabo la planeación de la logística requerida para la adecuada ejecución del proyecto, se elaboró el cronograma de actividades y se definieron fechas para el desarrollo de tareas y actividades, tanto en campo como en oficina.

La primera actividad desarrollada en los estudios corresponde a la recopilación y análisis de la información existente, con base en la cual se aclararon los alcances del estudio y las labores de campo complementarias requeridas para obtener la información necesaria; a medida que se obtuvo la información se clasificó y organizó en formatos especiales de recopilación de información, los cuales fueron diseñados para tal fin.

Es importante tener en cuenta que la disponibilidad de información y la consecución de la misma, no fue tarea fácil, desafortunadamente la Empresa de Servicios Públicos no cuenta con planos récords de la tubería instalada por lo cual se tuvo que hacer reuniones con los ingenieros encargados de instalar la tubería en su momento, es de aclarar que las indicaciones fueron de tipo verbal por lo cual no fue posible tener una referencia exacta de los puntos donde inicia y termina los tramos de tubería instalada.

Como fuente primaria de información se constituyen Las Empresas Públicas Municipales de la Virginia, la Secretaría de Planeación Municipal y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en las cuales se obtuvo información proveniente de estudios previos.

Las estadísticas de la variación anual de suscriptores y su clasificación por uso y estratos, los volúmenes de producción de agua, volúmenes facturados fueron suministrado La Empresa de Servicios Públicos de La Virginia.

Para el cálculo de la población proyectada se obtuvo la información de las estadísticas realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

La principal fuente de información complementaria la constituyen las visitas de campo de tipo interdisciplinario, incluido el personal técnico de la interventoría y de la Empresa de Servicios Públicos.

La información de campo adicional consiste en la elaboración de actividades específicas y especializadas requeridas para realizar el diagnóstico y obtener las bases para elaborar los diseños definitivos, entre estas actividades tenemos: el levantamiento topográfico, la inspección física de la infraestructura, el análisis geotécnico, incluidas las exploraciones de suelos y ensayos, la identificación de predios y servidumbres, entre otras.

A continuación, en el Cuadro 2.1 se relacionan los documentos obtenidos y analizados para el desarrollo del presente estudio y se define el grado de utilidad de cada uno de los documentos obtenidos, para lo cual se establecieron tres niveles de calificación, así: títulos

Cuadro 2.1. Información existente relacionada con el presente estudio

N°	Titulo	Fuente	Año	Formato	Utilidad
1	ESTUDIOS Y DISEÑOS DE ACTUALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA - RISARALDA	Ingeniero Diego león Álzate	2007	Digital	MN
2	DISEÑO CONDUCCIÓN PRINCIPAL PTAP A TANQUE ELEVADO ACUEDUCTO LA VIRGINIA (FASE I)	Ingeniero Diego león Álzate	2012	Digital	MN
3	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA FASE III DE LA CONDUCCIÓN ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA	Agua XXI Ingenieria SAS	2015	Digital	MN
4	ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA DE REDES MATRICES Y TANQUE DE ALMACENAMIENTO, PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA A LAS ZONAS DE EXPANSIÓN VIGENTES Y PROYECTADAS EN EL PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO Y AL SECTOR DE LA VARIANTE DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA	Ingeniero Diego león Álzate	2014	Digital	MN
5	PLANO RECORD DE OBRA DE LA CONDUCCIÓN ENTRE EL TANQUE DE LA PTAP Y EL TANQUE ELEVADO, FASE II: K0+150 A K3+967	Ingeniero Jose Fernando Suarez (Contratista de obra)	2013	Digital	MN
6	FORMULACIÓN DE LOS PLANES PARCIALES DE LAS AREAS DE EXPANSIÓN URBANA NORORIENTAL Y SURORIENTAL DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA	Arquitecto Edgar Salomón Cruz	2022	Digital	MN
7	ACTUALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LA SECTORIZACIÓN Y MACROMEDICIÓN DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA RISARALDA	Ingeniero Camilo Ernesto Rodriguez Angel	2013	Digital	MN
8	PLAN BASICO DE ORDENAMIENTO TERRITORIA DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA RISRALDA	Alcaldia municipal - Secretaria de Planeacion	2021	Digital	MN
9	EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PARA EL SUMINISTRO DE AGUA POTABLE AL PROYECTO DE LA PLATAFORMA LOGISTICA DEL EJE CAFETERO (PLEC), BASADOS EN DIFERENTES PROYECTOS DESARROLLADOS POR EL ASESOR HIDRAULICO DE LA PLEC	Agua XXI Ingenieria SAS	2022	Digital	MN
10	REGISTRO HISTORICO DE USUARIOS DE LOS ULTIMOS 4 AÑOS Y VOLUMENES FACTURADOS	Empresa de Servicios Publicos de La Virginia, Risaralda	2023	Digital	MN

Convenciones de utilidad

- M.N. : Muy Necesario
- N. : Necesario
- N.A. : No Aplica.

En el Anexo A "*Información entregada por la Empresa*"

3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS Y CULTURALES DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA, RISARALDA.

3.1. ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA, RISARALDA.

3.1.1. Localización y descripción del municipio

Identificación del municipio:

Nombre del municipio:	LA VIRGINIA RISARALDA
NIT:	891480027-1
Código DANE:	66400
Gentilicio:	Virginianos
Coordenadas:	4.89736 - -75.8828

Localización del municipio:

El municipio de La Virginia se encuentra localizado en la parte media central del Departamento de Risaralda, al occidente de la ciudad de Pereira, aproximadamente a 30 km. Sus terrenos son planos a ondulados, situados en la confluencia de los ríos Cauca y Risaralda; limita por el norte con el departamento de Caldas a la altura del municipio de Belalcázar, por el sur con el municipio de Pereira (Corregimiento de Caimalito), por el oriente con los municipios de Pereira y Marsella, y por el occidente con los municipios de Balboa y Santuario.

En la subregionalización ambiental del departamento realizada por la CARDER, La Virginia se ubica en la Subregión II, con los municipios de Balboa, La Celia, Santuario, Apía, Belén de Umbría, Guática y Quinchía, que corresponden a la vertiente occidental del Río Cauca.

El área urbana del municipio está ubicada sobre el valle geográfico del río Risaralda y la parte final del valle geográfico del río Cauca; más del 50% de la zona rural se encuentra en una estribación de la cordillera occidental localizada al oriente del territorio municipal.[2]

Extensión.

Su relieve forma dos tipos de paisaje, el primero pertenece al relleno aluvial de los ríos Cauca y Risaralda y el segundo corresponde a algunas colinas de la Cordillera Occidental. La mayor parte del Municipio se ubica en el primer tipo de relieve, razón por la cual presenta un alto nivel freático, 1.5 metros en promedio. Es el más pequeño de los municipios del departamento de Risaralda, su extensión total es de 33 kilómetros cuadrados.
[3]

División político - Administrativa

Suelo Urbano

[2] Plan Básico de Ordenamiento Territorial Del Municipio De La Virginia, Risaralda -2021
[3] Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de La Virginia Risaralda - 2021.

Se delimita como suelo urbano para el municipio de la Virginia el área que comprende los treinta y tres barrios enunciados en Cuadro 3.1, repartidos en dos sectores delimitados así[4]:

a) El sector comprendido por los barrios Libertadores, Pedro Pablo y el Jardín (asentamiento de origen informal).
b) El sector comprendido por los 31 barrios restantes.

Cuadro 3.1. Listado de barrios

1	Alfonso López	2	Bairon Gaviria	19	Pedro Pablo Bello	20	Pio XII
3	Balsillas	4	Bavaria	21	Portobelo	22	Restrepo
5	Buenos Aires	6	El Ciprés	23	San Antonio	24	San Carlos
7	El Edén	8	El Prado	25	San Cayetano	26	San Fernando
9	El Progreso	10	Expansión Norte	27	Santa Fe	28	Siete de Enero
11	Los Gavilanes	12	La Magdalena	29	Sigifredo Zuleta	30	Tangarife I
13	La Playa	14	Las Américas	31	Tangarife II	32	Zona Central
15	Los Libertadores	16	Los Almendros	33	La Milagrosa		
17	Luis Carlos Galán	18	Obrero				

Fuente: Plan Básico de Ordenamiento territorial La Virginia, Risaralda.

Suelo Rural

El suelo rural del Municipio de La Virginia está conformado por las siguientes tres (3) veredas y el Centro Poblado La Palma.[5]::

- ✓ La Palma
- ✓ Mina Rica
- ✓ El Aguacate

[4] Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de La Virginia Risaralda - 2021.
[5] Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de La Virginia Risaralda - 2021.

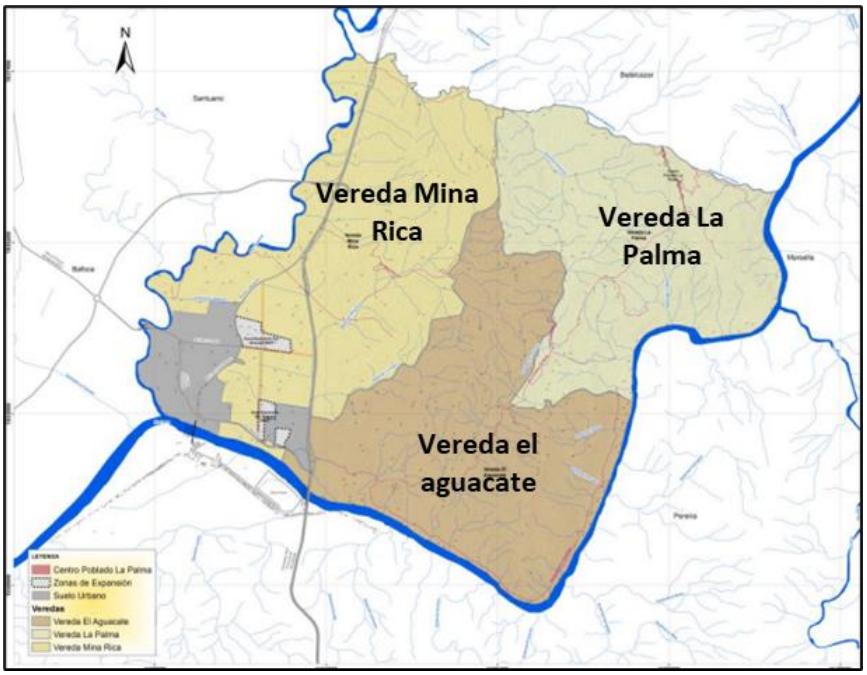


Figura 3.1 **Localización de veredas de La Virginia, Risaralda**
Fuente: Plan Básico de Ordenamiento territorial La Virginia, Risaralda.

3.2. CLIMATOLOGÍA

El comportamiento climático en La Virginia, está determinado por la circulación de la atmósfera en el trópico, que define dos periodos lluviosos al año con máximos en marzo-junio y en Septiembre Noviembre y por las características del relieve. Las precipitaciones varían entre 1.800 y 1.900 mm/año, presentando las mayores pluviosidades hacia la parte Occidental. La precipitación tiende a disminuir hacia el Oriente donde precisamente se encuentra la cabecera municipal.

3.2.1. Temperatura

La temperatura promedio oscila entre 27 y 28°C, y una altura sobre el nivel del mar de 920 m..[6]::

3.2.2. Precipitación

El régimen pluviométrico del municipio es bimodal caracterizado por dos períodos de lluvia en el año; el primero comprende los meses de marzo a junio, con una precipitación promedio mensual de 175.65 mm y el segundo los meses de agosto, septiembre y octubre con una precipitación promedio mensual de 156.5 mm.

3.2.3. Zonas de vida

Bosque Seco Tropical (bs- T): Esta formación vegetal cuenta con una biotemperatura media de 24°C, un promedio anual de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm, pertenece a la provincia de humedad subhúmeda. El área en el municipio es de 2.279 hectáreas.

[6] Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de La Virginia Risaralda - 2021.

Bosque húmedo premontano (bh- PM): Está situado entre los 900 y los 2000 m.s.n.m., con una biotemperatura entre los 18 y los 24°C, lluvia anual entre 1.000 y 2.000 mm. En el municipio ocupa un área de 823 hectáreas.

Disponibilidad De Recursos Naturales, Aunque el municipio es atravesado en un corto trayecto por el río Cauca, su abastecimiento, de agua depende principalmente de los afluentes de la cuenca del río Risaralda, especialmente del río Totuí.

3.3. HIDROGRAFÍA

El municipio hace parte del área hidrográfica Cauca Magdalena, Zona hidrográfica Cauca, Subzona Rio Risaralda y Subzona Opiramá - Río Supía y Otros Directos al Cauca.

Las microcuencas que hacen parte del territorio son:

- ✓ Quebrada Mina Rica y Japón
- ✓ Quebrada Guásimo
- ✓ Quebrada el Cairo
- ✓ Rio Risaralda
- ✓ La María-Portugal

Sus principales drenajes son el Río Cauca y el Río Risaralda, este último Sus componentes hidrográficos son importantes en el desarrollo económico del municipio, ya que son incorporados y utilizados en la irrigación de las tierras aptas para la agricultura y la ganadería, en la industria extractiva de arena y en el aprovechamiento de los recursos turísticos.
[7]

3.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DEL MUNICIPIO

3.4.1. Salud Pública.

Se pueden encontrar centros de salud como el Hospital San Pedro y San Pablo, la Clínica comfamiliar y Pasbisalud Sede de la nueva EPS.

Población afiliada al régimen contributivo: 15931 (atendidos por EPS)
Población afiliada al régimen subsidiado: 12583 (atendidos por ARS)
Población Vinculada sin régimen atribuido: 4968 (Afiliados al SISBÉN que no cuentan con ARS)
Población sin vinculación: 695 (No cuenta con atención por SISBÉN, ARS o EPS) Niños con esquema básico de vacunación: 660

La información brindada por el hospital, revela que una de las principales razones de consulta médica es por infecciones respiratorias agudas, en el primer trimestre de 2011 se presentaron 1347 consultas; La principal causa de muerte es infarto agudo de miocardio y de ataques violentos, la mayoría son con arma de fuego.

[7] Plan Básico de Ordenamiento Territorial – Municipio de La Virginia Risaralda - 2021

3.4.2. Bienestar Social

Características de la vivienda:

El 86,6% de las viviendas de La Virginia son casas, el 8,2% son apartamentos y los 5,2% restantes son cuartos u otro tipo de viviendas.

Educación

En el municipio se encuentran varias instituciones educativas como: Institución educativa Nuestra Señora de la presentación, Institución educativa Bernardo Arias Trujillo, Liceo Gabriela Mistral, Institución educativa Manuelita Sáenz, Institución educativa General Santander, Institución educativa Alfonzo López, Institución educativa Antonio Ricaurte, Institución educativa La Enseñanza, Institución educativa Pio XII, Instituto docente Simón Bolívar, Institución educativa la Salle e Institución educativa los libertadores

La tasa de alfabetismo del municipio señala que el 88,2% de la población de 5 años y más sabe leer y escribir, es un porcentaje alto dado que el 51,7% de la población de 3 a 5 años asiste a un establecimiento educativo formal; el 90,2% de la población de 6 a 10 años, el 79,7% de la población de 11 a 17 años, el 18% de la población de 18 a 26 años y el 1,8% de la población de 27 años o más. En cuanto a nivel educativo, el censo realizado por el DANE arrojo Nivel educativo: El 41,9% de la población residente en La Virginia, ha alcanzado el nivel de básica primaria y el 33,5% secundaria; el 2,1% ha alcanzado el nivel profesional y el 0,3% ha realizado estudios de especialización, maestría o doctorado. La población residente sin ningún nivel educativo es el 11,7%.

Además, en municipio cuenta con el Centro integral de rehabilitación CIREVI, especializado en la formación de niños y jóvenes con síndrome de Down.

3.4.3. Servicios Públicos

Acueducto:

El municipio no cuenta con un Plan Maestro de acueducto y alcantarillado actualizado, que le permita un manejo adecuado del recurso hídrico y llevar a cabo un control sobre la gran cantidad de fugas de agua (Pérdida del 62.35 %). Sin embargo, en la actualidad La Empresa de Servicios Públicos de La Virginia se encuentra ejecutando reposición de redes tanto de acueducto como de alcantarillado y cuenta con programa de uso eficiente y ahorro de agua.[8]

Alcantarillado:

Las aguas vertidas municipales tienen como sitio de disposición final las aguas de los ríos Risaralda poco antes de su desembocadura en el Río Cauca y de este mismo rio (Este terreno es vulnerable a inundaciones, al ocurrir éstas producen reflujo en los alcantarillados).

[8] plan de desarrollo territorial del municipio de La Virginia, Risaralda "La Virginia, nueva visión de futuro" para el periodo 2020-2023

Aseo:

El municipio de La Virginia viene adelantado estudios para la realización del PGIRS en el Municipio, estos datos tienen como fecha límite de entrega el mes de mayo del presente año. Con esto se piensa empezar a coordinar la disposición de residuos y escombros con base a estudios realizados con el Área Metropolitana.

3.4.4. Movilidad

Por hacer parte del área metropolitana, el municipio de La Virginia cuenta con la troncal de occidente la cual ayuda a unir los municipios del departamento con la capital departamental. Convirtiendo así al municipio de La Virginia en articulador del departamento.

El transporte intermunicipal desde y hacia La Virginia es bueno en cuanto a sus frecuencias y tarifas; los equipos utilizados para prestar este servicio es el comúnmente utilizado y autorizado para el transporte intermunicipal, teniendo en cuenta que los vehículos en tránsito (buses, busetas, microbuses, taxis) son los que van hacia municipios de los departamentos del occidente de Risaralda, Chocó y el Sur Occidente de Caldas. Los vehículos especializados en el transporte de viajeros (directos) hacia Medellín no hacen parada en La Virginia.[9]

3.5. DIAGNÓSTICO DE LA POBLACIÓN

La población directamente beneficiada con el proyecto corresponde a los habitantes del casco urbano del municipio de La Virginia.

3.5.1. características socio-culturales de la población.

Aspectos Culturales.

Las fiestas religiosas y culturales más representativas que se celebran son:

- ✓ Fiestas del Sol, Rio y Arena – 28 de noviembre al 3 de diciembre
- ✓ Feria de San Isidro - junio
- ✓ Fiesta del Campesino (Veredas La Palma-El Aguacate) - junio
- ✓ Fiestas Patronales Virgen del Carmen - Julio 16
- ✓ Día de Las Mercedes – septiembre.

Centros recreacionales: Centro recreacional Los Farallones, balneario La Parcela, centro de convenciones Bethel, centro recreacional el finco.

Además, hay buena oferta de hoteles para los turistas, se pueden encontrar el hotel New York, Milenio, El Edén Porteño, Las Perlas, Las Palmas, Alejandría, Caña Dulce.

[9] Análisis de Situación de Salud con el Modelo de los Determinantes Sociales de Salud – Secretaria de Salud La Virginia Risaralda.

3.5.2. Economía

La economía municipal en la zona urbana no presenta renglones muy definidos, caracterizada principalmente por la actividad comercial, seguido por la extracción de material de arrastre, servicios y en menor proporción la pesca y la industria[10], el detalle de estas se observa en el Cuadro 3.2

Cuadro 3.2. Actividades económicas urbanas

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÒN	CANTIDAD
Comercial	Pequeños y medianos establecimientos dedicados a la compra y venta de bienes	467 establecimientos
Extracción de material	Hace exclusiva referencia a las actividades de extracción de materiales para la construcción como arena, arenòn, gravas; hasta su depósito transitorio en playas.	202 Cooperativa que aglutinan 327 personas
Servicios	Pequeños y medianos establecimientos dedicados a la venta de servicios	112 establecimientos
Pesca	Se trata de la actividad de pesca artesanal y no industrial en los ríos Cauca y Risaralda	56 pescadores
Industrial	Hace referencia a las actividades de transformación de algún tipo de insumos como fábricas de muebles, planta de asfalto y dos establecimientos dedicados al reciclaje de plástico	22 establecimientos
Porcícola	Hace referencia a la actividad legalizada de levante, engorde y venta de cerdos	11 cocheras
Sacrificio de ganado	Se circunscribe a las actividades desarrolladas en el matadero municipal	1 establecimiento

Fuente: Plan Básico de ordenamiento Territorial- Secretaria de Planeación

3.5.3. ¿En qué época se da la mayor población flotante?

En las épocas donde se evidencia una mayor población flotante es para festividades de fin de año, en la celebración de las fiestas del Sol, Rio y Arena 28 de noviembre al 3 de diciembre, realizada cada año.

3.5.4. Pobreza

De acuerdo con la información de la ficha reporte de identificación de privaciones de IPM (Índice de Pobreza Multidimensional) para hogares SISBÉN, en el municipio de La Virginia se tienen las siguientes cifras[11].

- ✓ No. total, de personas pobres por IPM: 22.138
- ✓ No. de hogares con jefatura femenina: 6.568
- ✓ No. de hogares focalizados red unidos: 494
- ✓ No. de hogares focalizados MAS FAMILIAS EN ACCIÓN: 519

[10] Plan básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de La Virginia, Risaralda.

[11] Marco territorial de lucha contra la pobreza extrema - Secretaría De Planeación y Secretaria De Desarrollo Social -2017

Las privaciones del Índice de Pobreza Multimensional, de los hogares registrados en SISBEN, se muestran a continuación:

Cuadro 3.3. Privaciones del IPM en hogares registrados en SISBEN – Municipio de La Virginia

Dimensión	Indicador	Hogares con privación	Incidencia hogares con privación
Condiciones educativas del hogar	Bajo logro educativo	8254	77.25%
	Analfabetismo	2923	27.36%
Condiciones de la niñez y la juventud	Inasistencia escolar	1402	13.12%
	Rezago escolar	2537	23.74%
	Barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia	2406	22.52%
	Trabajo infantil	46	0.43%
Trabajo	Desempleo de larga duración	3958	37.04%
	Trabajo informal	9695	90.73%
Salud	Sin aseguramiento de salud	7755	72.58%
Acceso a servicios domiciliarios y condiciones de vivienda	Sin acceso a fuente de agua mejorada	96	0.90%
	Inadecuada eliminación de excretas	41	0.38%
	Pisos inadecuados	293	2.74%
	Paredes exteriores inadecuadas	496	4.64%
	Hacinamiento critico	2939	27.51%

Fuente: Marco territorial de lucha contra la pobreza extrema -Secretaría De Planeación y Secretaria De Desarrollo Social La Virginia, Risaralda

Observando en el cuadro anterior, se encuentra que los mayores porcentajes de privaciones de población se encuentran en los siguientes indicadores:

La mayor privación corresponde a la dimensión trabajo indicador trabajo informal, con el 90.27 % de hogares con privación equivalentes a 9695 hogares, seguido por la dimensión condiciones educativas del hogar en el indicador bajo logro educativo con el 77.25% siendo un total de 8254 hogares con privación

No obstante, las cifras del SISBEN, es importante discernir sobre algunas variables del reporte de privaciones; cifras estadísticas del reporte permiten observar lo siguiente[12].:

1. Respecto al trabajo informal: la cifra de 9695 hogares con privaciones, tiene algún contrasentido en cuanto se compara con la cifra de personas afiliadas al régimen contributivo de seguridad social 19196 que permite inferir que aproximadamente 4799 hogares no estaría en informalidad, considerando un promedio de 4 personas por hogar.
2. El aseguramiento en salud en el municipio registra los siguientes datos: 19196 personas están afiliadas al régimen contributivo y 16202 están afiliadas al régimen subsidiado en salud,

[12] Marco territorial de lucha contra la pobreza extrema - Secretaría De Planeación y Secretaria De Desarrollo Social -2017

mientras que el reporte del SISBEN muestra que 7755 hogares tienen privación en aseguramiento, situación que no puede sustentarse cuando se sabe que la población del municipio es de 32000 habitantes.

3. Respecto a la privación de inasistencia escolar, no es soportable que pueda haber 1402 hogares con esa privación, pues al comparar el número de estudiantes del sistema educativo formal (preescolar, básica y media)

3.5.5. Estructura Administrativa Municipal



Figura 3.2 **Organigrama de la administración municipal**

Fuente: http://www.lavirginia-risaralda.gov.co/municipio/informacion-general

4. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO CON RELACIÓN AL ESTADO DE LA CONDUCCIÓN PRINCIPAL DE AGUA POTABLE

4.1. ANTECEDENTES

En el 2011 se celebró el contrato de obra pública No 1585 de 2011 cuyo objeto fue "*Rehabilitar El Sistema De Acueducto De La Virginia En Sus Componentes Bocatoma, Aducción Y Tanque De Sedimentación*"- Fase I, el cual presento una adición en noviembre del 2012 que tuvo por objeto la "*Construcción De La Nueva Línea De Conducción Del Acueducto Ubicado Entre Las Abscisas K0965 Y K3+850"* – Fase II.

En agosto del año 2020 se celebró el convenio interadministrativo CUR 893 de 2020 entre El Ministerio De Vivienda, La Gobernación De Risaralda, El Municipio De La Virginia y La Empresa De Servicios Públicos De La Virginia, Risaralda, cuyo objetivo es "*CONSTRUCCIÓN DE LA FASE III LÍNEA DE CONDUCCIÓN ACUEDUCTO URBANO DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA RISARALDA*"

En el cual se ha establecido la necesidad de modificar los diseños de los tramos rurales específicamente en los puntos de los viaductos ya que debido a la ola invernal y al incremento de los niveles de los canales y el río Risaralda se ha erosionado el sector Mocatan sitio donde se plantean cimentar los pilotes que sostendrían estas estructuras, así mismo se modificarían las cantidades de obra para presentar ante el ministerio.

El tramo de cruce de la vía troncal la virginia-Quibdó por la conducción, requiere de un diseño especial el cual debe ser aprobado por INVIAS.

Igualmente, el cruce de la conducción donde se localiza la glorieta La Virginia – Apia, requiere un nuevo trazado lo que implica una modificación en los diseños y un nuevo tramite de intervención con la Agencia nacional de Infraestructura -ANI.

En el tramo urbano se determinó que la red de gas domiciliario coincide con el trazado diseñado para la red de acueducto de 450 mm, lo que implica cambiar el trazado de este tramo, lo que afecta la vía nacional, y lo que implica tramitar un nuevo permiso de intervención de vía, ante el instituto nacional de vías – INVIAS.

En el tramo de la vía nacional La Virginia – Apia en el sector Mocatan (K0+031 a k+032) se presenta un hundimiento en un tramo donde proyecta la instalación de una parte de la tubería, por lo cual se requirió que INVIAS emitiera un concepto técnico e indicara si en el lugar se presenta una falla o movimientos de remoción en masa que pudiera generar inestabilidad en el terreno, en caso de ser afirmativo se solicitó indicar que obras se plantean y el tiempo de ejecución, para de esta manera definir si se debe modificar el trazado de la tubería, hasta el momento no se tiene respuesta.

Se determinó que existe una alta probabilidad de que existan obras no terminadas (Cruces de vías e instalación de accesorios) correspondientes a los contratos de la Fase I y Fase II del contrato de obra pública N° 1585 de 2011, por lo cual, se hace necesario contratar una nueva consultoría que indique el estado y obras pendientes de las redes instaladas durante la fase II.

Por otro lado, el 12 de enero del año 2023 se presentó una caída de presión súbita en la red antigua de conducción de agua potable de la planta de tratamiento hacia el municipio de la Virginia, quedándose sin suministro de agua potable la totalidad del municipio durante seis días, ocasionando que al interior del municipio se declarara calamidad pública y la emergencia manifiesta para atender la situación, cabe aclarar que la reparación fue provisional a la espera de los estudios definitivos que determinaran las obras definitivas a ejecutar.

Debido a la vulnerabilidad actual que presenta la red de conducción antigua hace necesario que se tomen las acciones necesarias para poner en funcionamiento la nueva red de agua potable en el menor tiempo posible.

4.2. ÁREA DE COBERTURA

Se definió que el área determinada para el presente estudio corresponde a la franja de la conducción con una longitud de 7940 metros, esta conducción tiene como función abastecer toda el área de prestación de servicio de acueducto del sector urbano, áreas de expansión y algunos predios aledaños a la conducción los cuales se encuentran localizados en el área rural, entre los cuales se tiene un de barrio de invasión localizado contiguo al sector de localización de la PTAP.

Por lo anterior se determina que el área de la cobertura total corresponde al área urbana, de expansión y parte del sector rural del municipio de La Virginia Risaralda.

4.3. SISTEMA DE ACUEDUCTO

El sistema de conducción está conformado por dos redes independientes; una red antigua y una red nueva de las cuales solo la red antigua está en funcionamiento, esto debido a que en la red nueva no se instalaron los tramos de tubería debido a que requieren de permisos de intervención de vía ante la ANI e INVIAS y paso sobre el río Risaralda ante la CARDER.

La conformación de la red de conducción antigua de agua potable con una longitud total de 6846 metros, las cuales se encuentra distribuida según se muestra en el Cuadro 4.1:

Cuadro 4.1. Conformación de la red de conducción en funcionamiento

RED DE CONDUCCIÓN EN FUNCIONAMIENTO LA VIRGINIA, RISARALDA			
MATERIAL	**DESCRIPCIÓN**	**DIAMETRO Ø (In -mm)**	**LONGITUD (m)**
ASBESTO CEMENTO	RED ANTIGUA EN FUNCIONAMIENTO	350	250
ASBESTO CEMENTO	RED ANTIGUA EN FUNCIONAMIENTO	400	1350
ASBESTO CEMENTO	RED ANTIGUA EN FUNCIONAMIENTO	450	4770
ACERO AL CARBON	RED ANTIGUA EN FUNCIONAMIENTO (Tramo viaducto en cruce río Risaralda)	12"	61
PVC	RED ANTIGUA EN FUNCIONAMIENTO (Tramo final)	16"	415
TOTAL RED DE CONDUCCIÓN EN FUNCIONAMIENTO			**6846**

La red en funcionamiento, en su mayor parte, en tubería de asbesto cemento presenta una antigüedad de más de sesenta (60) años, debido a esto presenta acartonamiento, en algunos de sus tramos se encuentra instalada a profundidades no mayores a un metro y frecuentemente presenta roturas ya que su trazado se localiza por medio de cultivos de caña de azúcar que por la acción de la maquinaria

agrícola que es empleada para dichos cultivos ocasiona daños en la red y cortes la prestación del servicio.

Por otra parte, la red nueva en PEAD se encuentra fuera de servicio ya que algunos de sus tramos se encuentran sin instalar. Los tramos sin instalar corresponden a los cruces de las vías y al paso por el río Risaralda y el tramo en a localizar en el área urbana.

Esta red nueva está conformada por seis tramos de los cuales dos (2) corresponden a la fase II (año 2012) y cuatro (4) tramos a la fase III (año 2022), la descripción y conformación detallada de los tramos de la red nueva se presentan posteriormente en el capítulo de diagnóstico.

5. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y DEMANDA

5.1. DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE DISEÑO

De acuerdo con el RAS 2017 CAPITULO 1 ASPECTOS GENERALES, ARTICULO 40, **Periodo de diseño** Para todos los componentes de los sistemas de acueducto, alcantarillado y aseo, se adopta un periodo de diseño de 25 años, por lo tanto, el consultor determina usar este periodo de diseño.

5.2. PROYECCIÓN DE POBLACIÓN URBANA

5.2.1. Cálculo de la rata de crecimiento

5.2.1.1. Cálculo de la rata de crecimiento con los datos históricos censos DANE, zona urbana del municipio de La Virginia, Risaralda.

- ✓ **Datos históricos de los censos DANE.**

En el Cuadro 5.1, se presentan los datos históricos oficiales del DANE para la población de la cabecera municipal de La Virginia, Risaralda correspondientes a los censos de los años 1964, 1973, 1985, 1993, 1993, 2005 y 2018.

Cuadro 5.1. Datos históricos censos DANE.

Historicos Censos DANE	
AÑO	**POBLACIÓN**
1964	12223
1973	16008
1985	24349
1993	27847
2005	29546
2018	25381

Fuente: DANE -Histórico censos

- ✓ **Determinación de la rata de crecimiento con base en los datos históricos de los censos.**

Se definió la rata de crecimiento por lo diferentes métodos, teniendo en cuenta la información de las estadísticas del DANE de los censos de los años, 1964, 1973, 1985, 1993, 2005, 2018.

En el Cuadro 5.2 se relaciona los resultados de las ratas de crecimiento obtenidas para cada periodo y el promedio, según datos consultados en el DANE.

Cuadro 5.2. Comportamiento de r y k, a partir de los datos históricos DANE.

RATAS DE CRECIMIENTO CENSO DANE			
Fuente	Periodo	Geométrico	Exponencial
		r	k
DANE	1964-1973	0.030	0.030
DANE	1973-1985	0.036	0.035
DANE	1985-1993	0.017	0.017
DANE	1993-2005	0.005	0.005
DANE	2005-2018	-0.012	-0.012
PROMEDIO		**0.022**	**0.022**

**Calculado a partir del registro histórico de los censos DANE 1964 a 2018.*

En el periodo 2005 – 2018 se presenta una rata de crecimiento negativa, debido a que la población en el año 2018 disminuyo en relación al censo realizado en el año 2005, por lo cual no se puede utilizar esta información para la determinación de la proyección de la población.

De acuerdo con los cálculos realizados con el histórico de los censos del DANE se obtiene un valor promedio de r= 0.022 =2.2% y k= 0.022 = 2.2%

5.2.1.2. Cálculo de la rata de crecimiento con los datos de proyección del DANE (2018-2035)

- ✓ **Datos de proyección de población DANE (2018-2035)**

Se consultó en la información del DANE la proyección de población desde el año 2018 al año 2035, tal como se muestra en el Cuadro 5.3.

Cuadro 5.3. Proyección de población DANE. Año 2018 - 2035

AÑO	POBLACIÓN TOTAL
2018	27189
2019	27231
2020	27350
2021	27576
2022	27846
2023	28143
2024	28458
2025	28766
2026	29068
2027	29333
2028	29573
2029	29774
2030	29957
2031	30108
2032	30242
2033	30387
2034	30510
2035	30631

Fuente: DANE -Proyección de población

- ✓ **Determinación de la rata de crecimiento con base en la proyección de la proyección de DANE (2018-2035)**

Se definió la tasa de crecimiento por lo diferentes métodos, teniendo en cuenta la información de la proyección de población del DANE año 2018 – 2035. En el Cuadro 5.4 se presentan los resultados de las ratas de crecimiento obtenidas con estos datos.

Cuadro 5.4. Comportamiento de r y k, a partir de la proyección de población DANE 2018 – 2035.

RATAS DE CRECIMIENTO DANE			
Fuente	**Periodo**	**Geométrico**	**Exponencial**
		r	**k**
DANE	2018-2019	0.002	0.002
DANE	2019-2020	0.004	0.004
DANE	2020-2021	0.008	0.008
DANE	2021-2022	0.010	0.010
DANE	2022-2023	0.011	0.011
DANE	2023-2024	0.011	0.011
DANE	2024-2025	0.011	0.011
DANE	2025-2026	0.010	0.010
DANE	2026-2027	0.009	0.009
DANE	2027-2028	0.008	0.008
DANE	2028-2029	0.007	0.007
DANE	2029-2030	0.006	0.006
DANE	2030-2031	0.005	0.005
DANE	2031-2032	0.004	0.004
DANE	2032-2033	0.005	0.005
DANE	2033-2034	0.004	0.004
DANE	3034-2035	0.004	0.004
PROMEDIO		**0.0070**	**0.00701**

**Calculado a partir de la proyección de la población DANE 2018-2035.*

De acuerdo con los datos obtenidos con la proyección de población del DANE se obtiene un valor promedio de r= 0.0070 = 0.7% y k= 0.00701 = 0.7%

5.2.1.3. Cálculo de la rata de crecimiento con los datos históricos de crecimiento de los suscriptores residenciales - ESP

- ✓ **Datos históricos del crecimiento de suscriptores urbanos del municipio.**

Teniendo en cuenta que la ESP lleva un registro de la variación y crecimiento de sus suscriptores en el área urbana del municipio de La Virginia desde el año 2019 hasta el año 2022. En el Cuadro 5.5 se presenta esta información histórica.

Cuadro 5.5. Datos históricos de la variación de suscriptores urbanos.

USUARIOS ESP	
AÑO	**USUARIOS**
2019	8097
2020	8212
2021	8324
2022	8379

Fuente: Empresa de servicios Públicos de La Virginia, Risaralda.

- ✓ **Con base en los datos históricos de crecimiento de usuarios de la ESP.**

Teniendo en cuenta que la ESP dispone de la información del crecimiento anual de suscriptores desde el año 2019 hasta el año 2022, se hallan las ratas de crecimiento (r) y el (k) para cada par de años consecutivos, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 5.6

Cuadro 5.6. Comportamiento r y k a partir del histórico de usuarios de la ESP.

RATA CON USUARIOS		
Periodo	**Geométrico**	**Exponencial**
	r	**k**
2019 - 2020	0.014	0.014
2020-2021	0.014	0.014
2021-2022	0.007	0.007
PROMEDIO	**0.011**	**0.011**

**Calculado a partir de la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos.*

De acuerdo a los resultados obtenidos con la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos, se obtiene un valor promedio de r= 0.011 = 1.1% y k= 0.011 = 1.1%

El consultor decide tomar la rata de crecimiento del 1.1%

5.2.2. Métodos de proyección de población

En la definición de la proyección de población del municipio de la Virginia, se analizaron los datos obtenidos de los métodos aritmético, geométrico y exponencial, mediante la aplicación de las siguientes expresiones y teniendo en cuenta para esto los datos de la proyección de población realizada por el DANE 2018 – 2035.

- ✓ **Método Aritmético**

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

Donde:
Pf: Población al año a proyectar

Puc: Población (hab) correspondiente al último año censado con información
Pci: Población (hab) correspondiente al censo inicial con información
Tf: Año al cual se quiere proyectar la información
Tuc: Año correspondiente al último año censado con información
Tci: Año correspondiente al censo inicial con información

- ✓ **Método Geométrico:**

$$P_f = P_{uc}(1+r)^{T_f - T_{uc}}$$

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}}\right)^{\frac{1}{T_{uc}-T_{ci}}} - 1$$

Donde:
Pf: Población al año a proyectar
Puc: Población (hab) correspondiente al último año censado con información
Pci: Población (hab) correspondiente al censo inicial con información
Tf: Año al cual se quiere proyectar la información
Tuc: Año correspondiente al último año censado con información
Tci: Año correspondiente al censo inicial con información
r: Tasa de crecimiento anual en forma decimal

- ✓ **Método Exponencial**

$$P_f = P_{ci} \times e^{k(T_f - T_{ci})}$$

$$k = \frac{\ln P_{cp} - \ln P_{ca}}{T_{cp} - T_{ca}}$$

Pf: Población al año a proyectar
Pci: Población (hab) correspondiente al censo inicial con información
Pcp: Población del censo posterior
Pca: Población del censo anterior
Tf: Año al cual se quiere proyectar la información
Tci: Año correspondiente al censo inicial con información
Tcp: Año correspondiente al censo posterior
Tca: Año correspondiente al censo anterior
k: Tasa de crecimiento anual en forma decimal

5.2.3. Población flotante

Por ser notable la incidencia de población flotante en el área urbana de La Virginia los días sábados, domingos y festivos, coincidente con el concepto de los técnicos de la Empresa en el sentido de una mayor producción de agua necesaria para dichos días, es de esperarse que esta población flotante debe ir incrementándose a medida que se dote al municipio de atractivos turísticos, es necesario incluir el impacto de esta población en la generación de aguas residuales.

En el capítulo I del PBOT "*ASPECTOS GENERALES DEL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE LA VIRGINIA*" Titulo 1 "*VISIÓN Y POLÍTICAS TERRITORIALES DE LARGO Y MEDIANO PLAZO QUE ORIENTAN EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL"*, 1.1. *VISIÓN TERRITORIAL - EL TURISMO EN LA VISIÓN DEL PBOT* se mencionan varios aspectos importantes relacionados con el potencial turístico del municipio, como los que se mencionan a continuación

- ✓ Construcción conjunta del plan estratégico en el municipio de la Virginia 2012-2024 - "*EN EL 2024 LA VIRGINIA SERÁ UN TERRITORIO PLANIFICADO, SUSTENTABLE Y UN CENTRO REGIONAL TURÍSTICO, DE ACOPIO LOGÍSTICO Y AGROINDUSTRIAL, EN VIRTUD DE SU POSICIÓN ESTRATÉGICA, CON ALTOS NIVELES DE DESARROLLO CON GOBERNABILIDAD, GOBERNANZA Y SEGURIDAD INTEGRAL*".

- ✓ En el plan de desarrollo del periodo 2012-2015 "UNIDOS POR LA VIRGINIA", se define en su artículo 7 la visión de la siguiente manera: "ARTÍCULO 7º. LA VISIÓN: En el año 2032, la Virginia en virtud de su posición estratégica como punto de encuentro de los departamentos de Risaralda, Choco, Valle del Cauca y Antioquia, será un importante Centro Logístico y Turístico de importancia nacional e internacional".

AGREGAR QUE EL CONSUMO COMERCIAL SE ASUME COMO CONSUME DE LA POBLACIÓN FLOTANTE Y SE SACA DEL CÁLCULO DE OTRO USOS

Para el cálculo de la población flotante se tomaron los volúmenes de agua facturada durante el año 2021 (Registro mensual) que fueron entregados por la empresa de servicios públicos, tomando el volumen más alto de agua facturada presentado y se divide entre el valor total de agua facturada en el año

Cuadro 5.7. Agua facturada 2021 -

MES	VOLUMEN AGUA FACTURADA 2021 (m^3)
ENERO	138,517
FEBRERO	123,989
MARZO	133,230
ABRIL	131,518
MAYO	146,500
JUNIO	134,199
JULIO	137,677
AGOSTO	134,741
SEPTIEMBRE	130,520
OCTUBRE	144,060
NOVIEMBRE	135,228
DICIEMBRE	144,549
SUBTOTAL (miles m^3)	1,634,728
POBLACIÓN FLOTANTE	0.0896

Teniendo en cuenta los cálculos realizados y la información anteriormente mencionada, el consultor asume que la población flotante equivale a un 8.00% de la población urbana.

5.2.4. Proyección de la población en el área urbana y determinación de la población.

En el Cuadro 5.8 se presenta la proyección de crecimiento de la población con rata la rata de crecimiento del 1.1%.

Cuadro 5.8. Proyección de la población, rata de crecimiento 1.1%

AÑO	ARITMETICO	GEOMETRICO	EXPONENCIAL	PROMEDIO POBLACION (ARIT-GEOM-EXPO)	POBLACION FLOTANTE
2024	28458	28458	28458	28458	1992
2025	28773	28771	28773	28772	2014
2026	29088	29088	29091	29089	2036
2027	29403	29407	29413	29408	2059
2028	29718	29731	29738	29729	2081
2029	30033	30058	30067	30053	2104
2030	30348	30389	30400	30379	2127
2031	30663	30723	30736	30707	2150
2032	30978	31061	31076	31038	2173
2033	31293	31403	31420	31372	2196
2034	31608	31748	31767	31708	2220
2035	31923	32097	32118	32046	2243
2036	32238	32450	32474	32387	2267
2037	32553	32807	32833	32731	2291
2038	32868	33168	33196	33077	2315
2039	33183	33533	33563	33426	2340
2040	33498	33902	33934	33778	2364
2041	33813	34275	34310	34132	2389
2042	34128	34652	34689	34490	2414
2043	34443	35033	35073	34850	2439
2044	34758	35418	35461	35212	2465
2045	35073	35808	35853	35578	2490
2046	35388	36202	36250	35946	2516
2047	35703	36600	36651	36318	2542
2048	36018	37003	37056	36692	2568
2049	36333	37410	37466	37069	2595

La población urbana esperada para el periodo de diseño (año 2049) será de 37069 habitantes.

5.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA PROYECTADA PARA EL PERIODO DE DISEÑO

La demanda se define como el caudal medio de suministro proyectado al periodo de diseño del proyecto (25 años, año 2049), considerando los diferentes usos del agua y el porcentaje de pérdidas técnicas máximo admitido, en el Cuadro 5.13 se presenta en cálculo de la demanda proyectada.

5.3.1. Demanda otros usos

De acuerdo con la información estadística de la Empresa de servicios públicos, en la cual se tienen los consumos por usos y categorías de los suscriptores totales del servicio de acueducto, donde figuran los usos comercial, industrial, oficial, especial y otro, además del residencial, se calcula que el consumo de otros usos diferentes al residencial tiene un valor porcentual equivalente al 18%.

Cuadro 5.9. Porcentajes ponderados sobre el volumen residencial de otros usos.

TIPO DE USO	VOLUMEN FACTURADO 2022 (m^3)	% OTROS USOS
RESIDENCIAL	1278880	
OTROS USOS	235394	**18%**

**Calculado a partir de la información suministrada por la Empresa de Servicios Públicos.*

Para el cálculo del consumo en los otros usos se aplicará el 18% del consumo residencial.

5.3.1. Dotación neta

La dotación neta se toma de la tabla 1 de la Resolución No 0330 del 08 de junio de 2017, (Ver Cuadro 5.10)

Cuadro 5.10. Dotación neta según la altura sobre el nivel del mar de la población

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta maxima (L/Hab -Día)
>2000 msnm	120
1000-2000 msnm	130
<1000 msnm	140

Se tiene entonces que la dotación neta máxima para el municipio de La Virginia será de 140 l/hab/día.

5.3.2. Cálculo del Índice de Agua No Contabilizada – IANC

Como parte del cálculo de la proyección de la demanda de agua potable, se necesita conocer el IANC del sistema de acueducto, el cual se puede calcular con la información suministrada por la Empresa, correspondiente a los años 2021 y 2022. En el Cuadro 5.11, se presentan los datos mensuales del agua facturada de los usuarios y el registro de los datos del agua producida.

Cuadro 5.11. Estadística mensual de volúmenes de agua facturada por el Acueducto de La Virginia, año 2021 - 2022

2021			2022		
MES	VOLUMEN DE AGUA FACTURADA m^3		MES	VOLUMEN DE AGUA FACTURADA m^3	
ENERO	138517		ENERO	144408	
FEBRERO	123989		FEBRERO	134500	
MARZO	133230		MARZO	139772	
ABRIL	131518		ABRIL	135027	
MAYO	146500		MAYO	139841	
JUNIO	134199		JUNIO	128903	
JULIO	137677		JULIO	135902	
AGOSTO	134741		AGOSTO	146034	
SEPTIEMBRE	130520		SEPTIEMBRE	131808	
OCTUBRE	144060		OCTUBRE	140517	
NOVIEMBRE	135228		NOVIEMBRE	137562	
DICIEMBRE	144549				
TOTAL	**1634728**		**TOTAL**	**1514274**	
PROM	**136227.33**	m^3/mes	**PROM**	**137661.2727**	m^3/mes
	51.83	l/s		**52.38**	l/s

Fuente: Subgerencia Técnica Empresa de Servicios Públicos de La Virginia E.S.P.

Cuadro 5.12. Estadística mensual de volúmenes de agua producida por el Acueducto de La Virginia, año 2023

HORA	Caudal Máximo	Caudal Mínimo	Caudal Promedio	Relación
HH:MM	[L/s]	[L/s]	[L/s]	$Q/Q_{promedio}$
0:00	88.67	22.91	52.18	0.796
1:00	84.98	24.63	50.52	0.763
2:00	85.96	24.88	50.40	0.772
3:00	83.25	22.41	51.87	0.748
4:00	98.03	25.37	59.66	0.880
5:00	110.84	40.89	74.54	0.995
6:00	116.01	41.63	86.51	1.042
7:00	116.75	69.21	95.50	1.048
8:00	120.94	74.14	101.00	1.086
9:00	124.38	80.79	106.06	1.117
10:00	127.34	82.76	110.74	1.144
11:00	129.56	88.42	112.67	1.164
12:00	130.54	87.19	112.51	1.172
13:00	131.53	90.15	112.01	1.181
14:00	128.08	72.66	109.01	1.150
15:00	120.20	47.04	100.40	1.079
16:00	119.46	66.75	93.07	1.073
17:00	115.27	53.94	87.76	1.035
18:00	117.98	60.10	84.01	1.060
19:00	125.37	43.84	80.71	1.126
20:00	121.68	39.41	77.70	1.093
21:00	100.99	39.66	73.85	0.907
22:00	87.69	38.92	67.12	0.787
23:00	86.95	37.69	57.92	0.781
	111.351	**53.140**	**112.665**	Q Máximo
			83.655	Q Promedio
			50.396	Q Mínimo

De acuerdo con la ecuación, se calcula el IANC del sistema de acueducto para el año 2022.

$$IANC = \frac{V_{agua\ producida} - V_{agua\ facturada}}{V_{agua\ producida}}$$

$$IANC = \frac{83.655\ L/s - 52.1\ L/s}{83.655\ L/s}$$

$$IANC = 38\ \%$$

Para la proyección del caudal se tiene en cuenta que la Empresa implementará un programa de reducción del IANC de tal forma que el valor se reduce al valor meta establecido por la CRA del 25% en diez (5) años.

5.3.3. Dotación bruta

La dotación neta es la dotación neta, afectada por el porcentaje de pérdidas técnicas.

$$Db = \frac{D_{Neta}}{(1 - \%\ P_{érdidas\ tecnicas})}$$

$$Db = \frac{140\ l/s}{(1 - 25\ \%\ P_{érdidas\ tecnicas})}$$

$$Db = 187\ l/s$$

5.3.4. Factores de mayoración

Debido a que no se cuenta con elementos de macromedición para determinar con certeza los factores de mayoración, se utilizarán los recomendados en la resolución 0330 de 2017 (Art. 47 Caudales de diseño) Para poblaciones mayores de 12.500 habitantes, al periodo de diseño, en ningún caso el factor de mayoración K1 que se utiliza para determinar el Caudal Máximo Diario (QMD) y el factor de mayoración K2 para el Caudal Máximo Horario (QMH) no deben ser superiores a los siguientes valores:

K1: 1.2
K2: 1.5

Por lo tanto, el consultor de manera conservadora selecciona estos valores permitidos por la normatividad, los caudales QMD y QMH que corresponden a las siguientes expresiones:

QMD = Qmd x 1.2
QMH = QMD x 1.5

5.3.5. Caudales de diseño

En el Cuadro 5.13, se presenta la proyección anual de la población y demanda para el periodo de diseño del proyecto (2024 - 2049) para la zona urbana, aplicando los parámetros antes definidos anteriormente**,** en el cual se obtiene finalmente un Caudal Medio Diario (qmd) de 99.78 l/s.

Cuadro 5.13. Proyección anual de la demanda de agua potable al horizonte del proyecto año 2049

Año	Poblacion		DOT.NETA(l/hab-dia)		Pérdidas %	DOT. BRUTA (l/hab-dia)		Consumos Totales			CAUDAL (l/s)	
	Residencial	Flotante	Residencial	Flotante		Residencial	Flotante	Residencial	Flotante	Otros Usos 18%	Medio diario (qmd)	Maximo diario (QMD)
2024	28458	2277	140	70	38%	226	113	74.38	2.98	13.39	90.74	108.89
2025	28785	2303	140	70	35%	215	108	71.76	2.87	12.92	87.54	105.05
2026	29115	2329	140	70	32%	206	103	69.38	2.78	12.49	84.64	101.57
2027	29449	2356	140	70	30%	200	100	68.17	2.73	12.27	83.17	99.80
2028	29787	2383	140	70	27%	192	96	66.12	2.64	11.90	80.66	96.80
2029	30129	2410	140	70	25%	187	93	65.09	2.60	11.72	79.42	95.30
2030	30475	2438	140	70	25%	187	93	65.84	2.63	11.85	80.33	96.39
2031	30825	2466	140	70	25%	187	93	66.60	2.66	11.99	81.25	97.50
2032	31179	2494	140	70	25%	187	93	67.36	2.69	12.13	82.18	98.62
2033	31537	2523	140	70	25%	187	93	68.14	2.73	12.26	83.13	99.75
2034	31899	2552	140	70	25%	187	93	68.92	2.76	12.41	84.08	100.90
2035	32265	2581	140	70	25%	187	93	69.71	2.79	12.55	85.04	102.05
2036	32636	2611	140	70	25%	187	93	70.51	2.82	12.69	86.02	103.23
2037	33010	2641	140	70	25%	187	93	71.32	2.85	12.84	87.01	104.41
2038	33389	2671	140	70	25%	187	93	72.14	2.89	12.98	88.01	105.61
2039	33773	2702	140	70	25%	187	93	72.97	2.92	13.13	89.02	106.82
2040	34160	2733	140	70	25%	187	93	73.80	2.95	13.28	90.04	108.05
2041	34552	2764	140	70	25%	187	93	74.65	2.99	13.44	91.07	109.29
2042	34949	2796	140	70	25%	187	93	75.51	3.02	13.59	92.12	110.54
2043	35350	2828	140	70	25%	187	93	76.37	3.05	13.75	93.18	111.81
2044	35756	2860	140	70	25%	187	93	77.25	3.09	13.91	94.25	113.10
2045	36167	2893	140	70	25%	187	93	78.14	3.13	14.06	95.33	114.39
2046	36582	2927	140	70	25%	187	93	79.03	3.16	14.23	96.42	115.71
2047	37002	2960	140	70	25%	187	93	79.94	3.20	14.39	97.53	117.04
2048	37427	2994	140	70	25%	187	93	80.86	3.23	14.55	98.65	118.38
2049	37856	3028	140	70	25%	187	93	81.79	3.27	14.72	**99.78**	**119.74**

6. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

6.1. AMARRE TOPOGRÁFICO

6.1.1. Sistema Magna Sirgas

De acuerdo a la resolución 068 28/01/2005 por la cual se adopta como único Datum oficial de Colombia el Marco Geocéntrico Nacional de Referencia: MAGNA-SIRGAS.

Para la representación de estas coordenadas geográficas en un plano, la proyección cartográfica oficial utilizada en Colombia hasta el año 2020 es Gauss -Krüger (IGAC, 2005), datum MAGNA SIRGAS.

Gauss-Krüger es una adaptación de la proyección transversa de Mercator, utiliza como superficie de referencia el área superficial de un cilindro transversotangente a lo largo del meridiano de origen (meridiano central).

MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia)
SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas)

6.1.2. Sobre los Sistemas de Orígenes en Colombia.

Hasta el 2020 se contaba con seis 6 orígenes complementarios y su utilización dependía de la localización del punto donde se requiera el producto cartográfico así:

1. Central
2. Este
3. Oeste
4. Este-este
5. Insular
6. Oeste-oeste

La localización de las zonas de orígenes se presenta en la Figura 6.1

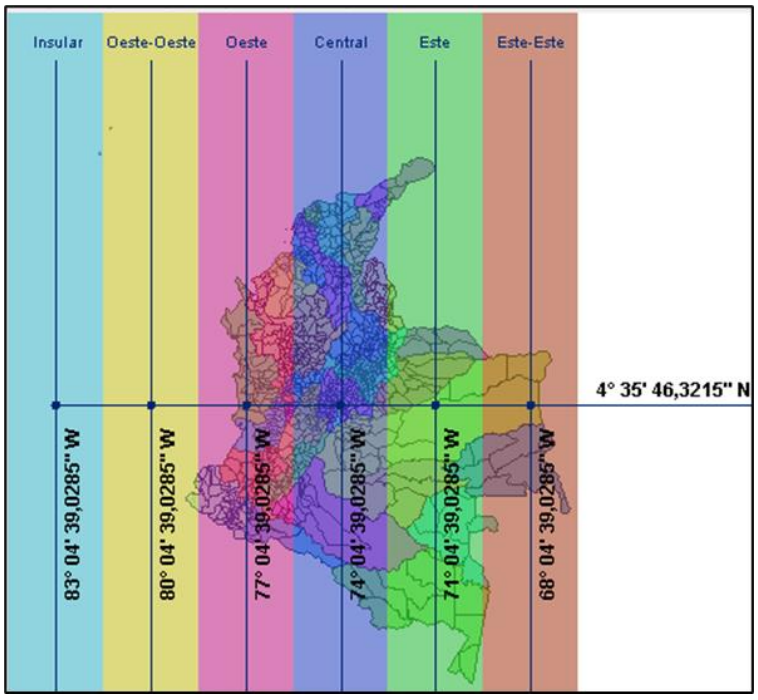


Figura 6.1. Tipos de orígenes para Colombia
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi

De acuerdo a la figura anterior a Risaralda le correspondería el sistema Origen Oeste.

6.1.3. Sistema de coordenadas MAGNA - SIRGAS Colombia origen Oeste

Este sistema de coordenadas es uno de los orígenes complementarios que se han establecido a 3° y 6° de longitud al este y oeste del origen principal de las coordenadas Gauss-Krüger definido en la pilastra sur del Observatorio Astronómico de Bogotá. Este sistema se utiliza para la elaboración de cartografía a escalas menores que 1:1.500.000, donde se proyecta la región occidental de Colombia. Los parámetros son los siguientes

- Sistema de Coordenadas Magna Sirgas origen Oeste.
- Proyección: Transversa Mercator.
- Elipsoide: GRS 1980.
- Datum: MAGNA Oeste.
- Latitud: 4°35'46,3215" Norte.
- Longitud: 77°04'39,0285" Oeste.
- Falso Norte: 1'000.000 m.
- Falso Este: 1'000.000 m.

6.1.4. Nuevo Sistema De Origen Nacional.

Sistema de coordenadas MAGNA - SIRGAS con proyección único para Colombia

Resolución N° 471 de 2020 (14 de mayo), por medio de la cual se establecen las especificaciones mínimas que deben tener los productos de cartografía básica oficial de Colombia

Resuelve:

Artículo 4: Lineamientos técnicos generales: Todos los productos de Cartografía básica oficial de Colombia deben cumplir con las siguientes especificaciones generales:

i Sistema de referencia:

a. ***Sistema de Referencia Horizontal:*** El Marco Geocéntrico Nación de Referencia es MAGNA-SIRGAS, establecido mediante la Resolución 068 de 2005, La Proyección cartográfica será definida en un único origen de coordenadas, con los parámetros establecidos en el

Cuadro 6.1. Parámetros para el sistema de proyección único

Parámetro	Valor
Proyección	Transversa de Mercator
Elipsoide	GRS80
Origen: Latitud	4° N
Origen: Longitud	73° W
Falso Este	5000000
Falso Norte	2000000
Unidades	Metros
Factor de escala	0,9992

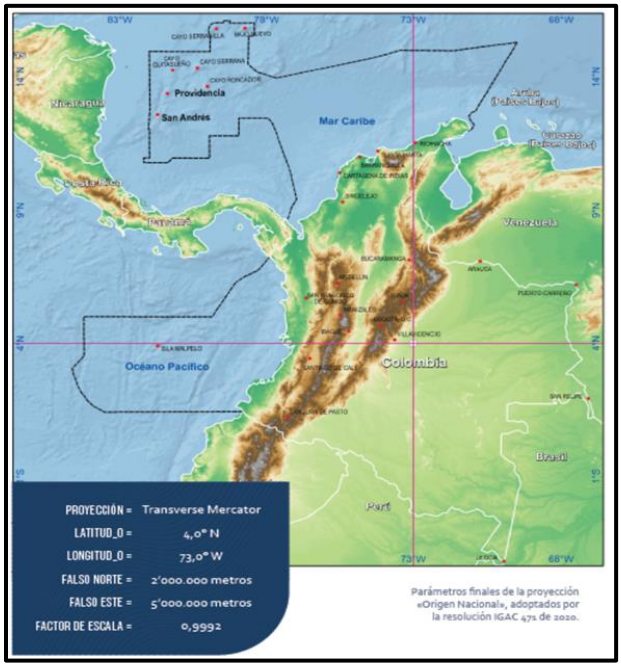


Figura 6.2. Sistema de Origen Nacional.
Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

6.2. ELABORACIÓN DEL PLANO BASE DE GEOREFERENCIACIÓN TOPOGRÁFICA AL SISTEMA MAGNA SIRGAS ORIGEN NACIONAL

Se ejecuto la instalación de 8 sistemas de georeferenciación, cada uno con una placa de precisión por amarres, por medio de la utilización de equipos de GPS subcentimétricos de doble frecuencia, esta actividad fue realizada por el ingeniero Wilmar Rave, en el Anexo B "Informe *de amarre topográfico"* se presenta el informe correspondiente a este componente.

Se estableció que los puntos estarán amarrados a la red geodésica del IGAC, utilizando el mojón denominado (66400022) localizada en el municipio de La Virginia, a partir del cual se le dieron las coordenadas a los 8 mojones (GPS-1, GPS-2, GPS-3, GPS-4, GPS-5, GPS-6, GPS-7 y GPS-8)

Las selecciones de los sistemas de georreferenciación fueron definidos de tal manera que entre cada placa de referenciación exista una distancia apreciable, para que las diferentes comisiones de topografía que realicen replanteos de obra, puedan obtener una localización y orientación correctas.

De la Figura 6.3 a Figura 6.7 se presenta la localización de los puntos de referencia.



Figura 6.3. Localización de los sistemas de georreferenciación 1 y 2



Figura 6.4. Localización de los sistemas de georreferenciación 3 y 4



Figura 6.5. Localización de los sistemas de georreferenciación 5 y 6



Figura 6.6. Localización de los sistemas de georreferenciación 7 y 8



Figura 6.7. Localización del GPS IGAC 66400022

Las coordenadas y altitud de las placas de amarre se pueden apreciar en el Cuadro 6.2, La evidencia de la materialización de estas placas o puntos de control permanentes de precisión se encuentran en el Anexo B. *"Informe de amarre topográfico"*

Cuadro 6.2. Referencias topográficas.

REF N°	COORDENADAS					CODIGO
	MAGNA SIRGAS OESTE		CTM12		ALTURA	
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	m	
1	1038810.31	1129375.37	4677259.96	2105248.57	956.818	GPS 1
2	1038800.89	1129299.09	4677183.61	2105239.62	960.355	GPS 2
3	1038453.93	1129965.37	4677847.93	2104888.48	937.672	GPS 3
4	1037617.57	1130089.77	4677967.23	2104051.15	926.929	GPS 4
5	1034123.08	1131678.53	4679535.04	2100546.08	899.645	GPS 6
6	1033986.02	1132339.00	4680194.83	2100404.97	899.594	GPS 7
7	1033977.12	1132458.39	4680314.19	2100395.34	899.848	GPS 8
8	1034446.11	1131291.82	4679150.20	2100871.54	903.964	IGAC_66075007 - GPS-5
9	1035883.07	1134382.99	4682250.83	2102289.97	909.353	IGAC_66400022

De la Figura 6.8 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número uno, cerca al tanque de almacenamiento.



Figura 6.8. Materialización de referencia topográfica GPS 1 en el sector tanque principal

En la Figura 6.9 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre numero dos localizada cerca de la planta de tratamiento.



Figura 6.9. Materialización de referencia topográfica GPS 2 en el sector PTAP.

En la Figura 6.10 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número tres.



Figura 6.10. Materialización de referencia topográfica GPS 3 en el sector vía la Virginia - Apia.

En la Figura 6.11 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número cuatro.



Figura 6.11. Materialización de referencia topográfica GPS 4 en el sector vía la Virginia - Apia.

En la Figura 6.12 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número cinco.



Figura 6.12. Materialización de referencia topográfica GPS-5.

En la Figura 6.13 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número seis.



Figura 6.13. Materialización de referencia topográfica GPS-6

En la Figura 6.14 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número siete.



Figura 6.14. Materialización de referencia topográfica GPS-7

En la Figura 6.15 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre número ocho.



Figura 6.15. Materialización de referencia topográfica GPS 8

En la Figura 6.16 se puede evidenciar la materialización de la referencia topográfica localizada en el sector del amarre IGAC_66400022.



Figura 6.16. Materialización de referencia topográfica GPS 66400022

6.3. COMISIÓN TOPOGRÁFICA

Los levantamientos altimétricos y planimétricos de la infraestructura existente fueron ejecutados por una comisión topográfica dirigida por el topógrafo Rubén Darío Bedoya, de este levantamiento se obtuvo como producto el modelo digitalizado del terreno en el que se incluye:

- Nube de puntos generada con estación electrónica digital.
- Curvas de nivel cada 1.0 m
- Localización de la infraestructura existente.
- Identificación y levantamiento de las vías y paramentos.
- Localización de la infraestructura de líneas vitales.

En el Anexo B *"informe de amarre topográfico"*, se presenta el certificado de las Estaciones Total y Electrónica.

En el Anexo F "*Planos*", se presenta el plano DG-TOP-01, donde se detalla el amarre y el levantamiento topográfico del área urbana, urbanismo e infraestructura de los servicios de acueducto y alcantarillado.

Para este levantamiento se utilizaron equipos entre los cuales se mencionan:

- Un Receptor marca Topcon de doble frecuencia, Referencia HIPER II, con 72 canales GPS y GLONASS
- Dos radios Motorola
- Tres trípodes
- Dos bastones de 4.80 Mts
- Un computador.

Todos los parámetros de observación y los datos con los cálculos para el caso del GPS HIPER II de doble frecuencia, están contenidos dentro del informe de postproceso realizado para cada Mojón en el reporte GPS, donde se encuentra los siguientes reportes:

- Reporte gráfico de localización de los puntos referidos a su punto base.
- Reporte gráfico de tiempo de rastreo.
- Reporte resumen, con los resultados en sistema MAGNA SIRGAS y CTM12 obtenidos.
- Reporte de observaciones, con precisión horizontal y vertical, cantidad de satélites NAVSTAR y GLONASS detectados.
- Reporte de Ajustes.
- Reporte ocupación GPS
- Reporte control de puntos

El personal que conformó el equipo de topografía se compuso de la siguiente manera.

- 1 topógrafo
- 2 auxiliares de GPS.

En el Anexo B *"Informe de amarre topográfico"* se presenta el informe de amarre topográfico realizado en el municipio de La Virginia.

7. ESTUDIO HIDROLÓGICO DEL RÍO RISARALDA.

Con el fin de realizar el análisis hidráulico del comportamiento del río Risaralda e identificar zonas de socavación y áreas de depósitos, se procedió a realizar el levantamiento batimétrico en el tramo de interés.

En la Figura 7.1 se presenta el procedimiento realizado en campo para el levantamiento en el río Risaralda.



Figura 7.1. Levantamiento batimétrico en el rio Risaralda

7.1. ANÁLISIS DEL RIESGO POR INUNDACIÓN

Para el análisis de la amenaza por inundaciones del área urbana del municipio de La Virginia se empleó la Modelación de la inundación del período de retorno Tr = 100 años para los ríos Cauca y Risaralda elaborada por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda – CARDER en el año 2010 (Pulecio, 2010). El estudio determinó el comportamiento hidrológico de las cuencas de los ríos Risaralda y Cauca, determinando caudales máximos para un periodo de retorno de 5, 25, 50 y 100 años. [13]

En la Figura 7.2 se presenta el Mapa 14 en el cual se zonifica la Amenaza por Inundaciones de la Zona Urbana y de Expansión Urbana del Municipio de La Virginia.

[13] Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de La Virginia, Risaralda -2021

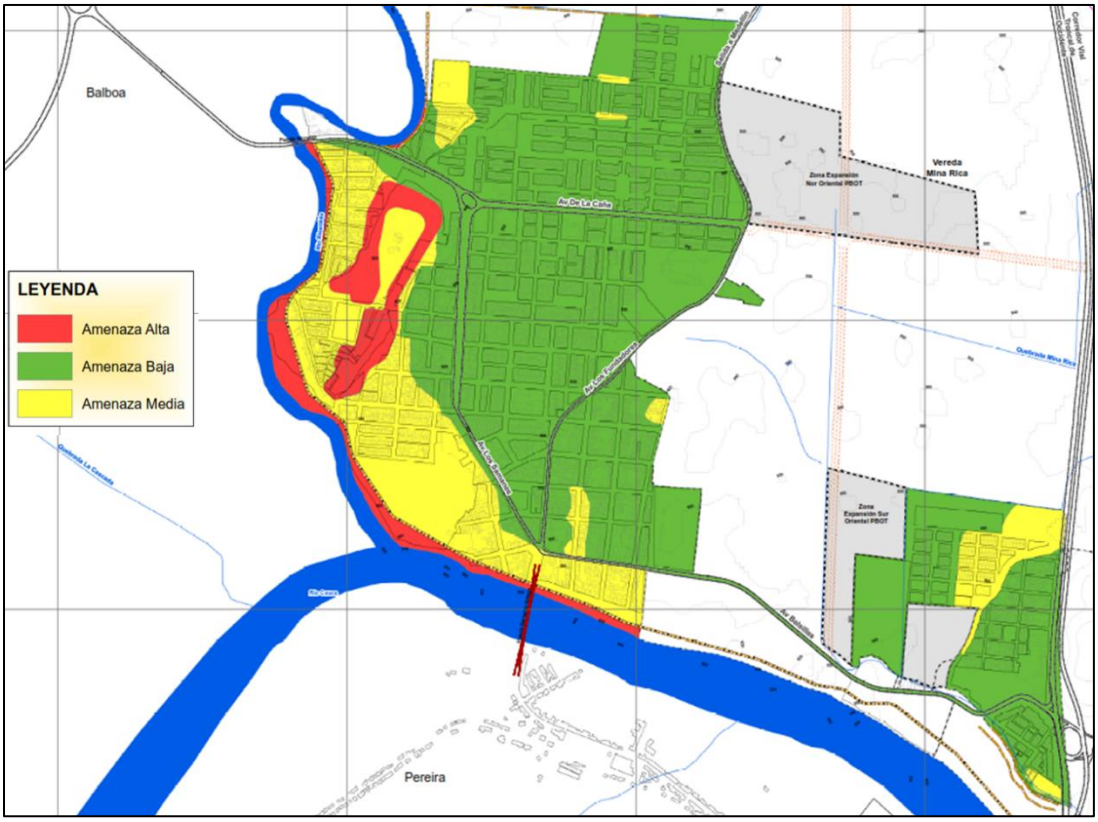


Figura 7.2. **-Mapa 14. Amenaza por inundación del suelo urbano**
Fuente: PBOT

ZONAS DE AMENAZA ALTA

Las zonas definidas de amenaza alta por inundaciones corresponden a las áreas comprendidas entre la obra de protección contra inundaciones y las riberas de los ríos Cauca y Risaralda, que suman un total de 13 hectáreas aproximadamente, se incluyen dentro de estas zonas las los terrenos localizados entre el río y la obra de protección de inundaciones.

Adicionalmente, dentro de esta misma clasificación se encuentra la "Madre Vieja" del Río Risaralda proyectada como un reservorio de aguas que podrá ser objeto de inundaciones por desbordamiento de los ríos Cauca y Risaralda.

ZONAS DE AMENAZA MEDIA

En las áreas zonificadas como amenaza media por inundaciones se localizan, total o parcialmente, los barrios Las Américas, Alfonso López, El Progreso, Buenos Aires, San Fernando, San Carlos, Bavaria, Zona de Expansión Norte, Tangarife II, San Cayetano, Pedro Pablo Bello, Libertadores y La Milagrosa.

Las inundaciones son generadas debido a los reflujos a través de los alcantarillados, por el incompleto funcionamiento de las obras de mitigación, cuando los niveles de los ríos Cauca y Risaralda están elevados, al mismo tiempo que se presentan lluvias.

Los sectores de los barrios Tangarife II, Zona de Expansión Norte y San Cayetano se generan inundaciones por la coincidencia de altos niveles del río y fuertes lluvia; el sector del barrio Pedro Pablo Bello se inunda, además, por el cierre de alcantarillados.

El área del barrio La Milagrosa sufre inundaciones por el desbordamiento de la Quebrada el Japón en épocas de lluvias intensas.

ZONAS DE AMENAZA BAJA

En esta categoría se encuentra el área restante del territorio urbano municipal en donde se localizan principalmente los barrios Balsillas, Sigifredo Zuleta, Zona Centro, La Magdalena, San Cayetano, Obrero, Restrepo, Siete de enero y Tangarife I y II.

Se presenta un grado menor en sus condiciones de severidad y/o probabilidad en la ocurrencia de inundaciones, avenidas torrenciales, por lo que las restricciones para cualquier tipo de intervención de reducción o mitigación y ocupación con viviendas o infraestructuras en general no son requeridas.

La condición de amenaza baja, no implica necesariamente la sustracción absoluta de ésta en el territorio y puede cambiar su categoría al incrementarse o alterarse las características de las amenazas.

8. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

El estudio hidrológico indica que la oferta hídrica superficial de la zona garantiza la demanda a largo plazo de agua para la población del municipio, por lo tanto, se plantea la utilización de fuentes hídricas superficiales, en concordancia con lo anteriormente expuesto no es necesaria la ejecución de un estudio hidrogeológico en la presente consultoría.

9. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Con el análisis de la calidad del agua se obtienen los parámetros mínimos de calidad establecidos en la norma, estos proporcionan información valiosa para llevar un registro de la fuente. Para este proyecto los parámetros básicos establecidos en la normatividad vigente se tomaron del registro del análisis de la calidad del agua potable suministrada por la Empresa de servicios públicos, toda vez que este objetivo no se encuentra dentro de los alcances de la presente consultoría.

10. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO (ALMACENAMIENTO Y CONDUCCIÓN)

Para determinar el estado y conformación de los componentes del sistema de acueducto se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- Levantamiento del sistema de almacenamiento.
- Apiques para la localización de la tubería.
- Pruebas hidrostáticas de los tramos instalados.
- Levantamiento de la red de conducción.

A continuación, se presenta un análisis del estado, operación y capacidad de los siguientes componentes del sistema de acueducto municipal:

- ✓ Sistema de almacenamiento.
- ✓ Red de conducción entre tanques existentes.

El presente capitulo tiene en cuenta la relación anterior y tomando como base los levantamientos de campo, la demanda proyectada definida en el capítulo 5.3 "*CÁLCULO DE LA DEMANDA PROYECTADA PARA EL PERIODO DE DISEÑO*" y los alcances del proyecto.

La metodología consistió en recorrer, visitar y levantar en detalle cada uno de los componentes antes descritos, iniciando en el sistema de almacenamiento localizado en la Planta de Tratamiento, la red de conducción y por último el sector de localización del tanque de almacenamiento elevado ubicado en el casco urbano, el propósito es el de realizar una verificación técnica de su capacidad y proyectar los diseños para su optimización, expansión y mejoramiento.

10.1. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

El sistema de acueducto de La Virginia cuenta con dos tanques de almacenamiento los cuales están ubicados de la siguiente forma, el TanqueNº1 principal se encuentra localizado aledaño a la Planta de Tratamiento de Agua Potable y el Tanque Nº2 (elevado) se encuentra localizado en la zona urbana del Municipio en contiguo a las oficinas de la Empresa de Servicios Públicos.

10.1.1. Conformación del sistema de tanque de almacenamiento Nº1

Este tanque está localizado en la parte alta del casco urbano en un predio aledaño al de la PTAP el cual es alimentado desde la PTAP mediante una tubería de Asbesto Cemento de Ø 16" y está conformado por dos módulos.

A continuación, se presentan las dimensiones de un módulo del tanque:

Longitud:	32.20 m
Ancho:	15.65 m
Altura útil:	2.20 m
Borde Libre:	0.30 m

Capacidad por modulo: 1108 m3
Capacidad total: 2216 m3

Cota placa superior 956.82 m.s.n.m
Cota máxima de servicio: 956.19 m.s.n.m

10.1.2. Estado general del sistema de almacenamiento.

A continuación, se hace una descripción del estado y funcionamiento del sistema de almacenamiento.

El tanque de almacenamiento se evidencia deterioro en las paredes por lo que la empresa ha llevado a cabo varias reparaciones de impermeabilización internas a las paredes del módulo Nº2.

El llenado del tanque de almacenamiento se hace por medio de una tubería de Asbesto Cemento de Ø 16 la cual está conectada directamente al módulo Nº1 a una altura de 60 cm desde la placa inferior, para el llenado del módulo Nº2 se hace a través de vasos comunicantes mediante una tubería localizada en la caja de válvulas a la salida del tanque.

En la Figura 10.1 se presenta la conformación general del sistema de almacenamiento Nº1.



Figura 10.1. Vista general tanque de almacenamiento Nº1

A continuación, se presentas las problemáticas halladas en el sistema de almacenamiento:

Zonas muertas: de acuerdo a los requisitos estipulados por (Resolución 0330 RAS, 2017) los tanques deben funcionar hidráulicamente con un sistema de mezcla, garantizando la circulación homogénea del agua, de forma que lo primero que entra es lo primero que sale, tipo FIFO y teniendo en cuenta que la conformación actual del tanque no permite que el módulo Nº2 funcionen hidráulicamente de esta forma ya que la intercomunicación de los dos módulos se hace en la caja de válvulas de la salida del módulo Nº2, en la Figura 10.2 se presenta la localización de la caja de válvulas de salida y la intercomunicación de los dos módulos.

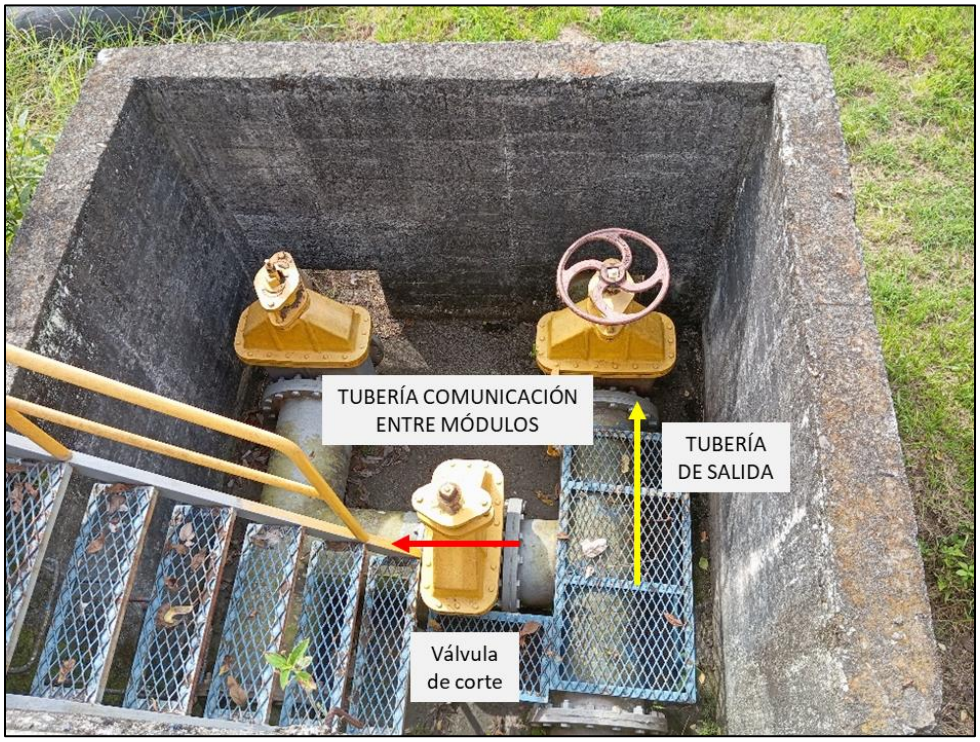


Figura 10.2. Caja de válvulas de salida con intercomunicación de módulos

Sistema de manejo de aguas lluvias en la placa del tanque: Para el manejo de las aguas lluvias que se acumulan sobre la placa del tanque se implementaron un sistema de sifones los cuales son conectados al sistema interno de rebose del tanque, los cuales al momento de hacer la inspección visual se evidencio que estaban desconectadas lo que está ocasionando que el agua lluvia ingrese directamente al tanque.

En la Figura 10.3 se presenta la localización de los sifones en la placa superior y la tubería desconectada del sistema de rebose principal del tanque.

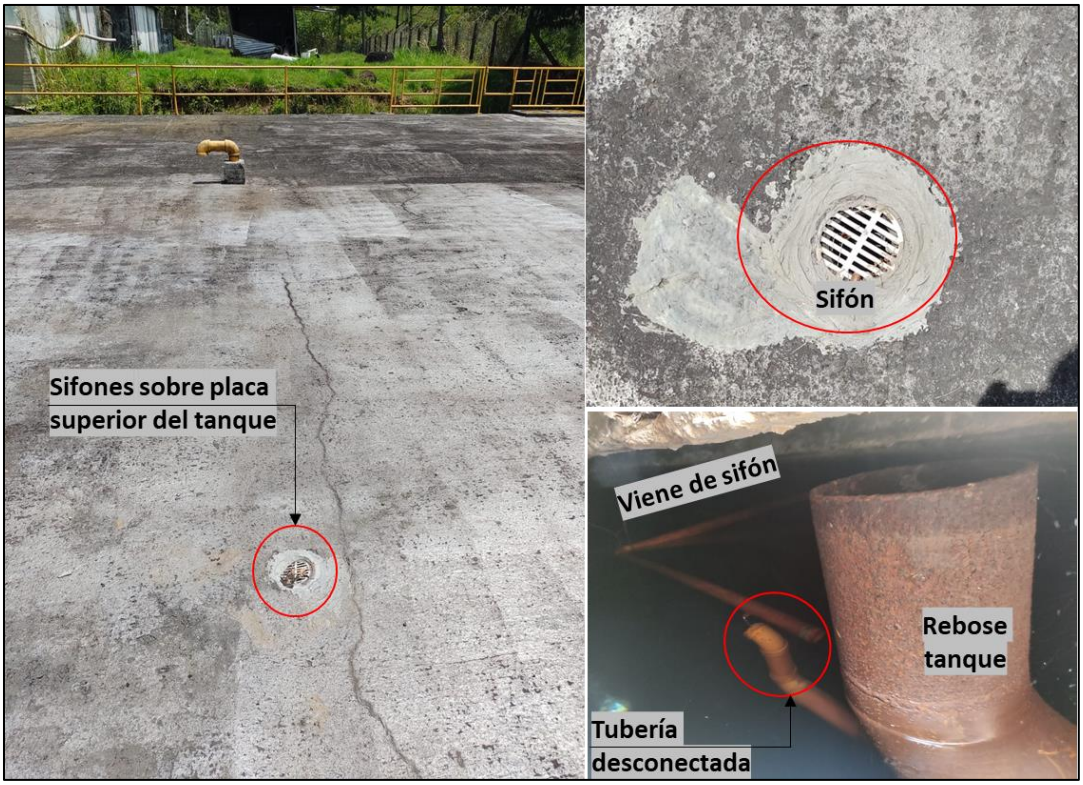


Figura 10.3. Sistema de manejo de aguas lluvias en la placa del tanque

Sistema de control de nivel de los tanques: el sistema de control de nivel se hace directamente desde el nivel de la cámara de contacto de cloro, ya que el sistema no cuenta con válvulas de control de nivel.

Sistema de macromedición: El macromedidor de medida del caudal de salida, del tipo electromagnético, se encuentra fuera de funcionamiento, el cual se dañó producto de una descarga eléctrica que ocasiono un rayo que se presentó en el mes de abril del año 2023.



Figura 10.4. Macromedidor fuera de funcionamiento

10.1.1. Conformación del sistema de tanque de almacenamiento Nº2 (elevado)

El sistema cuenta con un segundo tanque de almacenamiento en concreto reforzado de forma circular de tipo elevado que se encuentra localizado en la zona urbana del Municipio en un predio contiguo a las oficinas de la Empresa de Servicios Públicos.

A continuación, se presentan las dimensiones del tanque:

Diámetro:	12.80	m
Altura 1:	4.53	m
Altura 2	1.64	m
Altura útil:	6.17	m
Borde Libre:	2.17	m
Capacidad total:	665	m3

En la Figura 10.5 se presenta la conformación del tanque elevado.



Figura 10.5. Conformación de tanque elevado

10.2. PRUEBA DE PRESIÓN HIDROSTÁTICA

10.2.1. Descripción general

La prueba de presión hidrostática es procedimiento de control de calidad que se realiza una vez que la tubería ha sido instalada y antes de ser puesta en servicio

El objetivo de la prueba hidrostática es verificar el buen funcionamiento de la tubería instalada como el trabajo realizado con la mano de obra.

La prueba consiste en someter un tramo de tubería a una presión determinada, con el fin de determinar fugas o defectos en la instalación, para que éstos sean corregidos y de esta manera poder dar aceptación del tramo instalado.

El objetivo de la prueba hidrostática es verificar tanto el buen funcionamiento de los materiales como el trabajo realizado con la mano de obra. Antes de terminar de instalar todo el sistema completo, el sistema en construcción debe probarse por tramos terminados.

Hay tres condiciones que deben cumplirse para realizar la prueba con total garantía:

- El movimiento en los tapones de los extremos debe estar debidamente restringido.
- Los anclajes en los accesorios tienen que estar lo bastante curados, durante al menos tres días.

10.2.2. Definición de los parámetros técnicos para la prueba de presión hidrostática.

- **Resolución 0330 de 2017** Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS Y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009".

- **Resolución 0799 de 09 diciembre 2021,** por el cual se modifica la Resolución 0330 de 2017.

A continuación, se relacionan los artículos a tener en cuenta para realizar la prueba hidrostática.

- **Artículo 87.** ***Presiones hidrostáticas y estanqueidad.*** Se deben llevar a cabo pruebas sobre todas las tuberías, válvulas, accesorios y demás elementos instalados. Para realizar este procedimiento se podrán tomar como referencia básica los métodos reconocidos nacional o internacionalmente por las normas como NTC, AWWA, UNE. (Resolución 0330 RAS, 2017). El consultor decide utilizar la norma: NC-AS-IL01-31 Prueba De Presión Hidrostática En Redes De Agua Potable, de EPM.

- **Artículo 88.** ***Desinfección de tuberías***. Siempre que se ponga en servicio una tubería nueva o se hagan trabajos de reparación o mantenimiento de tramos existentes, éstas deberán ser desinfectadas. Para realizar este procedimiento se podrá tomar como referencia básica los métodos reconocidos nacional o internacionalmente por las normas como NTC, AWWA, UNE.

10.2.3. Requisitos técnicos

A continuación, se presentan los requisitos técnicos descritos en la Norma de construcción para prueba hidrostática en redes de agua potable (EPM, 2019)

Procedimiento de control de calidad que se realiza una vez que la tubería ha sido instalada y antes de ser puesta en servicio. La prueba consiste en someter un tramo de tubería a una presión determinada, con el fin de determinar fugas o defectos en la instalación, para que éstos sean corregidos y de esta manera poder dar aceptación del tramo instalado.

10.2.3.1. Consideraciones generales

- La prueba de presión debe realizarse únicamente utilizando agua, no se permite que se realice con aire debido a los riesgos involucrados.

- El tramo debe ser llenado lentamente, teniendo cuidado de impedir una oleada o una trampa de aire, toda trampa de aire debe ser liberada. Si es necesario el sistema debe permitir una salida de aire y válvulas de expulsión de aire al vacío (ventosas) apropiadas. Las válvulas o aberturas de aire al vacío deben proveerse en todos los puntos altos de la tubería para expulsar las bolsas de aire mientras se realiza el llenado.

- En todos los caos se deben tener en cuenta las recomendaciones del fabricante de la tubería en lo relacionado con la forma, duración y otros aspectos que deban tenerse en cuenta durante la prueba de presión.

10.2.4. Trabajos preliminares

A continuación, se presentan la descripción de los trabajos preliminares de adecuación de la tubería para realizar las pruebas hidrostáticas.

- Se debe preparar la conexión de toma de agua limpia para lavado, llenado y para la prueba.
- El contratista debe seleccionar el sistema más funcional y económico para el suministro de agua.
- Se debe revisar la instalación y el funcionamiento adecuado de los accesorios de la tubería tales como: tapones, válvulas, ventosas, purgas, anclajes.
- La conexión se hará desde el tanque de almacenamiento principal.
- Para la instalación de los accesorios de tapones, ventosas y válvulas para el llenado del tanque se adecuo mediante una portabrida y brida metálica y tapón metálico.

10.2.4.1. Actividades para la adecuación del tramo 1:

Para realizar la prueba hidrostática en el primer tramo, primero se hizo la instalación de los tapones en la entrada y salida de la tubería.

De la Figura 10.6 a la Figura 10.8 se presenta la evidencia del proceso de instalación de los tapones y de la adecuación de la tubería.



Figura 10.6. Instalación del tapón a la entrada de la tubería del tramo 1

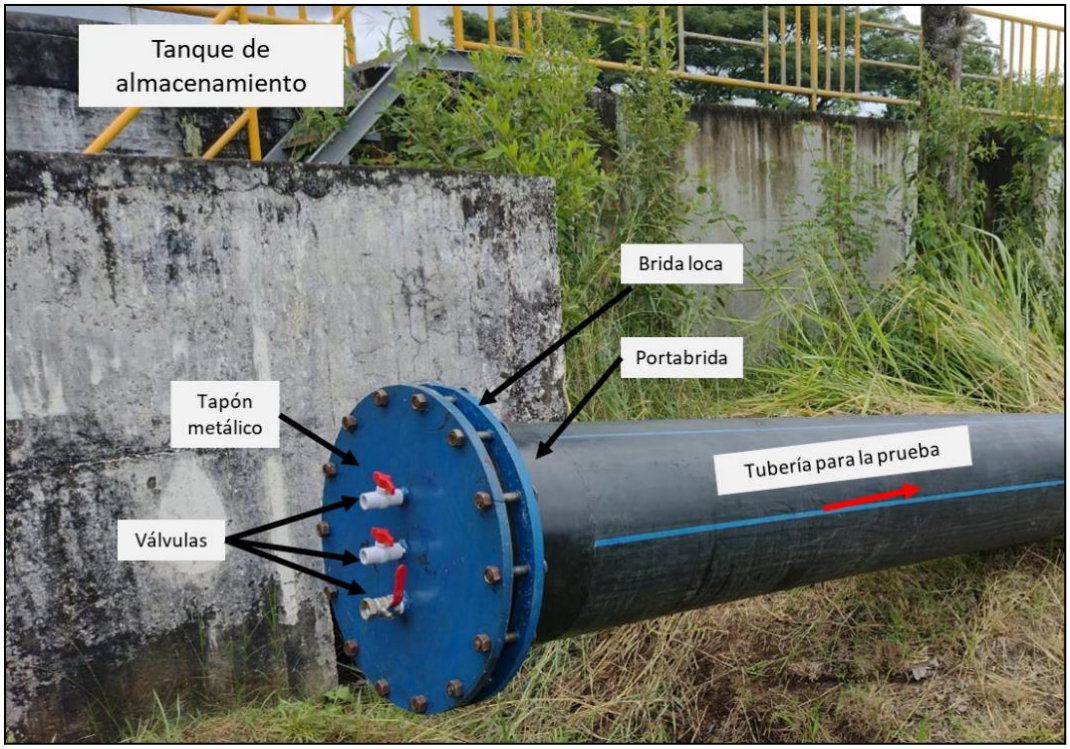


Figura 10.7. Detalle de la adecuación de la tubería



Figura 10.8. Instalación del tapón a la salida de la tubería del tramo 1

10.2.4.1. Geofonía para la detección de fugas en el tramo 1 de la conducción.

Posteriormente se procedió a hacer el llenado total de la tubería y una vez llena la tubería, se realizó la inspección de la red de conducción en tramo 1, empleando geófono marca HWM Modelo X-MIC LITE; con el fin de determinar si existen puntos de fugas y determinar su localización especifica.

En la Figura 10.9 se presenta el trabajo de geofonía realizado sobre el primer tramo de tubería.



Figura 10.9. Geofonía en tubería de conducción

Durante la inspección de la tubería se detectaron dos (2) fugas, en Figura 10.10 se presenta la localización de la primera fuga sobre la abscisa K0+735, para su verificación se realizó el vaciado y posteriormente se realizó un apique en este punto con el fin de verificar el origen de la fuga y su localización exacta.



Figura 10.10. Fuga No 1 encontrada en el tramo 1.



Figura 10.11. Apique realizado en la fuga No 1

Durante la inspección se encontró una tee reducida para la instalación de una válvula ventosa de Ø 4'', y tiene en su extremo abierto con una portabrida y una bridaloca, ocasionando que por este punto se presente la fuga.

Para continuar con la prueba se procedió a sellar esta derivación mediante un tapón bridado para garantizar la hermeticidad de la tubería (Ver Figura 10.12)



Figura 10.12. Sellado de la tubería en Fuga No 1

De igual forma la fuga N°2 localizada en el sector de la transversal abscisa K0+610; para su ubicación e inspección se procede a hacer apique. En la Figura 10.13 se presenta evidencia del apique realizado en fuga No 2.



Figura 10.13. Apique para inspección de fuga No2

Con el apique realizado en el punto de la fuga No 2 se encontró una derivación para la instalación de una válvula de purga, se realizó el vaciado de la tubería para sellar esta derivación mediante la instalación de un tapón.

En la Figura 10.14 se presenta la instalación del tapón en la derivación encontrada en la fuga No 2

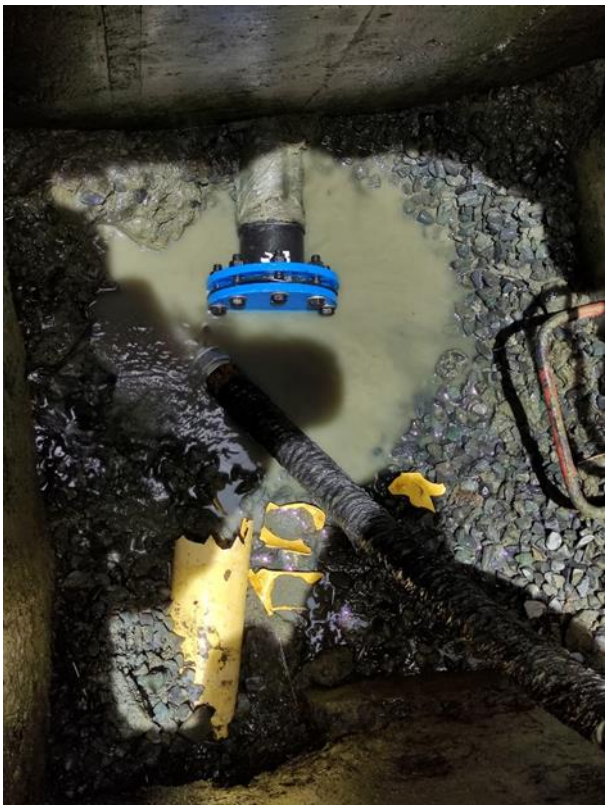


Figura 10.14. Sellado de la tubería en Fuga No 2

Una vez instalado el tapón en la fuga No 2 y asegurada la hermeticidad de la tubería se procedió a hacer el llenado para iniciar con la prueba hidrostática.

10.2.5. Realización de la prueba hidrostática

Una vez realizados los trabajos preliminares se procede a ejecutar la prueba bajo los siguientes requerimientos:

Parámetros de la tubería:

Material: PEAD
Clase: PN 10
Presión de fabricación: 10 bares (101 m.c.a) (145 psi)
Diámetro Nominal: 450 mm
Diámetro Interno: 396.60 mm
Área: interna de la tubería: 0.124 m^2
Longitud: 920 metros
Abscisas: K0+000 a K0+920
Cota al inicio del tramo: 956.19 m.s.n.m
Cota final del tramo: 938.69 m.s.n.m
Volumen de llenado: 113.70 m^3
Presión de trabajo en el punto final del tramo (más bajo): 17.50 m.c.a (25 Psi)

- **Presión de prueba:** La presión máxima debe ser 1.50 veces la presión de trabajo de la tubería.
  1.50x 17.50 m.c.a= 26.25 m.c.a (37.30 m.c.a)
  De acuerdo a los lineamientos del consultor se decide disponer de una presión máxima de (2.20 veces) que equivale a 38.70 m.c.a (55 psi)

  La presión de trabajo de la tubería al final del tramo

- **Duración de la prueba:** la presión hidrostática sostenida debe ser de 1 hora
- **Tolerancia de la prueba:** debido a que la tubería es en polietileno la cantidad de fuga debe ser cero
- Si la presión de prueba (Pp) permanece estable (con una variación del 5%) por una (1) hora se considera que la prueba es exitosa.

Registro de resultados:

Fecha de la prueba: 07/09/2023
Hora de inicio: 1:45 pm
Hora final: 3:00 pm
Presión de prueba: 38.67 m.c.a (55 psi)

Figura 10.15. Registro de presiones de la prueba hidrostática

Punto de Registro				Tiempo Hora	Caudal de pérdida máxima registrada
Inicio (K0+000)		Final (K0+920)			
Presión m.c.a		Presión m.c.a			
m.c.a	psi	m.c.a	psi		
20.53	29.20	38.67	55	13:45	0 L/h
20.53	29.20	38.67	55	14:00	0 L/h
19.83	28.20	37.97	54	14:15	0 L/h
19.83	28.20	37.97	54	14:30	0 L/h
19.83	28.20	37.97	54	14:45	0 L/h
19.83	28.20	37.97	54	15:00	0 L/h

Descripción de problemas encontrados durante la prueba de presión hidrostática:
No se presentaron problemas durante la prueba de presión hidrostática
Durante la prueba se hicieron búsqueda de fugas no visibles mediante geófono y no se hallaron fugas.
Caudal de pérdida máxima registrada: 0 L/h

Conclusión de los resultados de la prueba de presión hidrostática:

- La presión de prueba (Pp) permaneció estable (con una variación del 3%) por una (1 hora y 15 minutos, por lo anterior se considera que la prueba es exitosa.

ELABORÓ: Carlos Rengifo **–** Octavio Patiño
Leonardo Castellanos – Consultoría
REVISÓ: Manuel Castañeda **-** Consultoría
APROBÓ: Diego León Alzate Ospina – Consultoría

En el anexo D "*Formato de control prueba hidrostática*" se presenta la evidencia de la información recopilada al momento de la prueba hidrostática.

En el anexo E "Registro Fotográfico – Prueba hidrostática" se presenta la evidencia fotográfica de la prueba realizada en campo

10.2.5.1. Conclusiones

Se evidencio que al momento de construir la fase II quedaron pendiente la instalación de los accesorios (Válvulas ventosas y válvulas purgas) correspondientes al diseño inicial teniendo una leve variación en el abscisado de aproximadamente 5 metros.

Por lo anterior la consultoría procede a realizar la localización de estos puntos de válvulas en el segundo tramo instalado en la fase II, mediante apiques

10.3. SISTEMA DE CONDUCCIÓN

10.3.1. Apiques para la localización de la tubería

En las Figura 10.16, Figura 10.17 y Figura 10.18 , se presenta la localización general de los apiques realizados sobre el trazado de la tubería de conducción para su localización.

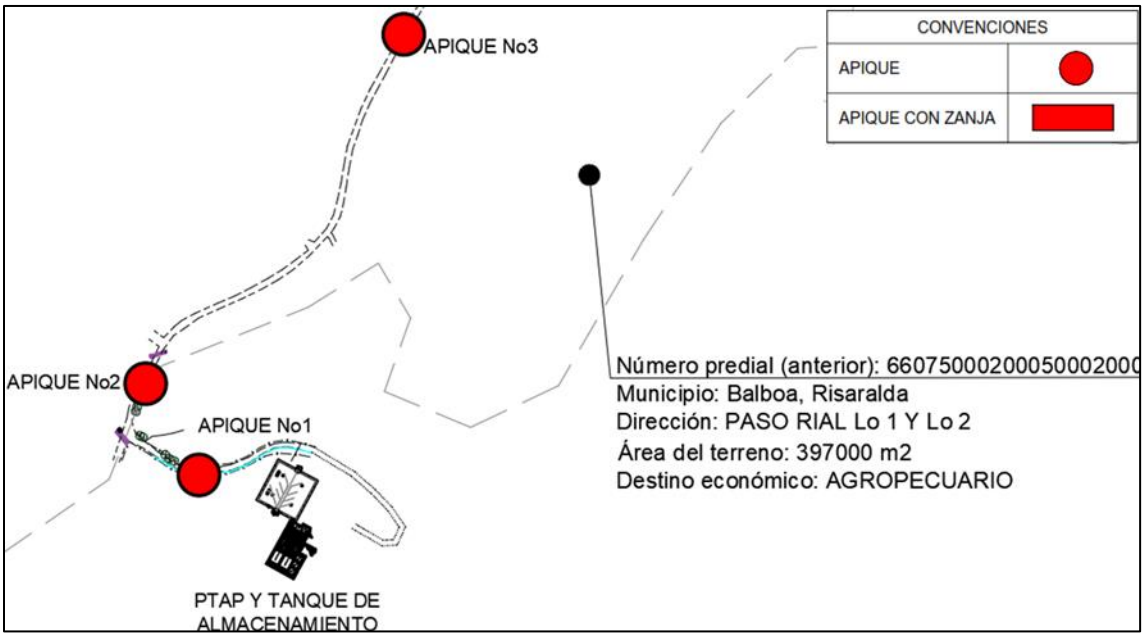


Figura 10.16. Localización general de los apiques 1, 2 y 3.

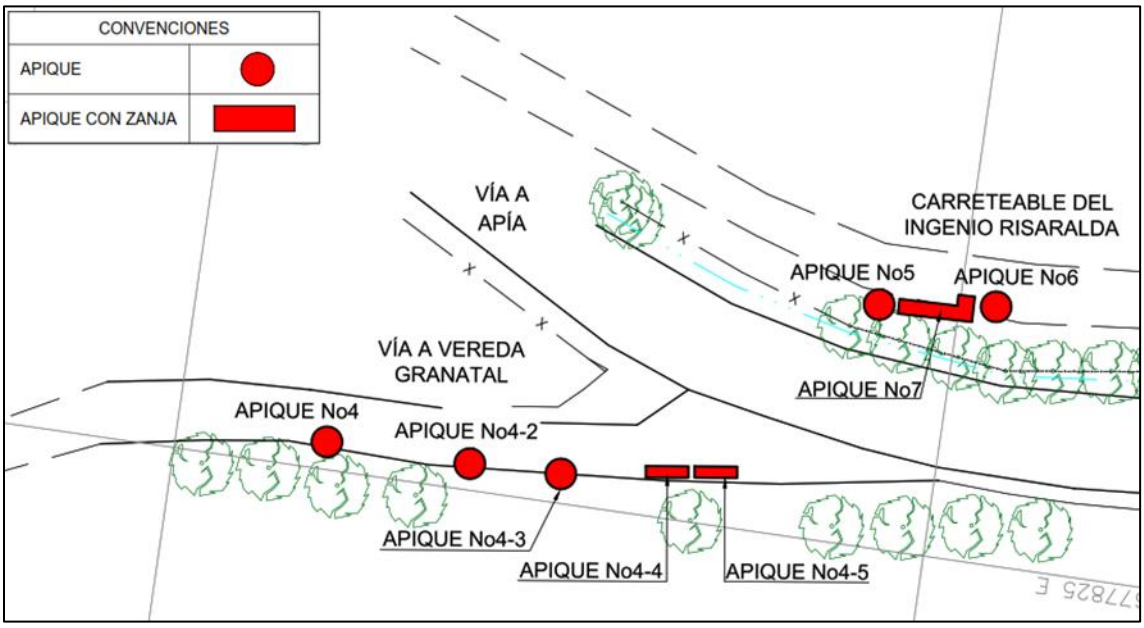


Figura 10.17. Localización general de los apiques 4, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 5 y 6.

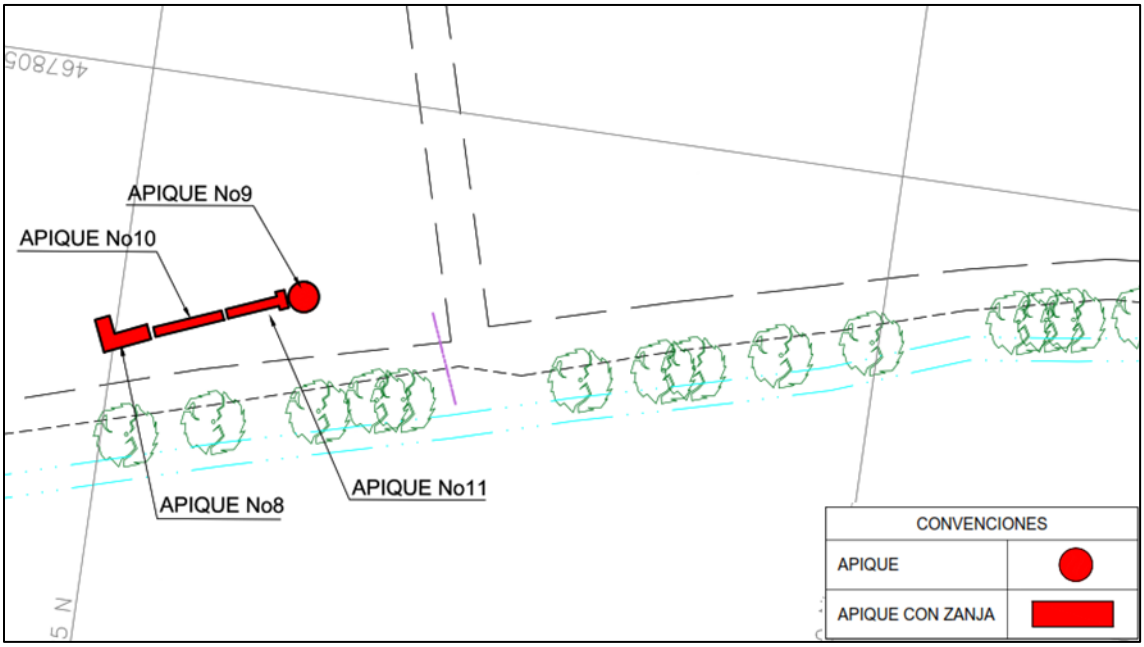


Figura 10.18. Localización general de los apiques 8, 9, 10 y 11

Los apiques realizados se clasifican según sus dimensiones así:

Cuadro 10.1. Tipo de apiques realizados para la localización de la conducción

TIPO 1	ANCHO	0.80m a 0.90m
	LARGO	1.80m a 2.00m
	PROFUNDIDAD	1.00m a 2.00m
TIPO 2	ANCHO	0.80m a 0.90m
	LARGO	2.10m a 3.00m
	PROFUNDIDAD	1.00m a 2.30m
TIPO 3	ANCHO	0.80m a 0.90m
	LARGO	3.10m a 6.00m
	PROFUNDIDAD	1.00m a 2.30m

En el Cuadro 10.2 se presentan las coordenadas de los puntos de localización de los apiques y su clasificación.

Cuadro 10.2. Coordenadas de localización de apiques realizados..

APIQUE No	COORDENADAS		COORDENADAS		OBSERVACIONES	ABSCISA
	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE		
1	1129359.11	1038867.92	4677244.05	2105306.30	TIPO 1	K0+084.13
2	1129419.43	1038916.23	4677304.67	2105354.24	TIPO 1	K0+175.59
3	1129696.44	1038766.50	4677580.84	2105202.77	TIPO 2	K0+508.08
4	1129945.12	1038500.23	4677827.95	2104934.91	TIPO 2	K0+883.83
4-2	1129945.12	1038485.92	4677827.86	2104920.60	TIPO 2	K0+898.25
4-3	1129945.43	1038476.88	4677828.12	2104911.55	TIPO 3 - Zanja	K0+907.30
4-4	1129945.88	1038463.95	4677828.49	2104898.62	TIPO 2	K0+917.85
4-5	1129945.88	1038463.95	4677828.49	2104898.62	TIPO 2	K0+923.50
5	1129966.47	1038447.94	4677848.99	2104882.48	TIPO 2	K0+947.02
6	1129968.25	1038436.68	4677850.70	2104871.20	TIPO 1	K0+957.33
7	1129967.22	1038442.03	4677849.70	2104876.56	TIPO 3 - Zanja	K0+951.89
8	1130158.56	1035591.13	4678023.64	2102023.76	TIPO 1	K3+943.33
9	1130164.98	1035573.46	4678029.95	2102006.05	TIPO 1	K3+961.44
10	1130161.77	1035582.30	4678026.79	2102014.90	TIPO 3 - Zanja	K3+950.25
11	1130163.61	1035577.22	4678028.61	2102009.81	TIPO 3 - Zanja	K3+957.19

10.3.1.1. Descripción del Apique N° 1

Dirección: Finca AsoPerBeCer
Profundidad: 1.10m
Ancho: 0.90m.
Longitud: 2.00 m.



Figura 10.19. Apique N° 1

10.3.1.2. Descripción del apique N° 2

Dirección: Vía Vereda Granatal
Profundidad: 1.20 m
Ancho: 0.8m
Longitud: 1.80 m



Figura 10.20. Apique N° 2

10.3.1.1. Descripción del apique N° 3

Dirección: Vía Vereda Granatal
Descripción: En este apique se presenta inundación debido al nivel freático ocasionado por la cercanía de la quebrada el Totúi
Profundidad: 1.50 m
Ancho: 0.9 m
Longitud: 2.20 m



Figura 10.21. Apique N° 3

10.3.1.1. Descripción del apique N° 4

Dirección: Desvío Vereda Granatal
Profundidad: 2.30m
Ancho: 0.90m
Longitud: 2.50 m

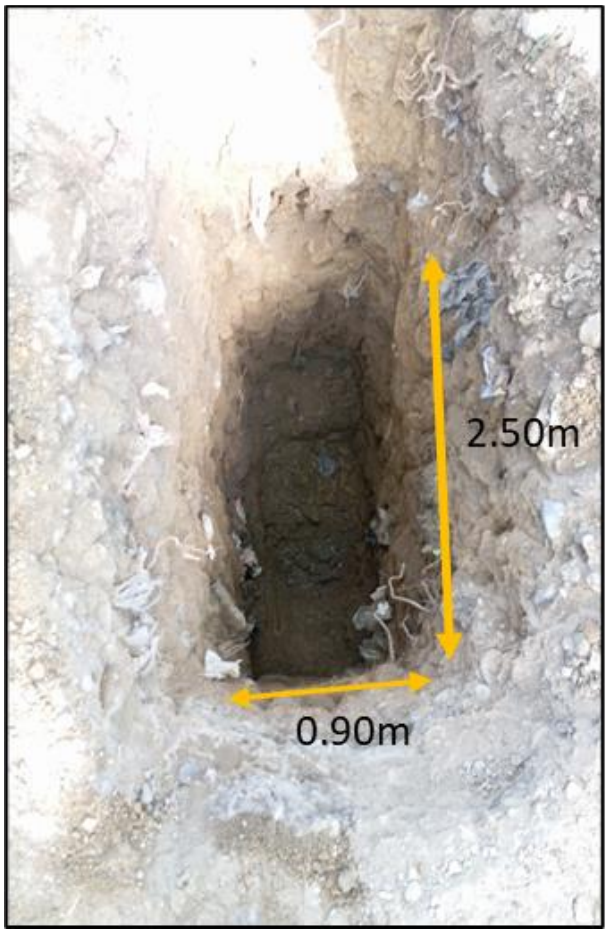


Figura 10.22. Apique N° 4

10.3.1.1. Descripción del apique N° 4-2

Dirección: Desvío Vereda Granatal
Profundidad: 2.30m
Ancho: 0.90m
Longitud: 2.50 m



Figura 10.23. Apique N° 4-2

10.3.1.1. Descripción del apique N° 4-3

Dirección: Desvío Vereda Granatal
Profundidad: 2.30m
Ancho: 0.90m
Longitud: 5.70 m

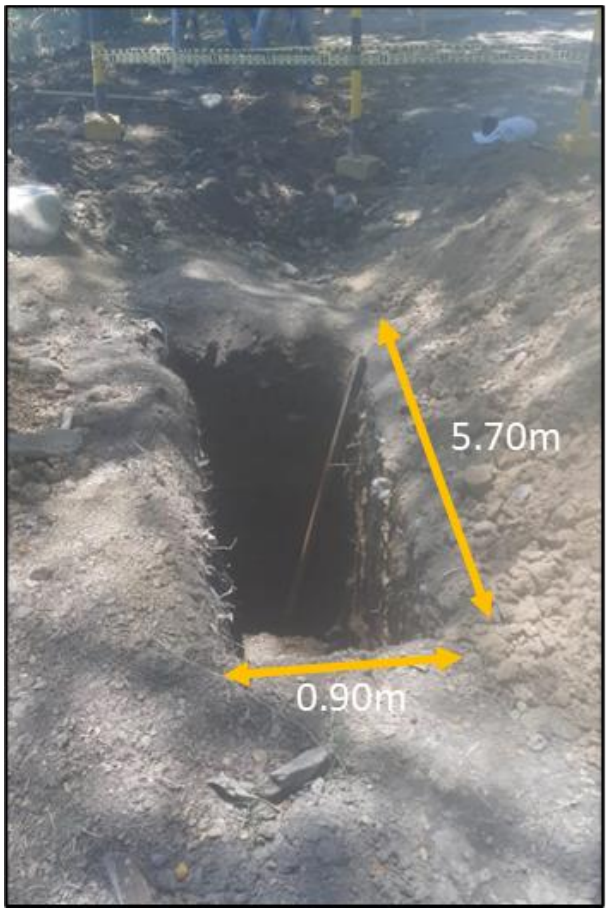


Figura 10.24. Apique N° 4-3

10.3.1.1. Descripción del apique N° 4-4

Dirección: Desvío Vereda Granatal
Profundidad: 2.30m
Ancho: 0.80m
Longitud: 3.00 m



Figura 10.25. Apique N° 4-4

10.3.1.1. Descripción del apique N° 4-5

Dirección: Desvío Vereda Granatal
Profundidad: 2.30m
Ancho: 0.80m
Longitud: 3.00 m



Figura 10.26. Apique N° 4-5

10.3.1.1. Descripción del apique N° 5

Dirección: Venecia
Profundidad: 2.30m
Ancho: 0.80m
Longitud: 2.00 m

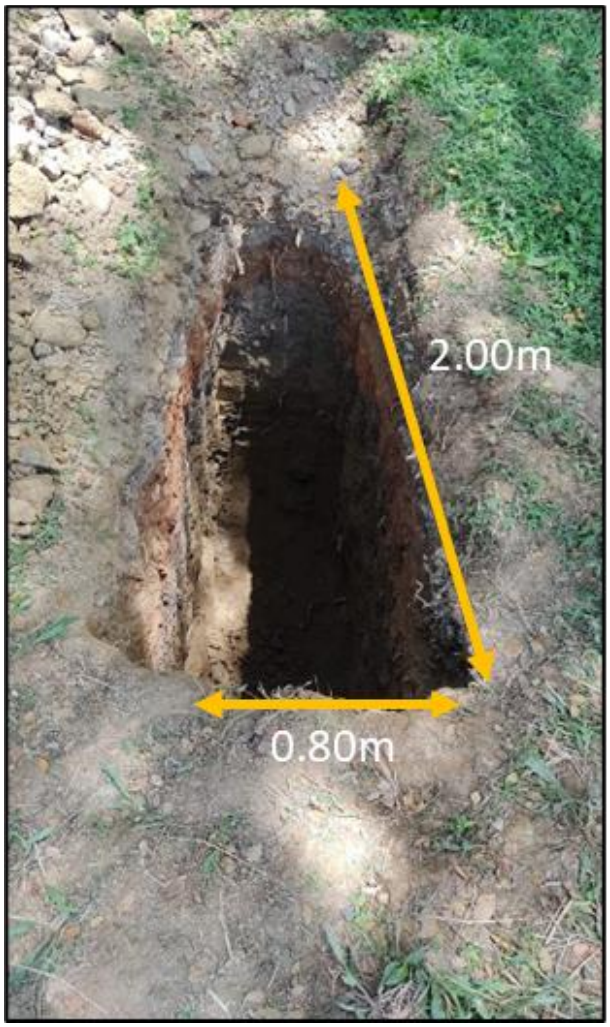


Figura 10.27. Apique N° 5

10.3.1.1. Descripción del apique N° 6

Dirección: Venecia
Profundidad: 2.00 m
Ancho: 0.80 m
Longitud: 2.00 m



Figura 10.28. Apique N° 6

10.3.1.1. Descripción del apique N° 7

Dirección: Venecia
Profundidad: 2.00 m
Ancho: 0.80 m
Longitud: 5.50 m

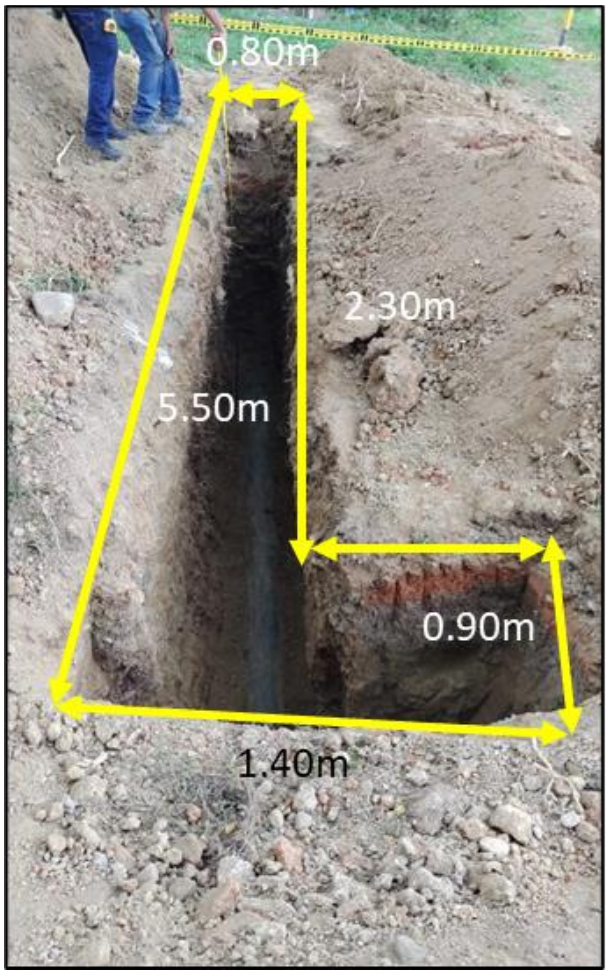


Figura 10.29. Apique N° 7

10.3.1.1. Descripción del apique N° 8

Dirección: Jordán
Profundidad: 1.80 m
Ancho: 0.90 m
Longitud: 2.00 m



Figura 10.30. Apique N° 8

10.3.1.1. Descripción del apique N° 9

Dirección: Jordán
Profundidad: 1.80 m
Ancho: 0.90 m
Longitud: 2.00 m



Figura 10.31. Apique N° 9

10.3.1.1. Descripción del apique N° 10

Dirección: Jordán
Profundidad: 1.80 m
Ancho: 0.90 m
Longitud: 7.00 m

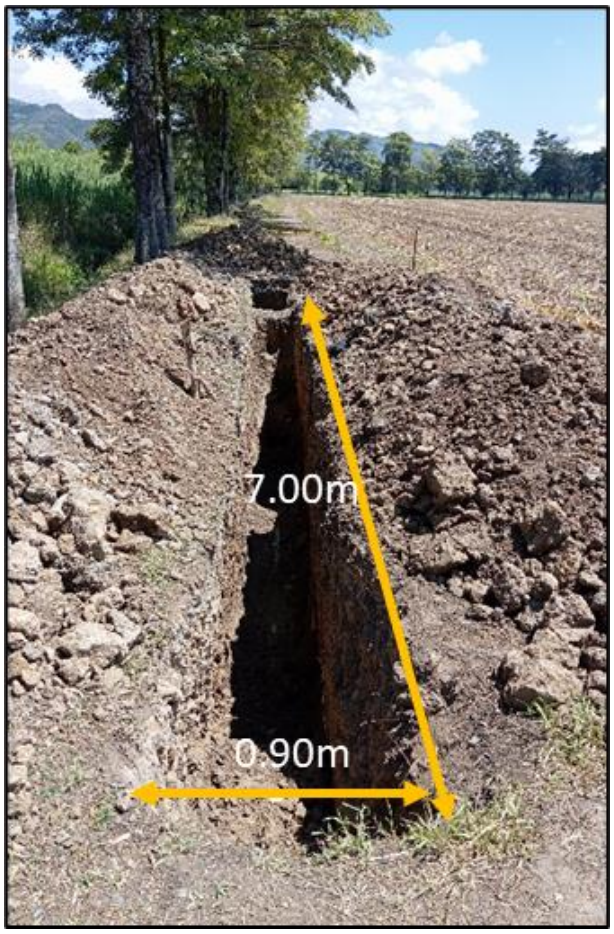


Figura 10.32. Apique N° 10

10.3.1.1. Descripción del apique N° 11

Dirección: Jordán
Profundidad: 1.80 m
Ancho: 1.00 m
Longitud: 1.80 m



Figura 10.33. Apique N° 11

En el anexo C "*Fichas de apiques*" se presentan las fichas de los apiques realizados para localizar la tubería.

10.4. LOCALIZACIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE CONDUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente el sistema de conducción objeto de estudio es el que está conformado por la tubería instalada en la fase II y fase III y que aún no está en funcionamiento debido a que faltan algunos tramos por instalar.

El alineamiento general del sistema de conducción se encuentra comprendido el tanque de almacenamiento N°1 (sector PTAP) hasta el tanque N°2 (elevado) zona urbana del Municipio, con una

longitud total de 6940 metros la conducción está instalada en tramos en tubería PEAD PN 10 DN 450mm de acuerdo a dos fases constructivas (fase II y III).

- Fase II (noviembre de 2012)
- Fase III (agosto de 2022)

En la Figura 10.34 se presenta la conformación general de los tramos de las dos fases constructivas.

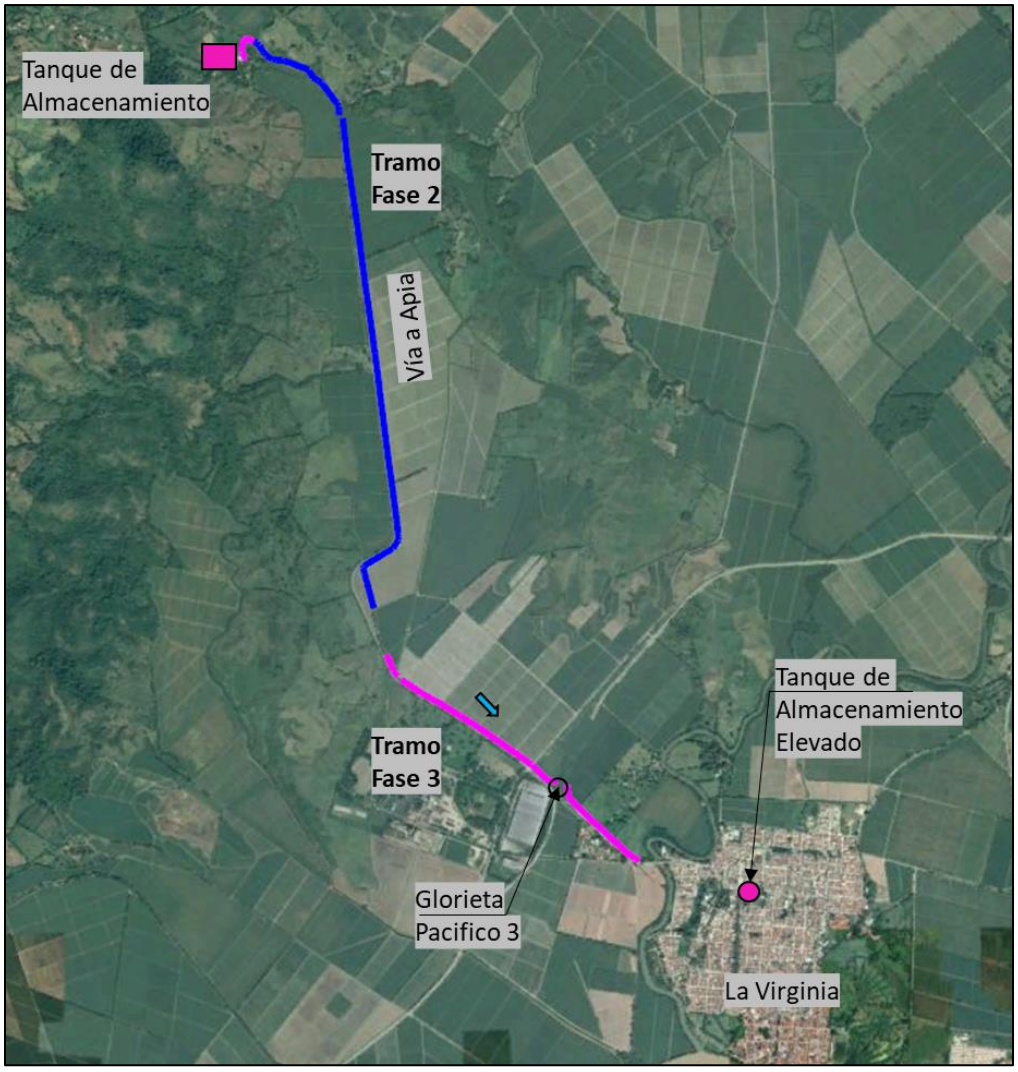


Figura 10.34. Localización general del sistema de conducción

10.4.1. Conformación del sistema de conducción

Como se mencionó anteriormente el sistema de conducción objeto de estudio es el que está conformado por la tubería instalada en la fase II y fase III y que aún no está en funcionamiento debido a que faltan algunos tramos por instalar.

La conducción instalada está conformada por seis (6) tramos de acuerdo a las fases constructivas, conformadas cronológicamente así:

- Fase II (noviembre de 2012)
- Fase III (agosto de 2022)

En el Figura 10.35 se presenta el resumen de los tramos de tubería instalados de acuerdo a la fase constructiva de se describen a continuación:

Figura 10.35. Resumen de tramos de tubería instalados de la conducción.

TRAMO ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	LONGITUD	DIÁMETRO	MATERAL	FASE
1	Salida del Tanque Nº1 Tramo instalado en el 2022	K0+000 A K0+200	200	450	PEAD PN 10	3
2	Tramo instalado en el 2012 sobre cuneta de vía de acceso a la PTAP	K0+200 A K0+920	720	450	PEAD PN 10	2
3	Tramo instalado en el 2012 sobre cuneta de vía interna de cultivos de caña	K0+950 A K3+976	3026	450	PEAD PN 10	2
4	Tramo instalado en el 2022 sobre cuneta de vía interna de cultivos de caña	K4+250 A K4+410	160	450	PEAD PN 10	3
5	Tramo instalado en el 2022 sobre cuneta de vía interna de cultivos de caña Va hasta la glorieta	K4+435 A K5+545	1110	450	PEAD PN 10	3
6	Tramo instalado en el 2022 sobre cuneta de vía interna de cultivos de caña Tramo instalado despues de la glorieta hasta antes de la descarga del canal de aguas lluvias al río Risaralda	K5+605 A K6+175	570	450	PEAD PN 10	3

Los tramos 1 y 2 están instalados sobre la vía destapada de acceso a la PTAP
Los tramos del 2 al 6 están instalado sobre la vía interna de los cultivos de caña, la cual es paralela a la vía nacional 50RS01 La Virginia – Apia de segundo Orden, es de aclarar que existen cinco (5) tramos sin instalar los cuales se relacionan en el Cuadro 10.3.

Cuadro 10.3. Relación de tramos sin instalar de la tubería de conducción

TRAMO ID	DESCRIPCIÓN	ABSCISA	LONGITUD	DIÁMETRO	MATERAL	REQUERIMIENTOS
1	Paso vía nacional 50RS012 La Virginia – Apia	K0+920 A K0+950	30	450	PEAD PN 10	Permiso de intervención de vía ante el Instituto Nacional de Vías (INVIAS)
2	Empalme de las Fases 2 y 3	K3+976 A K4+250	274	450	PEAD PN 10	Servidumbre
3	Tramo sin instalar por Fase 3	K4+410 A K4+435	25	450	PEAD PN 10	No
4	Cruce en la glorieta entre la vía La Virginia – Apia y Ansermanuevo - La Virginia	K5+545 A K5+605	60	450	PEAD PN 10	Permiso de intervención de vía ante la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI)
5	Paso del río Risarala y tramo final urbano	K6+175 A Tanque Elevado	27	450	PEAD PN 10	Permiso CARDER paso Río Risaralda y de intervención de vía ante el Instituto Nacional de Vial (INVIAS)

Relación de las vías que requieren permiso de intervención

Vía: La Virginia – Apia
Categoría Segundo Orden
Código Tramo 50RS01
Nombre Ruta: Conexión Troncal de Occidente - Transversal Las Animas – Bogotá
Sector: Apía - La Virginia
Administrador: INVIAS

Vía: Ansermanuevo - La Virginia
Categoría: Primer Orden
Código Tramo: 2302
Nombre Ruta: Alternas a la Troncal de Occidente
Sector: Ansermanuevo - La Virginia
Administrador: ANI

En la Figura 10.36 se presenta la localización de los tramos instalados de acuerdo a las fases constructivas y los tramos sin instalar de la conducción entre desarenador y la planta de tratamiento de agua potable (PTAP).

En el anexo E "*Registro fotográfico – Conducción*" se presenta el registro fotográfico de la conducción.

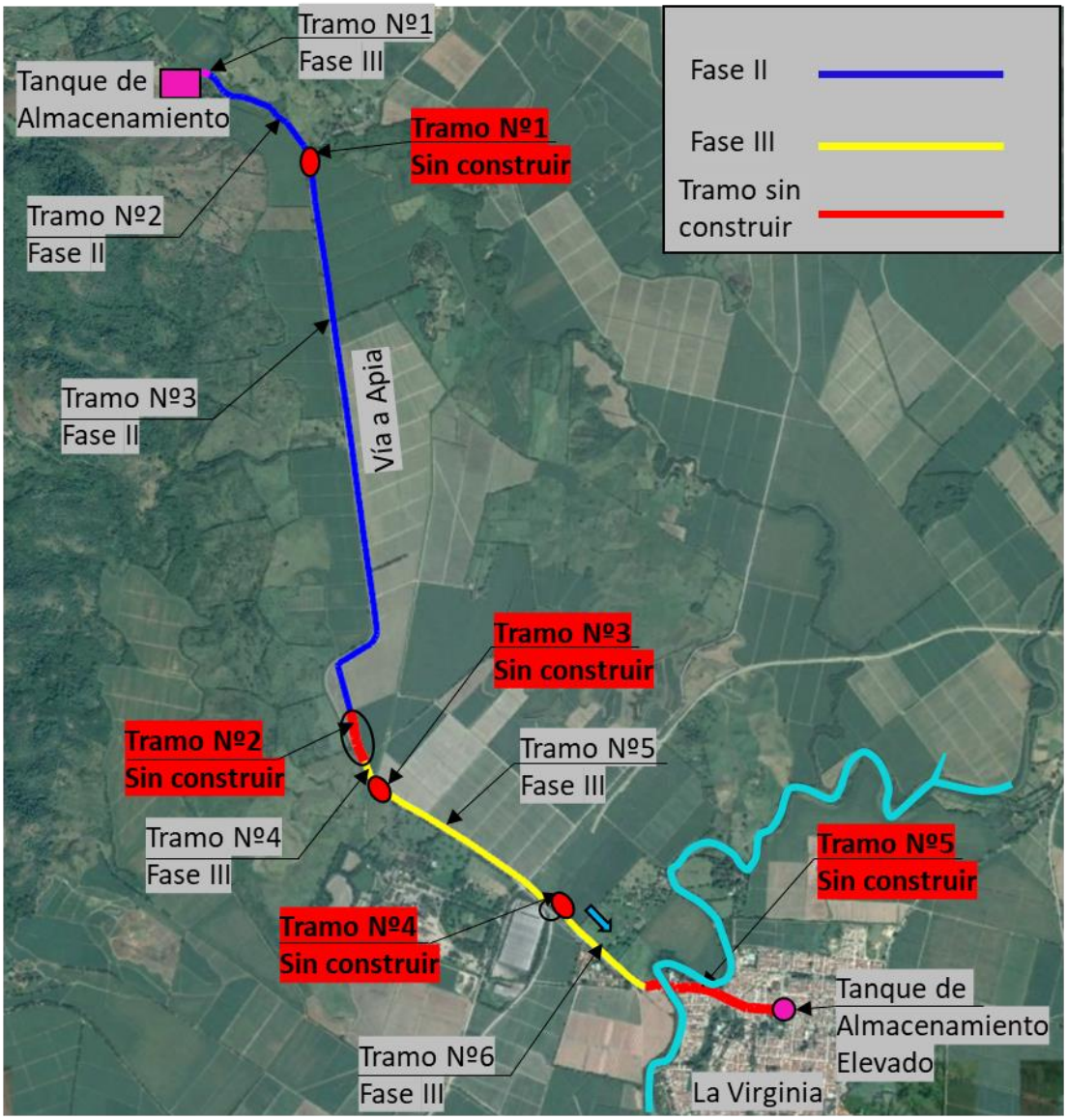


Figura 10.36. Localización general del sistema de aducción desarenador a PTAP

10.4.2. Evaluación del estado del sistema de conducción

A continuación, se presenta la evaluación de la instalación de la tubería y estructuras implantadas en todo alineamiento de la conducción.

10.4.2.1. Evaluación Tramo Nº1 Fase III (instalado)

Al inicio del tramo Nº1 localizado a la salida del tanque Nº1, la tubería se encuentra levantada la cual está por encima del nivel las tuberías de salida de los dos módulos del tanque.

En la Figura 10.37 se presenta el tramo de tubería levantada a la salida del tanque de almacenamiento Nº1.

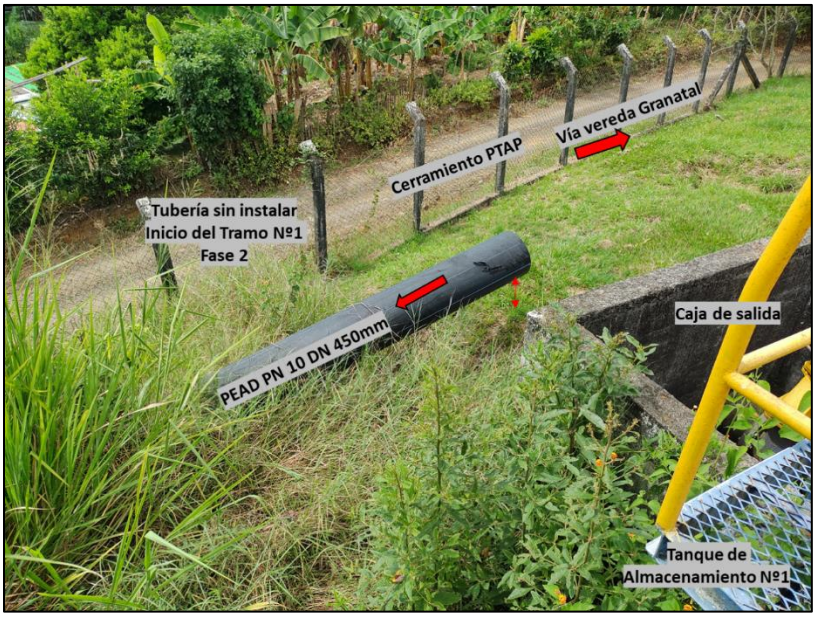


Figura 10.37. Tramo de tubería levantada a la salida del Tanque Nº1

10.4.2.2. Evaluación Tramo Nº2 Fase II (instalado)

En la Figura 10.38 se presenta la localización del Tramo Nº2, en la cual se muestra parte del agua acumulada en la tubería.



Figura 10.38. Fin de Tramo Nº2, agua retenida en la tubería

10.4.2.3. Evaluación Tramo Nº3 Fase II (instalado)

Durante el reconocimiento de campo no se hallaron estructuras de válvulas o accesorios instalados en todo el tramo Nº3.

En la Figura 10.39 se presenta la localización del alineamiento del tramo Nº3 fase II, instalado en los predios de Venecia y El Jordán.



Figura 10.39. Localización del alineamiento del tramo Nº3 la tubería de conducción

10.4.2.1. Evaluación Tramo Nº4 Fase III (instalado)

En este tramo se hallaron varias problemáticas:

- En el punto de inicio se encontró una transversal en mal estado.
  En la Figura 10.40 se presenta la localización del inicio del tramo Nº4 y la transversal en mal estado.



Figura 10.40. Punto de inicio Tramo Nº4

- En el cruce de la tubería por debajo del canal del ingenio se evidencia que no se hizo ninguna protección de la tubería y el canal lo que ha ocasionado que el agua del canal se este infiltrando hacia las zanjas laterales que hicieron para la instalación, ver Figura 10.41.



Figura 10.41. Paso de tubería por debajo del canal del ingenio

- Para la instalación de la tubería por debajo del canal del ingenio realizaron dos excavaciones a cada lado del canal, los cuales no fueron tapadas, dejando expuestas estas zanjas llenándose de agua proveniente del canal del ingenio, ver Figura 10.42.

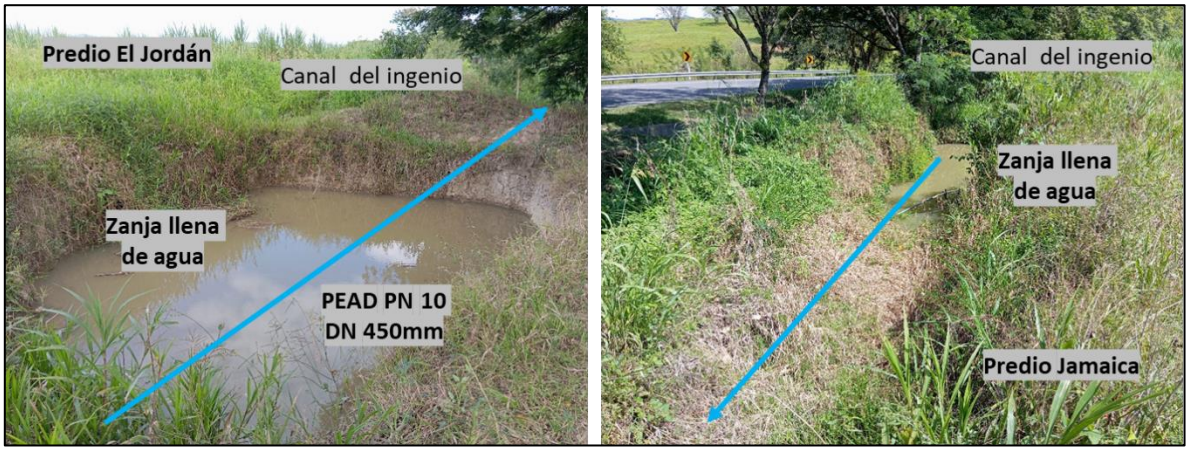


Figura 10.42. Zanjas llenas de agua

- En el punto final del Tramo Nº4 la tubería quedo expuesta, ver Figura 10.43

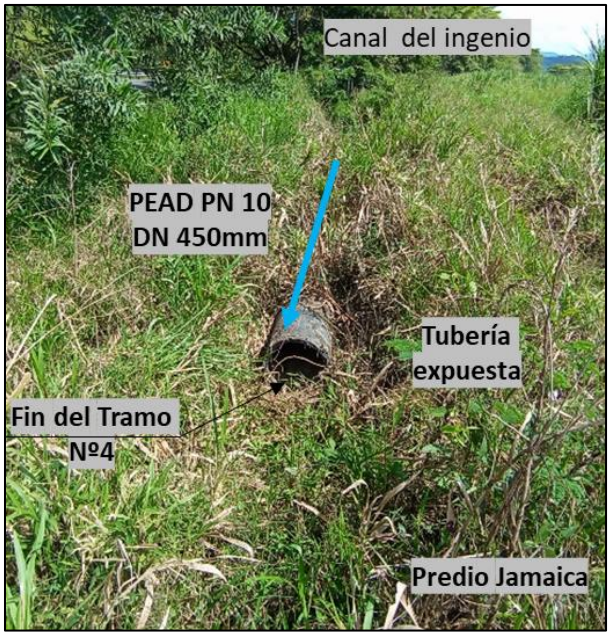


Figura 10.43. Final del tramo Nº4 fase II

10.4.2.1. Evaluación Tramo Nº5 Fase III (instalado)

De igual forma que en el tramo anterior en este tramo se hallaron varias problemáticas:

- En tramo inicial se presenta tubería expuesta y la zanja no fue tapada quedo expuesta



Figura 10.44. Inicio del Tramo Nº5

- Transversales sin tapa, lo que ocasiona un riesgo para los vehículos que transitan por la vía, ver Figura 10.45



Figura 10.45. Transversales sin tapa en el Tramo Nº5

- En este tramo se construyó una caja en concreto para la instalación de una válvula de corte, la cual no se terminó faltando la tapa superior.
- Durante el proceso constructivos se hicieron excavaciones las cuales no fueron tapadas llenándose de agua.
- La válvula quedo mal instalada ya que se hizo de forma horizontal impidiendo su operación.

En la Figura 10.46 se presenta la caja de válvula sin terminar y las zanjas llenas de agua.

En la Figura 10.47 se presenta la válvula de corte instalada horizontalmente.

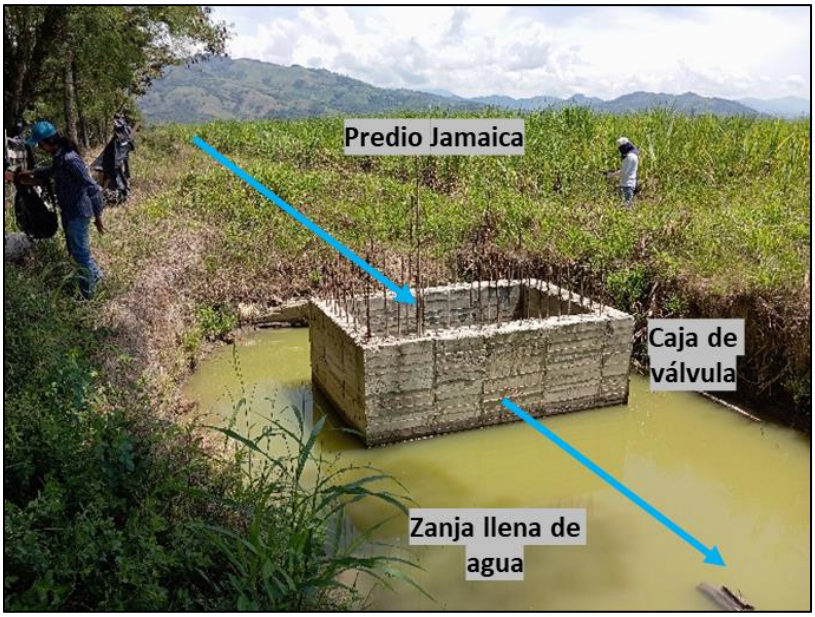


Figura 10.46. Caja de válvula mal instalada

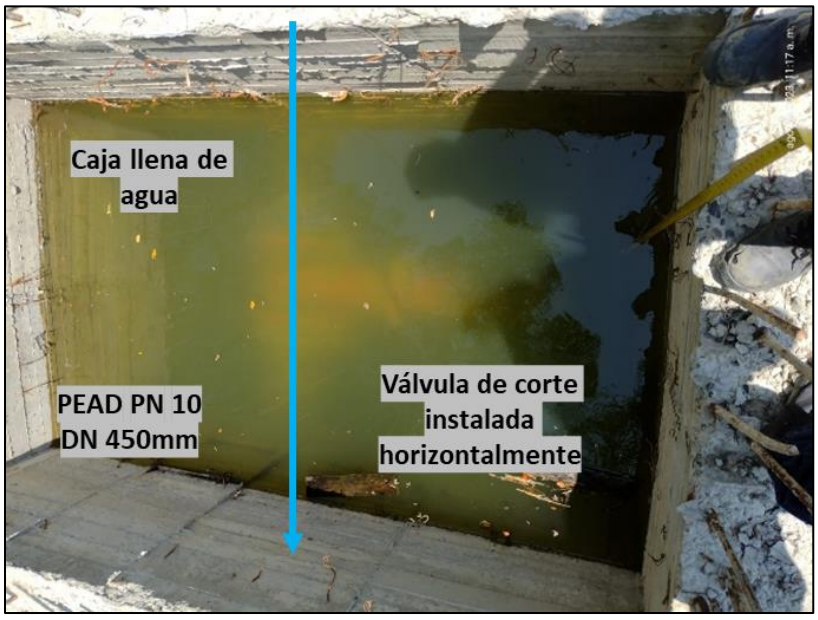


Figura 10.47. Instalación de válvula de control

- En el punto final del Tramo Nº5 la tubería quedo expuesta, ver Figura 10.48.

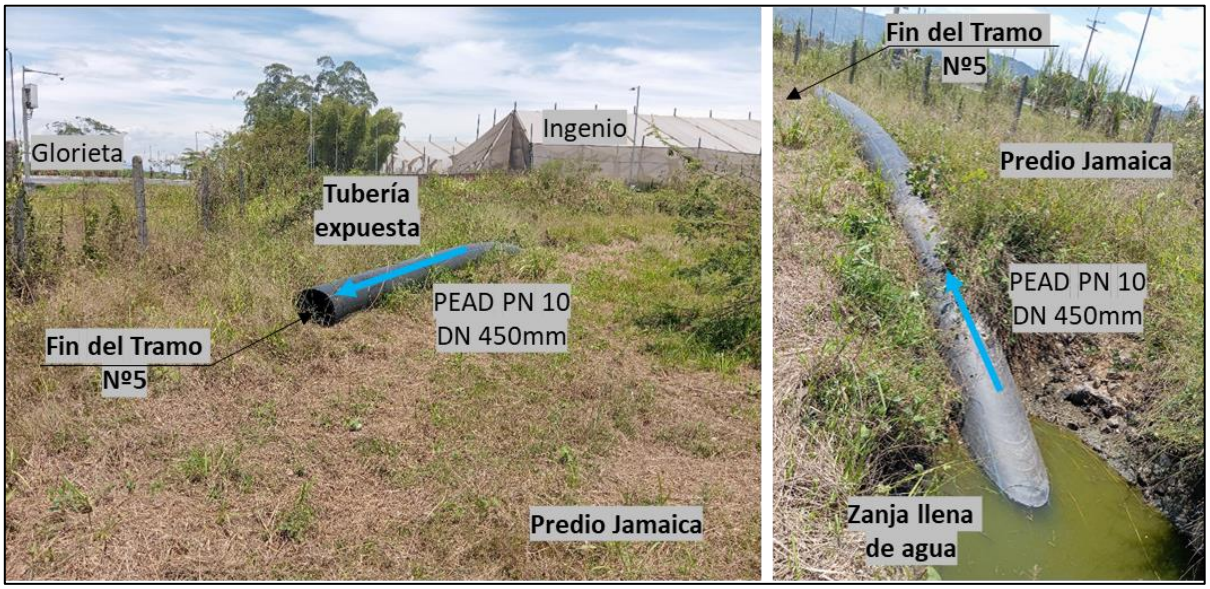


Figura 10.48. Tubería expuesta al final del Tramo Nº5

10.4.2.1. Evaluación Tramo Nº6 Fase III (instalado)

Se localizaron tres pilotes construidos al final de este tramo los cuales fueron construidos para el paso en viaducto sobe canal y el río Risaralda.

La localización de los pilotes para los viaductos sobre el canal que descarga al río y paso sobre el río Risaralda fueron modificados de su diseño inicial (Fase III, año 2015), el pilote Nº1 para el inicio del

viaducto fue ubicado aledaño a la vía interna del predio, para tal fin se necesitaría de levantar la tubería aguas arriba del pilote lo que ocasionaría que la vía quede interferida, también el riesgo geotécnico e hidráulico importantes que han ocasionado movimientos en masa que han deteriorado la geomorfología del sector de localización y los dos apoyos siguientes.

En la Figura 10.49, Figura 10.50, Figura 10.51 se presentan la localización de los caisson instalados al final del Tramo Nº6 de la fase III.

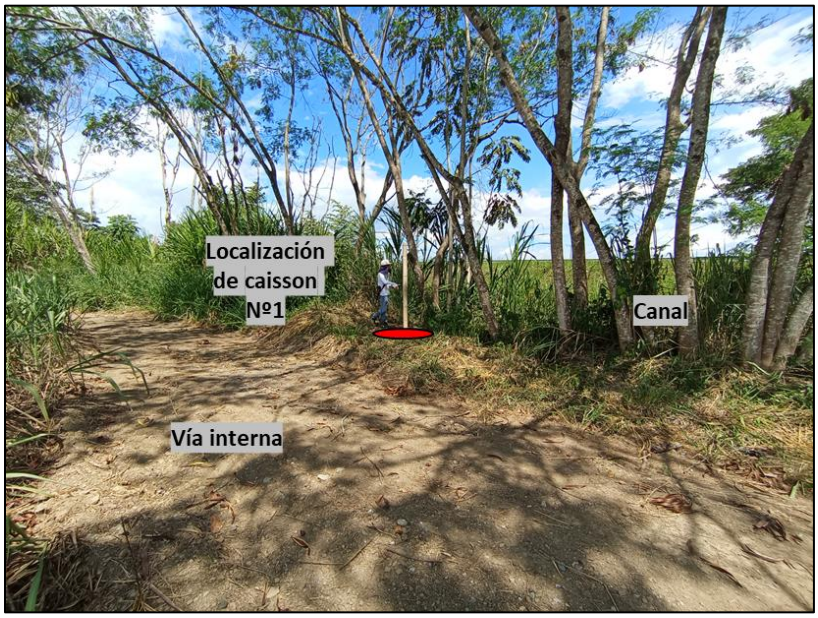


Figura 10.49. Localización del caisson Nº1



Figura 10.50. Localización del caisson Nº2



Figura 10.51. Localización del caisson Nº3

10.4.2.1. Evaluación Tramo Nº1 Fase II (sin instalar)

El Tramo Nº1 sin instalar corresponde al Paso de la vía nacional 50RS012 La Virginia – Apia debido a que no se cuenta con el permiso de intervención de vía ante el Instituto Nacional de Vías (INVIAS) En la Figura 10.52 se presenta el primer tramo sin tubería instalada sobre la vía La Virginia – Apia

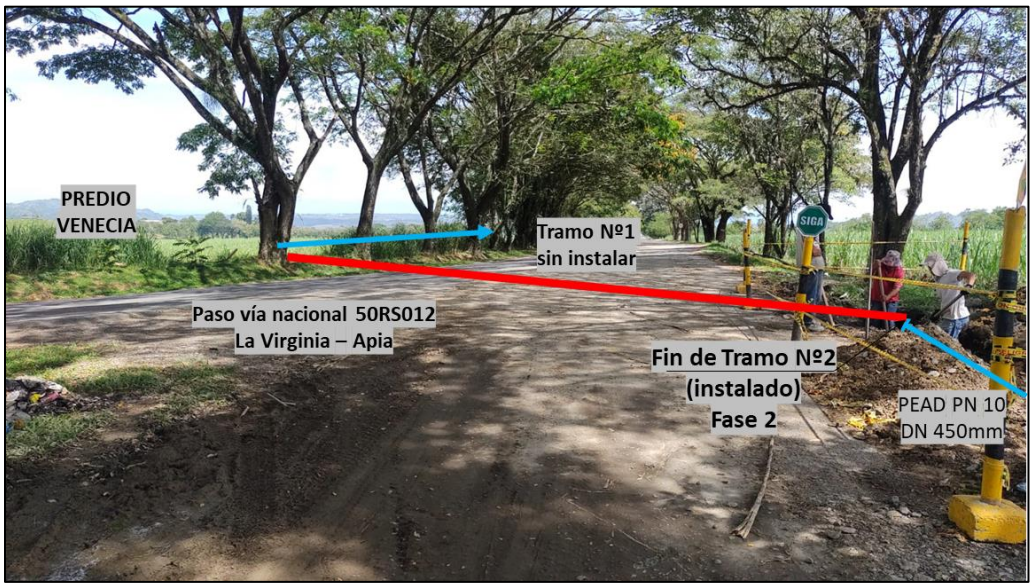


Figura 10.52. Tramo Nº1 sin instalar por la vía nacional La Virginia- Apia

10.4.2.2. Evaluación Tramo Nº2 Fase III (sin instalar)

Este tramo sin instalar corresponde al empalme entre las fases 2 y 3 el cual debe ser ejecutada por el contrato de la fase III, ver Figura 10.53



Figura 10.53. Tramo Nº2 Fase III sin instalar

10.4.2.3. Evaluación Tramo Nº3 Fase III (sin instalar)

Este tramo sin instalar corresponde a un tramo de tubería sin instalar el cual debe ser ejecutada por el contrato de la fase III, ver



Figura 10.54. Tramo Nº3 Fase III sin instalar

10.4.2.1. Evaluación Tramo Nº4 Fase III (sin instalar)

El Tramo Nº4 sin instalar corresponde al paso del Cruce en la glorieta entre la vía La Virginia – Apia y Ansermanuevo - La Virginia, debido a que no se cuenta con el permiso de intervención de vía ante la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), ver Figura 10.55



Figura 10.55. Tramo Nº4 fase III paso por glorieta sin instalar Anserma Nuevo- La Virginia

10.4.3. Conclusiones de la conformación general del sistema de conducción

10.5. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DE LA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN

10.5.1. Asignación de caudales

Con el fin de determinar el consumo total actual del Municipio de la Virginia y asignar los caudales para el chequeo de la tubería de conducción la Empresa de servicios públicos suministro los caudales producidos, los cuales fueron registrados a la salida del tanque principal durante cuatro (mes) desde el 1 de enero de 2023 hasta el hasta el 20 abril de 2023, los registros se hacen cada 5 minutos

A continuación, se hace un análisis de la variación de los caudales de acuerdo al comportamiento semanal y horario.

En el Cuadro 10.4 se presenta el resumen de los caudales de acuerdo a la variación semanal.

Cuadro 10.4. Resumen de la variación de los caudales en la semana

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
PROMEDIO:	82.90	83.26	83.10	80.75	83.49	84.70	81.83
MÁXIMO:	115.13	111.50	112.65	112.82	113.01	116.98	114.83
MÍNIMO:	47.41	49.35	47.83	45.45	48.97	48.49	47.48

En la Figura 10.56 se presenta la gráfica de la variación de los caudales en la semana.

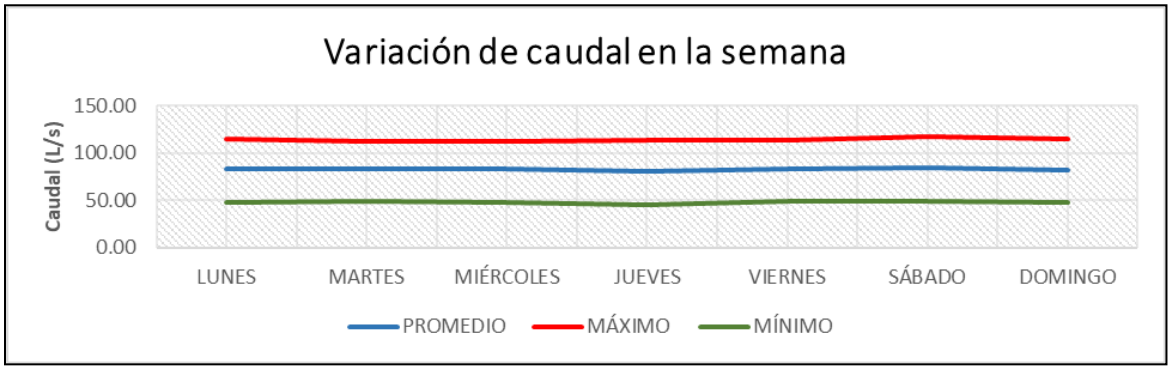


Figura 10.56. Variación de caudal en la semana

En Cuadro 10.5 se presenta el resumen de variación de los caudales horarios.

En la Figura 10.57 se presenta la gráfica de la variación de los caudales horarios.

Cuadro 10.5. Resumen de variación de los caudales horarios

HORA	Caudal Promedio	Caudal Máximo	Caudal Mínimo
HH:MM	[L/s]	[L/s]	[L/s]
0:00	52.18	74.57	36.39
1:00	50.54	71.41	26.33
2:00	50.44	64.53	26.13
3:00	51.90	65.65	26.52
4:00	59.66	85.80	35.30
5:00	74.42	107.22	46.16
6:00	86.54	105.82	67.63
7:00	95.63	114.80	73.11
8:00	101.16	118.33	79.20
9:00	106.31	122.80	81.55
10:00	110.78	125.29	84.83
11:00	112.68	127.18	90.76
12:00	112.54	128.39	88.18
13:00	111.97	128.90	92.45
14:00	109.02	123.89	92.28
15:00	100.41	118.74	55.95
16:00	93.08	113.71	72.91
17:00	87.80	112.25	60.24
18:00	83.99	113.73	65.91
19:00	80.68	118.66	63.57
20:00	77.65	112.40	44.44
21:00	73.81	98.52	40.62
22:00	67.12	86.72	40.19
23:00	57.94	76.35	40.68

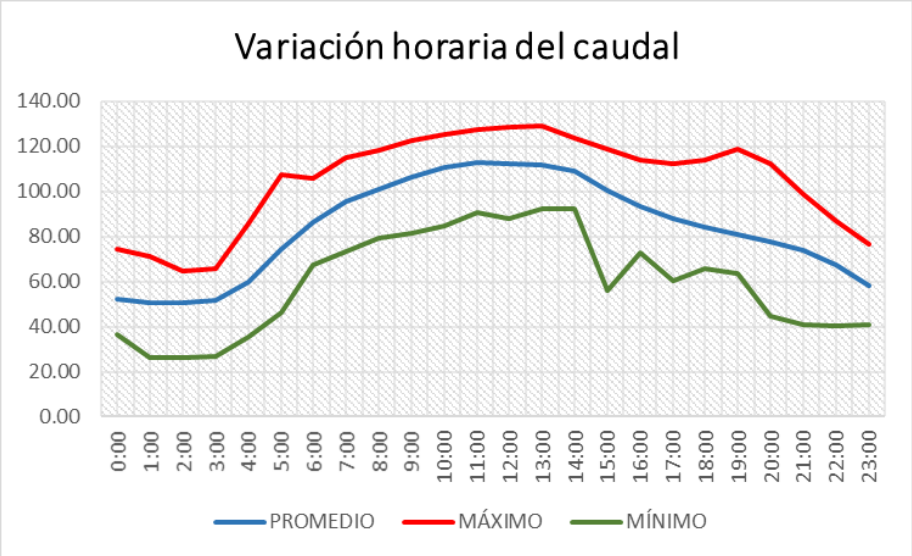


Figura 10.57. Grafica de variación de caudal horario

De la información suministrada por la Empresa se tiene:

El día de mayor caudal se presenta el sábado con 116.98 L/s

Caudal máximo registrado es de 128.90 L/s a las 13:00 horas.

10.5.2. Elaboración de la curva de modulación

De los registros de caudales suministrados por la empresa y el análisis anterior de caudales horarios se tiene la siguiente curva de modulación, ver Figura 10.58.

HORA	Relación
HH:MM	$Q/Q_{promedio}$
0:00	0.624
1:00	0.604
2:00	0.603
3:00	0.620
4:00	0.713
5:00	0.889
6:00	1.034
7:00	1.143
8:00	1.209
9:00	1.271
10:00	1.324
11:00	1.347
12:00	1.345
13:00	1.338
14:00	1.303
15:00	1.200
16:00	1.112
17:00	1.049
18:00	1.004
19:00	0.964
20:00	0.928
21:00	0.882
22:00	0.802
23:00	0.692

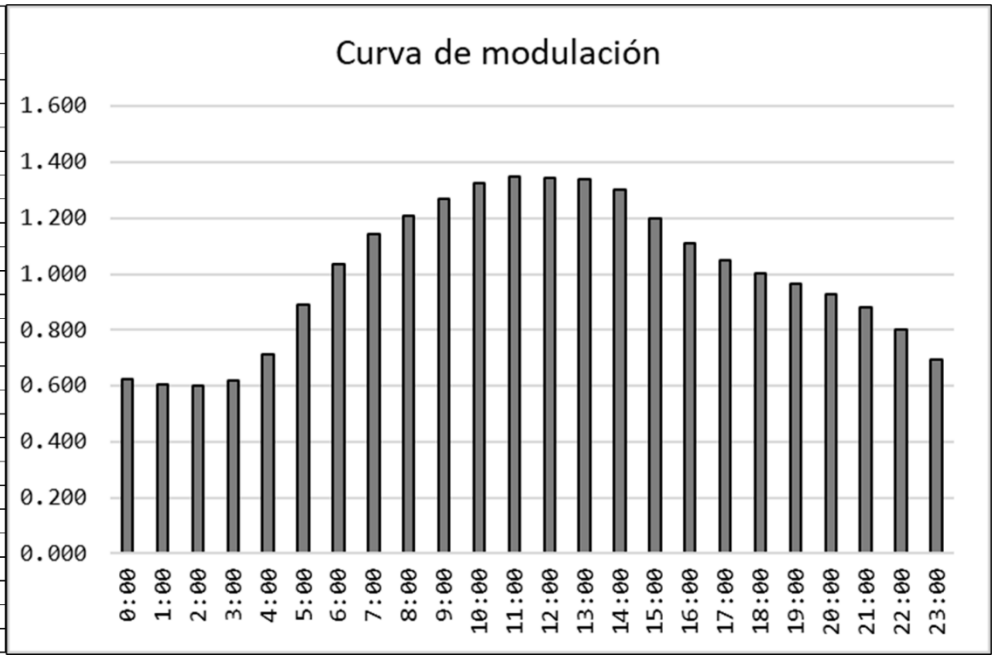


Figura 10.58. Curva de modulación de caudales