

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede Central

Ingeniería en Recurso Hídrico

“ANÁLISIS HÍDRICO E HIDRAULICO DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO
COMUNAL EL CEDRAL DE LEÓN CORTÉS, COSTA RICA, 2021”

Trabajo final de graduación como requisito para optar por el grado académico de

Licenciatura en Ingeniería en Recurso Hídrico

Sustentante:

Priscilla Barrantes Fallas

Alajuela, Costa Rica

2023

Tribunal aprobador

Este Trabajo Final de Graduación fue sometido a la consideración del Tribunal aprobador compuesto por las siguientes personas:

Oscar Vega Leandro
Director de Carrera

Ericka Zamora Leandro
Miembro CTFG

Rolando Marín León
Miembro CTFG

Álvaro Araya García
Miembro CTFG

Dedicatoria

A mi papá, Luis Guillermo, por su apoyo constante y amor incondicional.

Agradecimientos

A mi tutor, profesor don Rolando y lectores, profesor Francisco y don Fernando, por su guía, recomendaciones y compromiso.

A los miembros de la ASADA El Cedral, en especial a don Gerardo y Yesenia, por su buena disposición y colaboración con la investigación.

Al director de carrera, mis profesoras y profesores de la UTN, por todo su apoyo y enseñanzas.

A mi familia, por su amor y motivación.

Resumen

En el presente Trabajo Final de Graduación se realizó un análisis hídrico e hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable de la ASADA El Cedral de Santa María de León Cortés.

Se determinó la capacidad hídrica, a través de mediciones de caudal de las fuentes de abastecimiento y el registro de consumos del acueducto, la capacidad hidráulica con los datos obtenidos del levantamiento de campo de elevaciones topográficas, componentes del sistema y la simulación hidráulica en el programa “Looped Distribution Network Simulation Program”. Además, se elaboró un manual de operación y mantenimiento para el control del estado de los componentes del sistema.

Los resultados de los análisis muestran que el acueducto comunal cuenta con capacidad hídrica en la actualidad y con proyección a 25 años. Sin embargo, no cuenta con la capacidad hidráulica en varios puntos del sistema, por lo que se propone un diseño con la colocación de nueva tubería, tanques de almacenamiento y válvulas reductoras de presión.

Palabras claves: análisis hídrico, análisis hidráulico, ASADA, medición de caudal, registro de consumos, simulación hidráulica, capacidad hídrica, capacidad hidráulica.

Tabla de contenidos

1. Tabla de abreviaturas	7
2. Introducción	8
3. Área de estudio, delimitación del problema y justificación	11
3.1 Área de estudio	11
3.2 Delimitación del problema	15
3.3 Justificación	16
4 Alcance del proyecto	18
5 Situación actual del conocimiento del tema	19
6 Objetivo general	22
6.1 Objetivos específicos	22
7 Aproximación al marco teórico	23
7.1 Capítulo I. Conceptos y definiciones	23
7.1.1. Sistema de abastecimiento de agua potable	23
7.1.2. Fuentes de abastecimiento	23
7.1.3. Captaciones	23
7.1.4. Línea de conducción de agua potable y redes de distribución de agua potable	23
7.2. Capítulo II. Capacidad hídrica de un sistema de abastecimiento de agua potable	25
7.2.1. Balance hídrico de un acueducto	25
7.3. Capítulo III. Capacidad hidráulica de un sistema de abastecimiento de agua potable	26
7.3.1. Población de diseño	26
7.3.2. Periodos de diseño	27
7.3.3 Dotaciones	27

7.3.4 Caudales de diseño	28
7.3.5 Criterios técnicos de diseño	28
8. Estrategia metodológica	30
9. Resultados y análisis	34
10. Análisis hidráulico	78
10.1 Análisis hidráulico del sistema existente	82
10.2 Análisis hidráulico: diseño de la línea de conducción y red de distribución	85
9. Manual para el mantenimiento y operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del Acueducto El Cedral de León Cortés	94
11. Conclusiones	97
12. Recomendaciones	99
13. Cronograma del plan de trabajo	102
14. Referencias bibliográficas	106
Anexos	110

1. Tabla de abreviaturas

ARESEP: Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos

ASADA: Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y alcantarillados Sanitarios

AyA: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados

CONAFLU: Confederación Nacional de Federaciones, Ligas y Uniones de Acueductos

FMD: Factor máximo diario

FMH: Factor máximo horario

IANC: Índice de agua no contabilizada

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería

MIDEPLAN: Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica

MINAE: Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica

PEAD: Polietileno de alta densidad

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

PVC: Policloruro de vinilo

QMD: Caudal máximo diario

QMH: Caudal máximo horario

QPD: Caudal promedio diario

VRP: Válvula reductora de presión

2. Introducción

El agua es un recurso natural que se encuentra en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas y la supervivencia de los seres humanos. Asimismo, el agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es un decisivo vínculo entre la sociedad y el medio ambiente (ONU, 2021).

A nivel mundial, la gestión del recurso hídrico está a cargo, tanto del sector público, como del sector privado y, por ende, América Latina no es la excepción. Históricamente, las grandes ciudades han sido abastecidas de agua potable por empresas públicas o privadas. Dentro de las poblaciones, se han creado sistemas de abastecimiento autónomos a partir de organizaciones comunitarias ya existentes. Actualmente, estas organizaciones comunitarias, tanto en zonas rurales, como en zonas urbanas, se encargan de la administración y del mantenimiento de los sistemas de agua potable y/o del saneamiento (Artero, 2016).

En América Latina, la gestión de los organismos operadores municipales prestadores de servicios de agua potable y saneamiento coexisten con la gestión comunitaria del agua. Regionalmente, se estima que existen alrededor de 145 000 organizaciones comunitarias que prestan servicios de agua y/o saneamiento a aproximadamente 70 millones de personas (Water Integrity Networking. 2020).

En la gestión de los sistemas comunitarios, la población se organiza alrededor de sus fuentes de agua, aporta su trabajo para la construcción y/o mantenimiento de sus sistemas y participa en la administración de recursos públicos y privados. Las organizaciones comunitarias operan dentro del marco regulatorio establecido por cada país, que define e identifica a los responsables de brindar los servicios a la población (Rojas, et al., 2020).

Algunos ejemplos de estos sistemas comunitarios son: Las Juntas de Agua y Comités de Desarrollo Comunitario de El Salvador, las Juntas Administradoras de Acueductos Rurales de Panamá, las Juntas Administradoras de Agua Potable de Ecuador y las Comunidades de Agua de Venezuela. En el caso de países como México, Honduras, Colombia, Perú, Bolivia, Paraguay, Nicaragua y República

Dominicana, los sistemas comunitarios coexisten con sistemas privados, públicos o municipales (Artero, 2016).

En el caso de Costa Rica, hace ya más de 50 años fueron creadas las organizaciones comunitarias para la gestión del agua para consumo humano, conocidos en ese entonces como Acueductos Rurales y que hoy en día se conocen como Acueductos Comunales o Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS), las cuales cumplen un papel de suma importancia, al brindar el servicio de agua potable a diferentes comunidades del país, bajo la rectoría del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), en su rol de ente rector técnico en lo referente a la dotación en cantidad y calidad del recurso hídrico en el país (Araya, et al., 2013).

Según el Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales (2020), los acueductos comunales o ASADAS tienen, como únicos y específicos fines, la prestación de los servicios de abastecimiento de agua potable y el saneamiento de aguas residuales, la contribución en la gestión integrada del recurso hídrico y el brindar el servicio de hidrantes por ley especial.

Datos del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica (MIDEPLAN) indican que, en el año 2018, las Asociaciones Administradoras de Acueductos y Alcantarillados Comunales o acueductos comunales daban cobertura al 29,1 % de la población nacional, lo cual las convierte en el segundo operador con mayor importancia de Costa Rica, después del AyA, que atiende al 46,7 % de la población (CONAFLU, 2019).

Esta cobertura brindada por los acueductos comunales o ASADAS demuestra la función desempeñada dentro de la gestión del recurso hídrico y el bienestar general de la población, lo cual posibilita el desarrollo socioeconómico de las diferentes comunidades del país. Éste es el caso del acueducto comunal El Cedral de Santa María de León Cortés, el cual brinda el servicio de agua potable a 286 abonados en una zona de importancia para el país por su potencial económico y atractivo turístico.

En ese sentido, el presente trabajo final de graduación pretende hacer un análisis hídrico e hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable del Acueducto Comunal del Cedral de León Cortés. De esta manera, se espera contribuir a la mejora de la gestión y la eficiencia de sus sistemas.

Para ello, se realizará inicialmente una caracterización del área de estudio a través de visitas de campo que permitan recolectar información, ubicar y reconocer la conformación, el estado físico y el mantenimiento brindado actualmente al sistema del acueducto comunal, así como también identificar deficiencias y problemas operacionales que deban ser tomados en cuenta en las siguientes etapas.

Posterior al trabajo de campo, se llevará a cabo un trabajo de oficina, donde se analizará la información recolectada y se determinará la capacidad hídrica e hidráulica del sistema bajo las condiciones actuales.

La capacidad hídrica se define como la máxima demanda que es factible cubrir con el recurso hídrico disponible de las fuentes que capta el sistema para su abastecimiento (Vargas, 2017), evaluando así la diferencia entre la producción de las fuentes y el consumo en el acueducto. La capacidad hidráulica es, según el Reglamento para la Prestación de los Servicios de AyA (2020), la condición de la infraestructura instalada del sistema de abastecimiento para trasegar los caudales para la prestación del servicio. Para esto, se realizará una modelación hidráulica a través del programa Branch-Loop, un manual de instalación, operación y mantenimiento y, finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de mejora para el sistema de abastecimiento de agua potable de El Cedral.

3. Área de estudio, delimitación del problema y justificación

3.1 Área de estudio

Ubicada a 70 kilómetros al suroeste de San José, se encuentra “La zona de Los Santos”, que comprende los cantones: Tarrazú, Dota y León Cortés (ver figura 1), en donde se encuentra localizado el acueducto comunal El Cedral de Santa María de León Cortés.

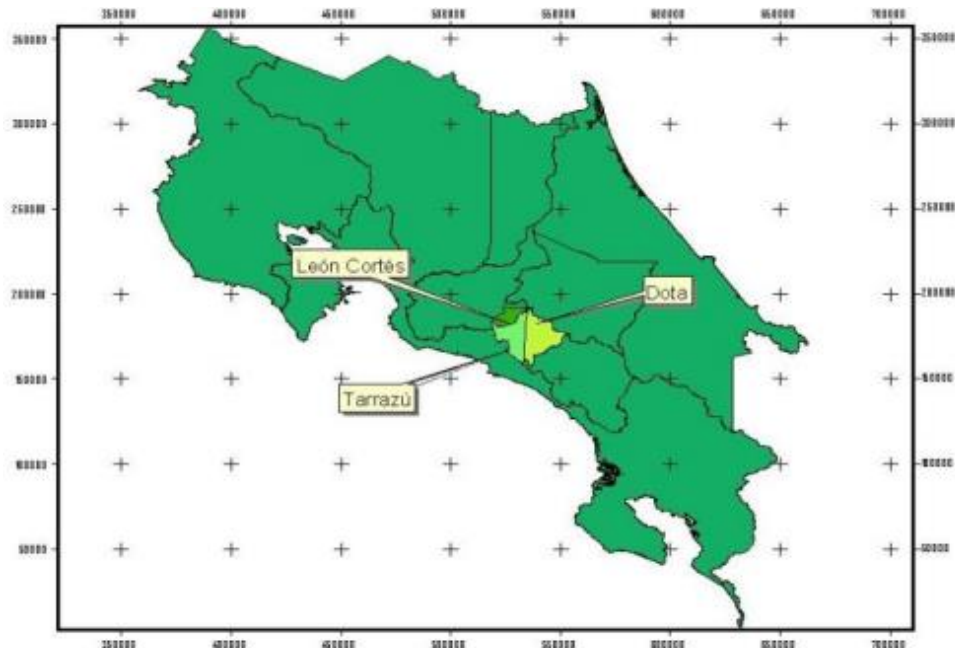
Esta zona tiene como base económica la producción de café y aguacate, junto a otros cultivos como: manzana, hortalizas, papa, mora orgánica, granadilla, flores, fresas, además de la ganadería de leche y carne (MAG, 2021).

Desde el punto de vista del uso del suelo, la actividad agropecuaria es predominante. Se destacan la actividad del café que abarca aproximadamente el 50% del uso del suelo en cada uno de los cantones; además, la ganadería también es importante en los cantones de Tarrazú y Dota con un 15.87% y 15.52% del uso del suelo dedicado a pastos. En el cantón de León Cortés, la actividad ganadera no es tan representativa (6.97% de pastos) debido a que la topografía del terreno dificulta la actividad. También se destaca el alto porcentaje de bosque en la zona sobre todo en el cantón de Dota con un 32.29% (Valenciano, 2008).

En cuanto a las características del clima, estos cantones presentan dos estaciones climáticas bien definidas: una seca que va desde enero hasta abril y otra lluviosa que va desde mayo hasta diciembre (Valenciano, 2008).

Figura 1

Cantones que conforman la “Zona de Los Santos”, Costa Rica



Fuente: Valenciano, 2008

Cuadro 1

Extensión y población de cantones que conforman la “Zona de Los Santos”

Cantón	Extensión (Km²)	Población (habitantes)
Tarrazú	233,73 Km ²	16.280,0
Dota	458,72	6.948,0
León Cortés	120,35	12.200,0

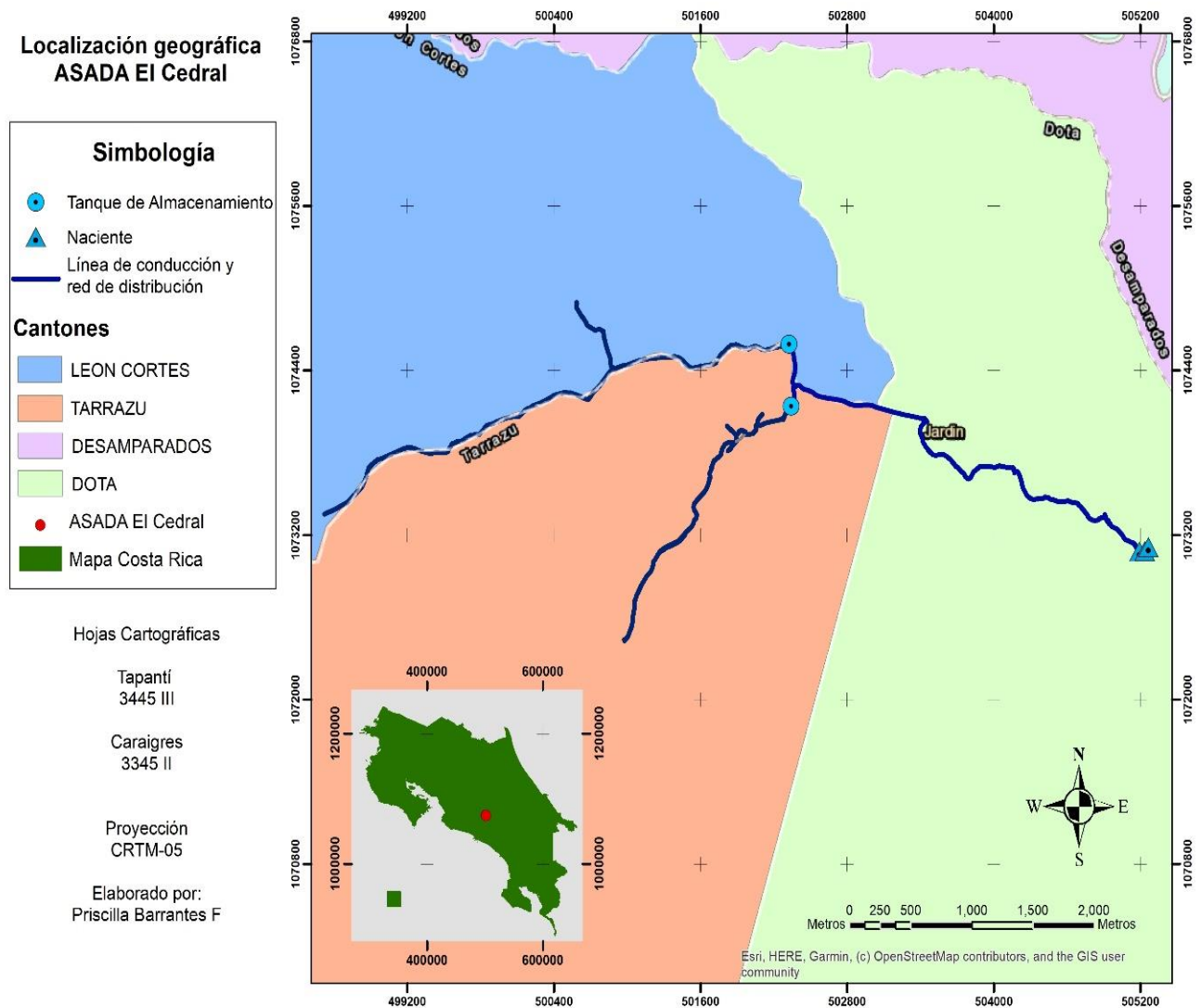
Fuente: INEC, 2011

El acueducto comunal El Cedral fue fundado en el año 2003 y su sistema se encuentra distribuido en los tres cantones que conforman la llamada “Zona de Los Santos”. Sus fuentes de abastecimiento se ubican en el cantón de Dota y su sistema de distribución abastece parte de los poblados de El Cedral, ubicado en el distrito 05 Santa Cruz del cantón 120 León Cortés y el poblado de Bajo Canet, ubicado en el distrito 01 San Marcos del cantón 105 Tarrazú (ver figura 2 y figura 3) (División

territorial de Costa Rica, 2017). El sistema de abastecimiento es por gravedad, abasteciéndose de tres nacientes como fuentes de agua y se subdivide en dos sectores de abastecimiento con un tanque de almacenamiento en cada uno de éstos.

Figura 2

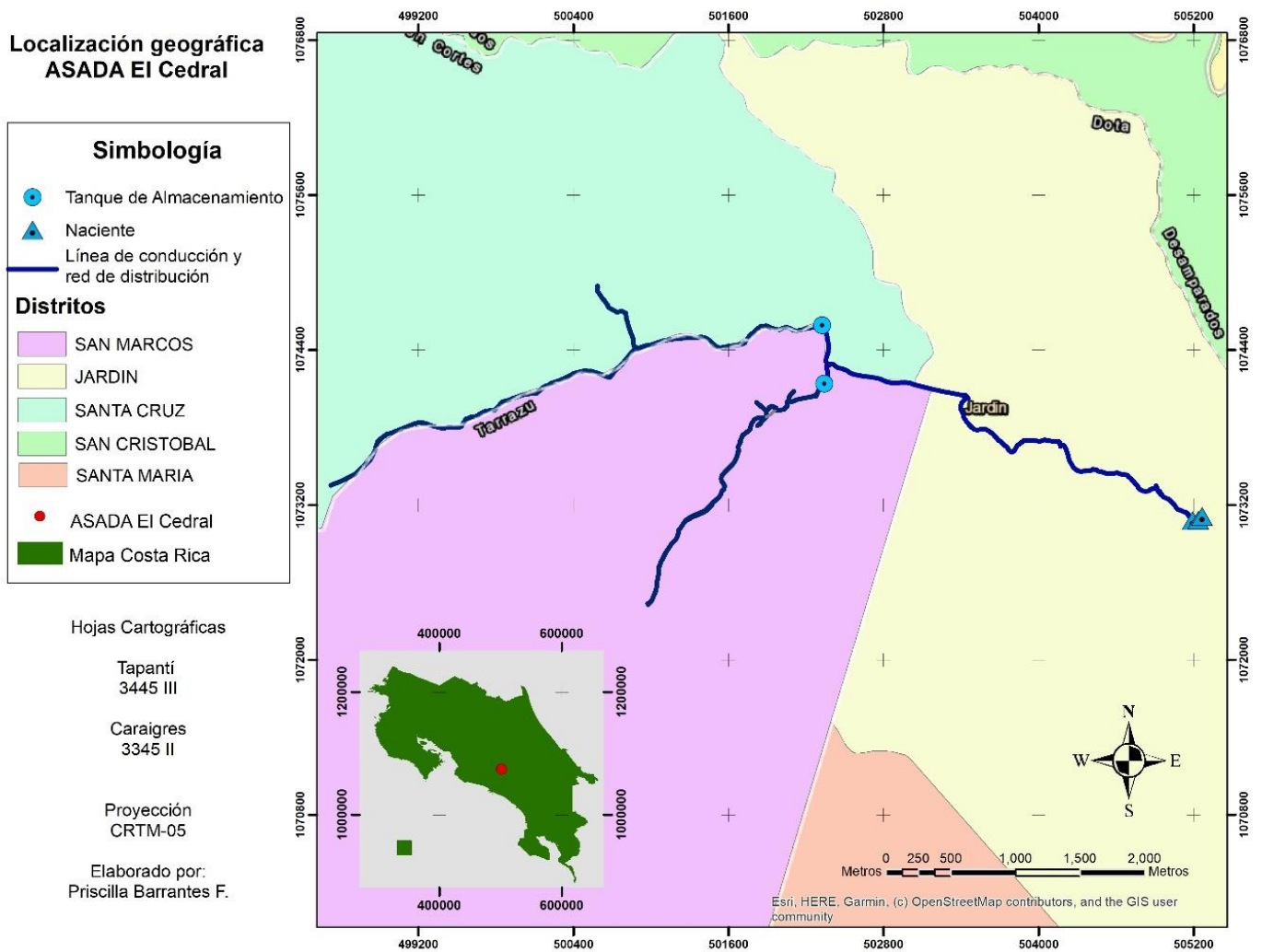
Cantones sobre los que se ubica la ASADA El Cedral



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 3

Distritos sobre los que se ubica la ASADA El Cedral



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

3.2 Delimitación del problema

Las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueducto y Alcantarillado o Acueductos Comunales, mediante convenio de delegación de su ente rector técnico AyA, administran, operan, dan mantenimiento y desarrollan los sistemas de agua potable y saneamiento en diferentes comunidades (PNUD, AyA, 2013).

Para lograr lo mencionado anteriormente y como parte de un marco jurídico para regular el funcionamiento de las ASADAS y su relación con el ente rector técnico AyA, se cuenta con el Reglamento de las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Comunales, decreto N°42582-S-MINAE. En este reglamento, se establece que dichas asociaciones deben contar con un plan de mejoras y expansión de sus sistemas de abastecimiento, el cual debe ser elaborado quinquenalmente y mantenerse actualizado cada año.

Además, en el artículo 44 del reglamento antes mencionado, se especifica que las ASADAS deben contar con un estudio técnico actualizado del sistema de agua potable, mediante el cual se determine la capacidad hídrica e hidráulica del sistema administrado. De la misma forma, se menciona que ese estudio deberá determinar el estado y los componentes que lo integran, así como las mejoras requeridas en la producción, la calidad de los caudales de aprovechamiento de las fuentes, en infraestructura y en funcionamiento requerido por el sistema.

En el año 2014, el acueducto comunal El Cedral de León Cortés elaboró un estudio técnico para su acueducto; sin embargo, a lo largo de los últimos años, se han añadido componentes, pues se han realizado cambios de tubería en diferentes tramos de su sistema de distribución y la cantidad de abonados ha aumentado significativamente. Por lo antes mencionado, en la actualidad, el acueducto comunal no conoce el estado de su sistema, ni cuenta con un detalle de los componentes que lo conforman o los cambios realizados en éste.

Uno de los principales retos que se han presentado con regularidad en el sistema del acueducto comunal El Cedral, son sobrepresiones en diferentes puntos de la red. Estas aumentan la presión total interna hasta llegar a superar la presión

máxima admisible, lo que ocasiona daños mecánicos graves y fracturas en las tuberías.

Además, los miembros de la junta directiva, así como el fontanero del acueducto, exponen su preocupación de no contar con el recurso hídrico suficiente en las fuentes, cuyos caudales asignados por parte de Dirección de Agua del MINAE son utilizados actualmente para lograr abastecer a la población que experimentó un crecimiento acelerado desde años anteriores.

Por lo expuesto anteriormente, se plantea la siguiente pregunta como problema para el presente trabajo final de graduación:

¿De qué manera se puede fortalecer el sistema de acueducto de agua potable del acueducto comunal El Cedral de León Cortés desde el punto de vista hídrico e hidráulico?

De esta forma, se pretende realizar un análisis en donde se establezca la capacidad hídrica e hidráulica del sistema, actualizar el estado y los componentes que lo integran, y elaborar un manual de operación y mantenimiento que le permita al acueducto comunal mantener un buen estado y control de su sistema de abastecimiento de agua potable.

3.3 Justificación

Como parte del servicio de abastecimiento de agua potable y según lo estipulado en el Reglamento de ASADAS (2020), decreto N°42582-S-MINAE, a éstas les corresponde brindar y velar por la adecuada prestación de los servicios de abastecimiento y cumplir con una serie de requisitos que les permitan ofrecer un buen servicio a la población.

Según el artículo 42 del Reglamento de ASADAS (2020), decreto N°42582-S-MINAE, los acueductos comunales deben velar y participar en la ejecución de acciones para la preservación, conservación y protección del recurso hídrico, así como el aprovechamiento racional de las aguas. Como parte de estas acciones, la operación y el mantenimiento de todos los componentes del sistema de

abastecimiento es fundamental con la periodicidad correspondiente y cumpliendo con la norma técnica emitida por AyA; además, según el artículo 47, los acueductos comunales deben contar con un manual de mantenimiento y operación de los sistemas que gestionan.

Como parte de un análisis hídrico, se determina el estado de las fuentes de abastecimiento existentes, tomando en cuenta sus cambios a lo largo del año y el caudal aprovechable para el acueducto comunal, comparando este valor con las asignaciones de caudal establecidas por el MINAE.

Por otra parte, el análisis hidráulico permite determinar el estado y los componentes que integran un sistema de abastecimiento de agua potable, así como las mejoras que se requieran en la infraestructura y funcionamiento de acuerdo con la demanda actual y futura de la población abastecida por el acueducto comunal.

De esta manera, un análisis hídrico “va de la mano” con un análisis hidráulico, permitiendo a un acueducto comunal dar una gestión integrada y sostenible del recurso hídrico, garantizando también su disponibilidad para las necesidades de crecimiento poblacional.

Por las razones expuestas anteriormente, es importante, para el Acueducto Comunal de El Cedral de León Cortés, el cual no cuenta con los recursos económicos necesarios para contratar los servicios de terceros, el apoyo de organizaciones o instituciones públicas, como es el caso de universidades en diferentes proyectos de graduación e investigaciones. Con este apoyo, se puede conocer su sistema de abastecimiento, detectar y priorizar los puntos críticos por trabajar. Además, se debe contar con un manual específico, eficiente y apropiado, el cual permita mantener un control adecuado y continuo para ofrecer un servicio de calidad, cantidad y continuidad a la población.

4 Alcance del proyecto

El presente trabajo final de graduación contempla las etapas para realizar un análisis hidráulico de los componentes y el desempeño del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral de León Cortés. Este análisis permitirá determinar la capacidad hídrica de las fuentes e hidráulica de la infraestructura y componentes del sistema, evaluando la diferencia entre la producción de las fuentes y el consumo en el acueducto comunal, brindar recomendaciones de mejora y elaborar un manual para la operación y mantenimiento de los componentes del sistema. Dicho trabajo investigativo se realizará en cuatro etapas:

1. Recolección de información: solicitud, al acueducto comunal, de información necesaria para el análisis de capacidad hídrica e hidráulica (registro de consumos y registro de aforos por un periodo mínimo de 12 meses), visitas de campo para realizar aforos en las fuentes, localización y descripción de los demás componentes del sistema.

Es importante mencionar que, como parte de los estudios técnicos que los acueductos comunales deben presentar ante el AyA y según la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial (2017), se debe realizar un levantamiento topográfico con estación total y un listado con las coordenadas (latitud, longitud y elevación) de cada uno de los puntos pertenecientes a un proyecto. Por la naturaleza del presente proyecto de graduación y el valor monetario que representa un levantamiento topográfico, éste será llevado a cabo por parte del acueducto comunal, pues su costo será cubierto por éste y la información será facilitada por la administración del acueducto para el presente trabajo final de graduación.

2. Determinación de la disponibilidad hídrica de las fuentes de abastecimiento y la capacidad hidráulica del sistema a partir de datos facilitados por el acueducto comunal (caudal de las fuentes de abastecimiento, asignaciones de caudal del MINAE, registros de consumo y facturación) e información

determinada en campo (medición de caudales, conteo de previstas, casas de habitación y negocios).

3. Modelación hidráulica, haciendo uso del programa Branch-Loop, datos del levantamiento topográfico y levantamiento en campo de los componentes del sistema: fuentes de abastecimiento de agua, tubería de conducción, tanques de almacenamientos, red de distribución y accesorios.
4. Elaboración de un manual para el mantenimiento y la operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral de León Cortés.

Todo lo anterior será realizado haciendo uso de herramientas y programas como: GPS, Word, Excel, Branch-Loop, ArcGIS y AutoCAD.

5 Situación actual del conocimiento del tema

En el presente apartado se hace una revisión de investigaciones y proyectos realizados dentro y fuera del país, relacionados con el análisis hídrico e hidráulico en sistemas de abastecimiento de agua potable de acueductos comunales.

Primeramente, Hernández, J., y García, J, realizaron en el año 2015 un diagnóstico y análisis de alternativas para la optimización del sistema de acueducto de la vereda de Chacua del municipio de Sibaté, ubicado en Bogotá, Colombia.

La investigación mencionada anteriormente nació debido a la problemática derivada del gran crecimiento poblacional en la zona de estudio, lo cual causa una presión sobre los recursos naturales, especialmente, en las fuentes de agua superficiales y subterráneas. A razón de falencias de tipo técnico y operacional que afectan la calidad del agua, el objetivo principal fue desarrollar un diagnóstico de todos los componentes del sistema de acueducto de la empresa Aguas de Chacua, teniendo como base el reglamento técnico Título B RAS 2000 y la Resolución 2115 de 2007, de Colombia, para formular alternativas que ayuden al mejoramiento del servicio. Se analizan los aspectos técnicos en cada una de las redes (aducción,

conducción y distribución), y se identifican los factores que afectan la prestación del servicio.

Como medidas de mejoramiento del servicio, se realizó el levantamiento de información catastral de las redes, análisis físicos químicos del agua tratada y captada, en conjunto con el cálculo de la capacidad de operación de las unidades de captación y tratamiento de agua. Se concluyó que el sistema presentaba deficiencias en sus redes de conducción, tratamiento y distribución como consecuencia del uso de elementos no aptos para el transporte de agua potable, las conexiones fraudulentas, el deterioro de las fuentes de abastecimiento y la falta de programas de vigilancia de las redes.

Posteriormente y como parte de los estudios realizados dentro de Costa Rica, Pérez Coto (2016) evaluó la capacidad hidráulica del sistema de abastecimiento administrado por la ASADA de San Francisco de León Cortés, ubicada en la provincia de San José, con el fin de demostrar la correcta utilización de los modelos computacionales para estos fines y la eficiencia hidráulica del sistema en el marco de la gestión integrada del recurso hídrico. Como parte del proceso, realizó la recopilación de información y un análisis de la demanda actual y futura en el acueducto y se construyó el modelo en software de libre acceso EPANET.

Por otra parte, Ureña Vargas (2016) evaluó las partes del acueducto de San Isidro de El Guarco, en Cartago: captación, saneamiento y desinfección. Además, se hizo un análisis del caudal producido, del consumo y una proyección de éste para el futuro. Por último, se eligieron componentes del acueducto para establecer riesgos en la calidad del abastecimiento de agua potable de la comunidad.

Como parte de un análisis hidráulico, Waters (2018) determinó el estado de la infraestructura existente del acueducto comunal de Pavón, ubicado en la provincia de Puntarenas, evaluándose las condiciones de operación, la disponibilidad y calidad del agua de las fuentes y los sistemas de distribución, según la normativa del país y se analizó la gestión administrativa. Todo esto tenía la finalidad de priorizar recomendaciones para la mejora del funcionamiento del sistema de acueducto.

Asimismo, Chinchilla (2020) propuso una metodología para la normalización del procedimiento de análisis de las Asociaciones Administradoras de Acueductos Comunales (ASADAS) en el marco de la capacidad hidráulica. Para ello, elaboró una propuesta para el análisis de la proyección poblacional y, a partir de ahí, la proyección del comportamiento de la demanda en el tiempo. Con base en ello, estableció las limitaciones de crecimiento poblacional.

También, Hidalgo (2020) realizó un estudio técnico hidráulico por medio de la verificación de la necesidad hídrica del proyecto “Diseño del sistema de agua potable: Distrito Gubernamental Garabito”, y el análisis de la capacidad de pozos con un periodo de retorno adecuado. La modelación del sistema de abastecimiento de agua potable se realizó mediante el programa de simulación hidráulica WaterCAD/GEMS V8i, y programas de apoyo como CadEarth, ArqGIS y AutoCad para obtener resultados más precisos.

De la misma forma, Corella (2020) realizó un informe técnico de evaluación y rediseño del acueducto comunal de Pénjamo en Florencia de San Carlos, Alajuela, a través de la evaluación de la oferta y demanda hídrica del sistema de conducción y almacenamiento para diferentes escenarios de crecimiento poblacional, junto al diseño de un nuevo trayecto de colocación de tubería y el diseño de un tanque de almacenamiento, la viabilidad económica, social y ambiental. Las propuestas de mejora fueron enfocadas en regular las presiones y balancear el sistema para el trabajo de manera unificada.

Por su lado, el AyA (2017) presentó la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y de Aguas Pluviales como una guía para la aprobación de planos constructivos para los sistemas de abastecimiento de agua potable y de recolección, tratamiento y disposición de aguas residuales y sistemas pluviales, indistintamente de su naturaleza pública o privada. Dicha norma puede ser utilizada como una herramienta guía para definir los pasos que forman parte de un análisis de capacidad hídrica e hidráulica.

6 Objetivo general

Analizar el desempeño hídrico de las fuentes e hidráulico del sistema existente de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral de León Cortés a través de la recolección de datos en campo y la modelación, lo cual lleve a la generación de recomendaciones de mejora para el fortalecimiento del servicio y un manual de operación y mantenimiento de los componentes.

6.1 Objetivos específicos

- 1.** Conocer los componentes hidráulicos existentes en el sistema de abastecimiento de agua potable del Acueducto Comunal de El Cedral de León Cortés a partir de visitas de campo que permitan la identificación del estado actual y requerimientos de mejora en el sistema de conducción y distribución para la mitigación de problemas operativos y el incremento de la eficiencia del sistema.
- 2.** Determinar la capacidad hídrica e hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable a través de la recolección de datos de producción de las fuentes, registros de consumo, previstas abastecidas, normativa vigente y diseño del sistema actual para el establecimiento de mejoras y la proyección de la demanda a 20 años.
- 3.** Elaborar un manual, con fundamento en la normativa vigente y requerimientos técnicos, que garantice el adecuado proceso para el mantenimiento y la operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral de León Cortés mediante el reconocimiento de la conformación y cada componente del sistema.

7 Aproximación al marco teórico

7.1 Capítulo I. Conceptos y definiciones

7.1.1. Sistema de abastecimiento de agua potable

Un sistema de abastecimiento de agua potable o acueducto es un sistema conformado por obras accesorias, tuberías o conductos de caracteres diferentes, cuyo objeto es captar, conducir, almacenar, tratar y distribuir agua potable, aprovechando la gravedad, o bien, la utilización de energía para su correspondiente bombeo con la finalidad de proporcionar agua potable a un núcleo de población determinado.

Asimismo, comprende los factores involucrados en la conservación, preservación y aprovechamiento del recurso hídrico y las obras de infraestructura, su construcción, mantenimiento, reposición y sostenimiento (Decreto N°42582-S-MINAE, 2020).

7.1.2. Fuentes de abastecimiento

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser superficiales, tales como ríos, lagos, embalses o agua de lluvia, o ambos; o fuentes subterráneas superficiales o profunda. La elección de estas va a depender de factores como la ubicación, la calidad y la cantidad (Baltodano, 2022).

7.1.3. Captaciones

La captación se define como obras que captan el agua para poder abastecer una población. Éstas se consideran la parte inicial de un sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable. Pueden ser una o varias y pueden varias dependiendo de la fuente de abastecimiento (Ariza, 2019).

7.1.4. Línea de conducción de agua potable y redes de distribución de agua potable

Como parte de un sistema de abastecimiento de agua potable, se le llama línea de conducción al conjunto integrado por tuberías y dispositivos de control, que

permiten el transporte del agua en condiciones adecuadas de calidad, cantidad y presión, desde la fuente de abastecimiento, hasta el sitio donde será distribuida (SAGARPA, 2014), normalmente, hasta tanques de almacenamiento.

La pérdida de presión es la principal consideración en el diseño de cualquier tubería. Aunque existen innumerables fuentes de pérdida de presión a lo largo de las tuberías, éstas se pueden dividir en pérdidas mayores o de fricción, y en pérdidas menores o localizadas (SAGARPA, 2014).

Las líneas de conducción se pueden dividir en dos: por gravedad y por bombeo. Una línea de conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponibles (Ariza, 2019).

El diseño general de líneas de conducción consiste en definir el diámetro en función de las pérdidas de carga a partir del gasto que se conducirá y el material de la tubería. Las pérdidas de carga se pueden obtener aplicando la ecuación de Hazen-Williams. En el caso de tuberías sujetas a la presión de la gravedad, se pueden presentar dos situaciones (SAGARPA, 2014):

Donde la diferencia de alturas apenas es suficiente, para proporcionar una presión adecuada para el funcionamiento, el problema consiste en conservar la energía usando tubos de diámetros grandes para tener mínimas pérdidas de carga por fricción y evitar tener que utilizar bombeo.

Cuando la diferencia de altura entre la fuente de abastecimiento y la ubicación del sitio por abastecer es tal que la presión proporcionada es mayor a la requerida, el problema radica en reducir las ganancias de presión, lo cual se logra seleccionando tuberías de diámetros más pequeños.

Por otra parte, la red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de agua a los consumidores en forma constante, con presión apropiada, en cantidad suficiente y calidad adecuada para

satisfacer sus necesidades domésticas, comerciales, industriales y otros usos (Ariza, 2019).

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. Es decir, la red debe mantener presiones de servicios mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (puntos altos) y también deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (puntos bajos) (Ariza, 2019).

7.2. Capítulo II. Capacidad hídrica de un sistema de abastecimiento de agua potable

7.2.1. Balance hídrico de un acueducto

Según el AyA (2019), un balance de aguas en un acueducto se lleva a cabo con la finalidad de comparar la producción de las fuentes (pozos o nacientes) contra la demanda de la población atendida.

El procedimiento se puede resumir en tres pasos (AyA., MINAE, DCC., PNUD, 2019):

1. Estimación de la producción: realizar pruebas de bombeo para pozos o aforos para nacientes.
2. Cálculo de la demanda: calcular la cantidad de agua que requiere la comunidad con base en la información disponible (censos de población atendida, registros de micromedición).
3. Resta: estimar el balance hídrico restando la producción menos la demanda.

Un balance hídrico positivo indica que la producción de las fuentes es suficiente para satisfacer a demanda del sistema. Un balance hídrico cercano a cero o negativo indica que la producción de las fuentes no es suficiente para satisfacer la demanda actual ni la de futuros usuarios del sistema.

7.3. Capítulo III. Capacidad hidráulica de un sistema de abastecimiento de agua potable

Para optimizar el funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario conocer el estado de sus componentes, además de la capacidad (o rango máximo de trabajo) que cada uno de ellos posee (Martins, 2021).

La capacidad de algunos de los elementos de un sistema puede ser cuantificada fácilmente a través de indicadores más sencillos, como es el caso de la capacidad de la fuente de suministro y el volumen de almacenamiento en los tanques.

La capacidad de respuesta de una red se define como la aptitud de ésta para cumplir con las demandas, con una presión mínima y con un nivel aceptable de interrupción. Sin embargo, la evaluación de la capacidad de respuesta puede ser hecha considerando diferentes medidas como: la relación del volumen de agua demandado y el suplido; la presión en los nodos; el tiempo en que los nodos son plenamente atendidos (Martins, 2021).

En la hidráulica, la simulación se utiliza para situaciones reales. La simulación se ha convertido en una herramienta fundamental para el estudio de varios sistemas técnicos. En los sistemas hidráulicos, la simulación es especialmente útil para evaluar las características del sistema (Pérez y Parra, 2005).

Para la determinación de la capacidad hidráulica y el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, se tienen requisitos técnicos generales, los cuales brindan el marco técnico-normativo conceptual y metodológico, orientador del diseño y construcción de proyectos de iniciativa pública o privada y son la base para la revisión y aprobación de estos proyectos por AyA (AyA, 2017).

7.3.1. Población de diseño

De acuerdo con la Norma Técnica para Diseño y Construcción de sistemas de abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial (2017), la población mínima de diseño se debe calcular a partir del número de unidades habitacionales

que contempla el proyecto multiplicado por el factor de hacinamiento. Este último corresponde al valor obtenido del último censo de población del distrito.

Para el caso de población correspondiente a las unidades que no son habitacionales, se debe determinar una equivalencia con el consumo de una unidad habitacional; lo anterior es importante para estimar el parámetro de población y el consumo respectivo en proyectos cuya actividad esencial es de naturaleza comercial, industrial u otra distinta a la habitacional. Lo anterior se define como cálculo de servicios equivalentes (AyA, 2017).

7.3.2. Periodos de diseño

De acuerdo con la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial (2017), para el cálculo del caudal de una captación de naciente, el periodo de diseño debe ser como mínimo de 25 años. Para los tanques, el período es de 25 años. Cuando los proyectos no son de desarrollo urbanístico, se debe dejar previsto en el terreno el espacio para construir otro tanque de dimensiones similares.

Para una tubería por donde fluya agua cruda o agua que únicamente requiere desinfección: de 25 a 50 años; el valor seleccionado debe ser igual al utilizado en la toma o captación. En el caso de tuberías de conducción de agua tratada el periodo es de 25 años y, en el caso de tuberías de distribución, debe ser de 20 años.

7.3.3 Dotaciones

La dotación neta es cantidad mínima de agua que se requiere para llenar las necesidades de agua de los abonados, las cuales dependen de la proyección que se realice con respecto a la demanda de agua y sin tener en cuenta las pérdidas que presente el sistema (Baltodano, 2022).

La dotación bruta corresponde a la cantidad de agua requerida por los abonados para satisfacer sus necesidades. En este caso, se toman en cuenta dos variables: la dotación neta y el índice de agua no contabilizada (ANC) (Baltodano, 2022).

7.3.4 Caudales de diseño

Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, se debe calcular adecuadamente el caudal, tomando en cuenta las necesidades de los usuarios/población y los costos de construcción.

Los caudales requeridos para diseño se presentan a continuación (Baltodano, 2022):

- **Caudal promedio (L/s):** promedio de consumos diarios en el periodo mínimo correspondiente a un año, según la siguiente ecuación:

$$Q_{PD} = \frac{\text{Consumo (habitante)} \times \text{dotación} \left(\frac{L}{\text{hab}} \right)}{86400 (s)} \quad (\text{Ec.1})$$

- **Caudal máximo diario (L/s):** consumo máximo que se registra en 24 horas en un año, en que el caudal promedio es multiplicado por el factor máximo diario.

$$Q_{MD} = FMD \times Q_{PD} \quad (\text{Ec.2})$$

Por otra parte, para el diseño del sistema de abastecimiento, se aplican los factores (AyA, 2017):

- El caudal máximo diario será igual a 1,2 veces el caudal promedio diario, es decir, el **factor máximo diario (FMD)** es 1,2.
- El caudal máximo horario será igual a 1,80 veces el caudal máximo diario, es decir, el **factor máximo horario (FMH)** es 1,80.

7.3.5 Criterios técnicos de diseño

De acuerdo con la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial (2017):

- El caudal máximo horario se distribuirá entre todos los nudos de demanda de la red por analizar. Para esta condición, la red debe ser diseñada para

que, en todo punto o nudo de la red, la presión de servicio (presión nodal) sea mayor o igual a 15 mca (1,5 Kg/cm²).

- En sistemas por gravedad, la toma, la captación y las líneas de aducción deben diseñarse aplicando el caudal máximo diario y se le adicionará el caudal calculado para el lavado de filtros si ello corresponde, según el diseño propuesto.
- La velocidad máxima en redes de distribución es de 3,0 m/s.
- La velocidad máxima en líneas de conducción y de aducción es de 5,0 m/s y la mínima de 0,60 m/s. En los casos donde se obtengan valores de velocidad inferiores al mínimo establecido, prevalecerá el criterio de diámetro mínimo de la tubería.
- La presión estática máxima será de 50 metros columna de agua (mca) en el punto más bajo de la red. Se permitirán, en puntos aislados, presiones de un máximo de 70 mca cuando el área de servicio sea muy quebrada.
- La presión dinámica de servicio no será menor de 15 mca en la interconexión con la red de distribución, en el punto crítico de la red.
- El coeficiente máximo para la fórmula de Hazen y Williams (C), según tipo de material, es de 130 para cloruro de polivinilo (PVC) y 130 para polietileno de alta densidad (PEAD).
- Cuando el diámetro nominal de la tubería a la cual se interconectará la nueva red del proyecto es de 100 mm o menos, el diámetro nominal mínimo de la tubería de interconexión del hidrante debe ser de 100 mm. Se acepta un diámetro de 75 mm en sitios de desarrollo limitados, tales como rotondas y martillos, únicamente, cuando en ese tramo, no se instale un hidrante.
- Las tuberías que conforman la red de distribución se deben ubicar en los costados norte y oeste de las avenidas y calles respectivamente, a 1,50 m del cordón del caño y a una profundidad mínima de 0,80 m sobre la corona del tubo a partir de la rasante de la calle. Cuando se requiera la instalación de tubería en rutas nacionales o cantonales, la profundidad

mínima debe ser de 1,00 metro sobre la corona del tubo a partir de la rasante de la calle.

8. Estrategia metodológica

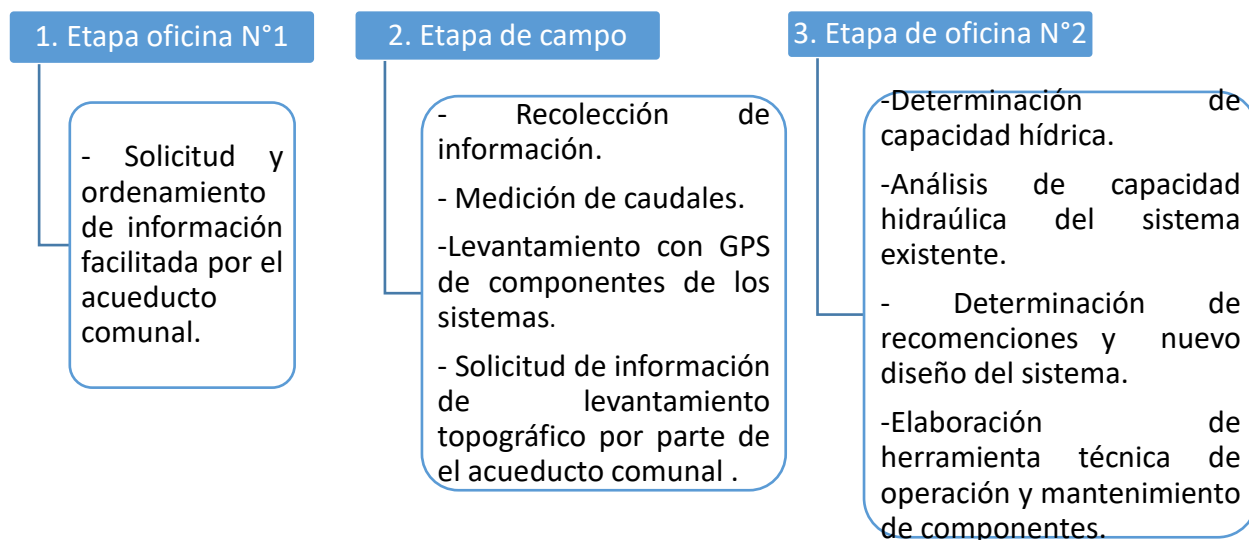
El presente trabajo final de graduación tiene como objetivo analizar el desempeño hídrico de las fuentes e hidráulico del sistema existente de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral de León Cortés, así como la elaboración de un manual de instalación, operación y mantenimiento de los componentes de cada sistema. A partir de esto, se plantean las preguntas:

**¿Cuáles son las etapas que forman parte de un análisis hídrico e hidráulico?,
¿Cuáles datos son necesarios para determinar la capacidad hídrica e hidráulica de un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad?,
¿Cuáles herramientas son necesarias y útiles para realizar este análisis?**

El presente análisis está conformado por la determinación de la capacidad hídrica e hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable y se divide en tres etapas: dos etapas de trabajo en oficina y una etapa de trabajo de campo (ver figura 4), las cuales se pueden subdividir en cuatro grandes fases (ver figura 5).

Figura 4

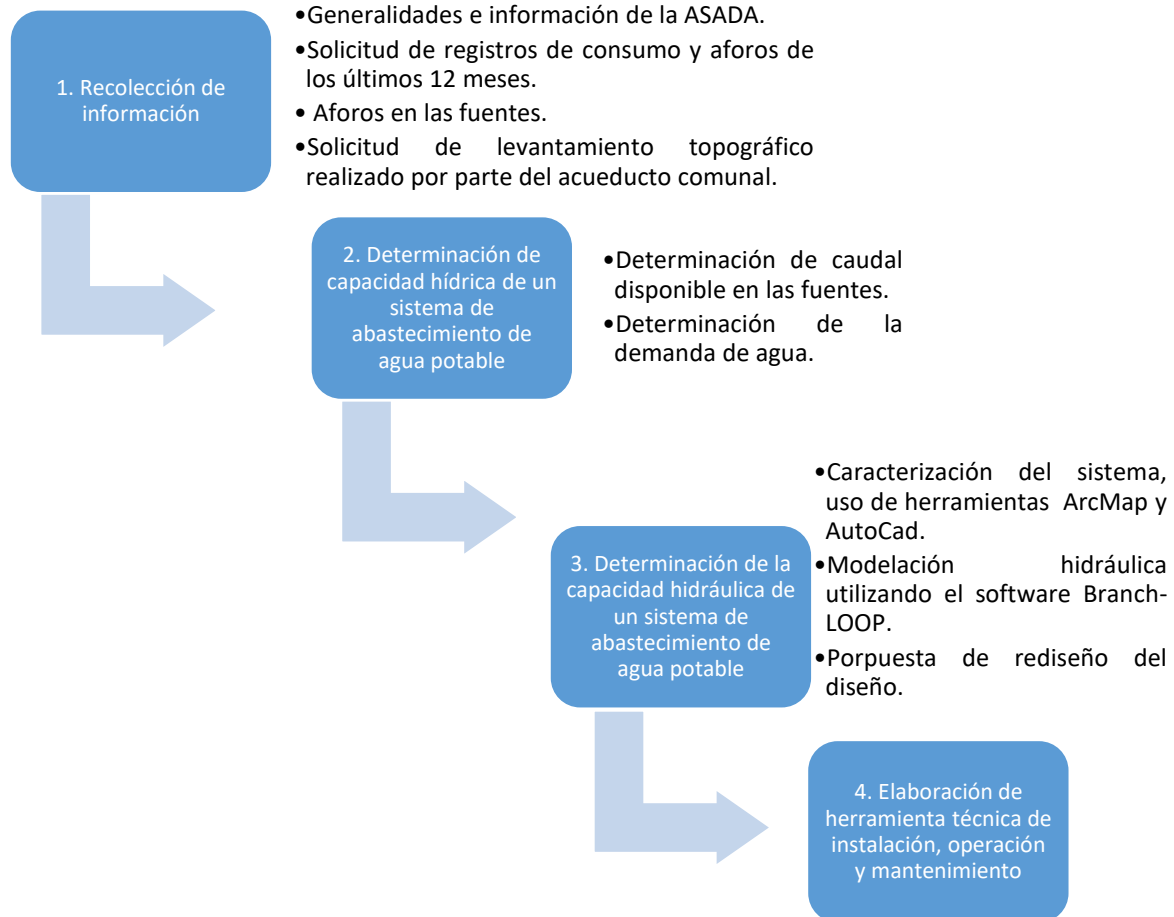
Etapas que conforman el presente Trabajo Final de Graduación



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 5

Fases que conforman el análisis hídrico e hidráulico y la elaboración de manual de instalación, operación y mantenimiento en el presente trabajo final de graduación



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Este proyecto de graduación se lleva a cabo haciendo uso de un enfoque mixto, entendido como un proceso de recolección, análisis y vinculación con datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder a un planteamiento del problema (García, et al., 2016).

Un estudio cualitativo se interesa por conocer ciertas cualidades o atributos del objeto de estudio, sin tender a la cantidad y sin buscar atributos que sean cuantificables por sí mismos (Arroyo, 2016), como lo son las características de

conformación y la descripción del estado de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

Por otra parte, en un estudio cuantitativo se observan propiedades cuantificables expresadas en datos que son sometidos a operaciones estadísticas o matemáticas de mayor o menor complejidad (Arroyo, 2016), como es el caso de datos de medición de caudal, elevaciones, diámetros de tubería, cantidad de previstas, presiones en el sistema, entre otros.

Como una primera etapa y según el nivel de profundización para la obtención de datos, se hace uso de una investigación exploratoria. En este caso, la exploración permite obtener datos y elementos que conduzcan a formular, con mayor precisión, las preguntas de investigación y sus resultados constituyen una visión aproximada a un nivel superficial del conocimiento (Morales, 2012).

La investigación exploratoria no pretende determinar conclusiones, sino servir como una herramienta inicial de investigación para conocer y extraer información relevante sobre el tema a través de la revisión de fuentes bibliográficas confiables, como las características de la zona de estudio, los pasos, las metodologías y las herramientas más utilizadas en el análisis hidráulico de sistemas de captación y distribución de agua potable de acueductos comunales. Todo esto se utiliza con el fin de tener una idea más clara y acertada del tema por trabajar.

Posteriormente, se hará uso de una investigación descriptiva como parte de la etapa de campo y primera fase de ésta: la recolección de información. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer la situación del objeto de estudio a través de la descripción exacta de actividades, componentes y procesos.

La meta de esta investigación no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre variables (Morales, 2012). Para esta fase, se recolecta información sobre la base de los objetivos planteados en el presente trabajo final de graduación, se expone y resume de manera cuidadosa y luego se analiza minuciosamente. Según Morales (2012), la descripción consiste en responder a las siguientes interrogantes:

- **¿Qué es?:** Correlato.
- **¿Cómo es?:** Propiedades.
- **¿Dónde está?:** Lugar.
- **¿De qué está hecho?:** Composición.
- **¿Cómo están sus partes?:** Configuración.
- **¿Cuánto?:** Cantidad

Considerando el tipo de investigación expuesto anteriormente, se realizarán visitas de campo para reconocer el área de estudio y recolectar datos e información del acueducto comunal de El Cedral de León Cortés, su conformación y trabajo diario, así como el estado actual de los componentes de su sistema hidráulico.

Por último, y como parte de una segunda etapa de trabajo en oficina, se evaluarán los datos recolectados haciendo uso de las siguientes herramientas:

- Normativa vigente en el país relacionada con el diseño y la construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable.
- Word: programa de Microsoft Office que permite el procesamiento de texto al organizar y escribir documentos en forma eficiente.
- Excel: programa de Microsoft Office que permite crear hojas de cálculo, automatizando cálculos en filas y columnas, cuyas celdas interaccionan entre sí.
- ArcGIS: programa que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir y distribuir información geográfica. Utilizando la aplicación central ArcMAP, pretende representar la información geográfica como una colección de capas y otros elementos en un mapa (Environmental Systems Research Institute, 2016).
- AutoCad: programa de diseño asistido por computadora que, mediante comandos y sus interfaces, tiene la posibilidad de integrar sus funciones con otros programas como ArcGIS (Amez, 2021).
- Branch-LOOP: Software de análisis hidráulico para el abastecimiento de agua y alcantarillado (Modak, 2018).

Estas herramientas se utilizan con el fin de determinar la capacidad hídrica e hidráulica, los puntos críticos de los sistemas de captación y abastecimiento de agua potable específico para los componentes del sistema hidráulico de la ASADA. Todo esto como parte de una investigación de tipo explicativa, la cual se encarga de buscar el porqué de los hechos, ocupándose, tanto de la determinación de las causas, como de los efectos; sus resultados y conclusiones constituyen el nivel más profundo de conocimientos (Morales, 2012).

9. Resultados y análisis

9.1 Recurso hídrico disponible y asignaciones de caudal

De acuerdo con el artículo 3 del Reglamento de ASADAS (2020), se describe el Convenio de Delegación como un acuerdo legal entre una ASADA y su ente Rector, el AyA; este convenio permite la administración legal del servicio de agua potable para una comunidad. La Asociación Administradora de Acueducto y Alcantarillado Sanitario de El Cedral cuenta con el Convenio de Delegación vigente desde su publicación en La Gaceta en abril del año 2007.

Según el decreto ejecutivo N°32868 (2017), Canon por Concepto de Aprovechamiento de Aguas, el aprovechamiento de agua para consumo humano se define como agua en concesión o inscrita destinada a satisfacer las necesidades básicas de consumo, limpieza y saneamiento, sean suministradas por medio de un servicio público o autoabastecidas por un acueducto propio.

En el caso específico de los acueductos comunales y según lo estipulado en el Reglamento de ASADAS, se utiliza el término **asignación de caudal** y se define como el caudal registrado en el Departamento de Aguas del MINAE. Es importante denotar que existe una diferencia entre los términos asignación de caudal y concesión, ya que esta última se concede por una cantidad definida de tiempo, mientras que la primera se asigna por tiempo indefinido de años, es decir, “de por vida” para una ASADA.

Además, según el inciso 8 del artículo 21 del Reglamento de ASADAS (2020), éstas deben cumplir con los trámites de inscripción de la asignación de los caudales y fuentes de abastecimiento necesarios para la comunidad a efectos de que se mantengan reservados para un fin público, así como para mantener un programa y registro permanente de aforos de las fuentes.

De acuerdo con el inciso 10 del artículo 36 de obligaciones y derechos de AyA, esta institución es la encargada de realizar el trámite para el registro de caudales utilizados por las ASADAS ante el Departamento de Aguas del MINAE.

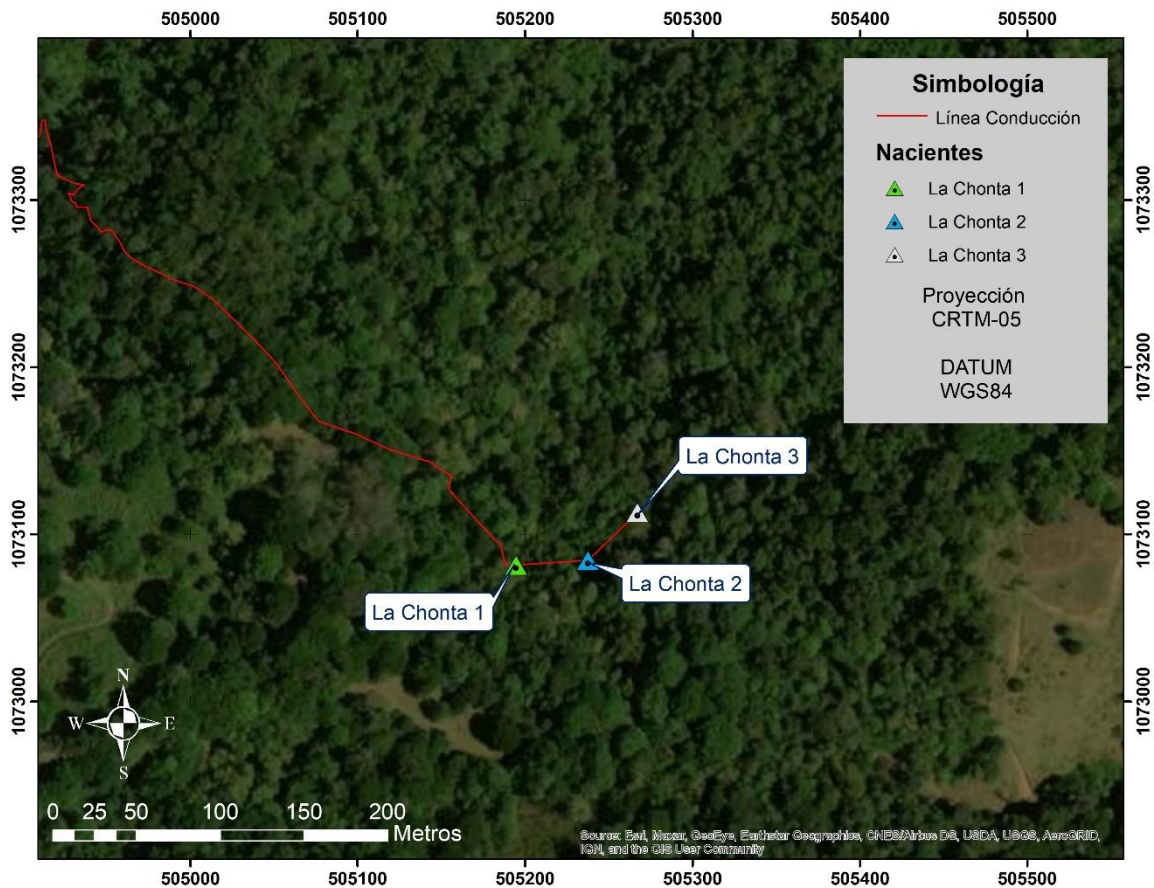
Por otro lado, todas las ASADAS deben contar con autorización previa de AyA en todo proyecto de mejoras, ampliaciones o modernización de los sistemas comunales que modifiquen el caudal de aprovechamiento de las fuentes de abastecimiento, sea que se aumenten los caudales existentes o cuando se requiere la captación de nuevas fuentes (Reglamento de ASADAS, artículo 21, deberes y atribuciones de las ASADAS, inciso 15).

Lo anterior, sin perjuicio de las competencias que, en materia de aprovechamiento del recurso hídrico, son propias del MINAE (Reglamento de ASADAS, artículo 21, deberes y atribuciones de las ASADAS, inciso 15).

El sistema de abastecimiento de agua potable de la ASADA El Cedral se abastece de tres fuentes, específicamente tres nacientes, identificadas como: nacimiento N°1 La Chonta 1, nacimiento N°2 La Chonta 2 y nacimiento N°3 La Chonta 3 (ver ubicación en figura 6).

Figura 6

Ubicación de fuentes de abastecimiento de la ASADA El Cedral



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

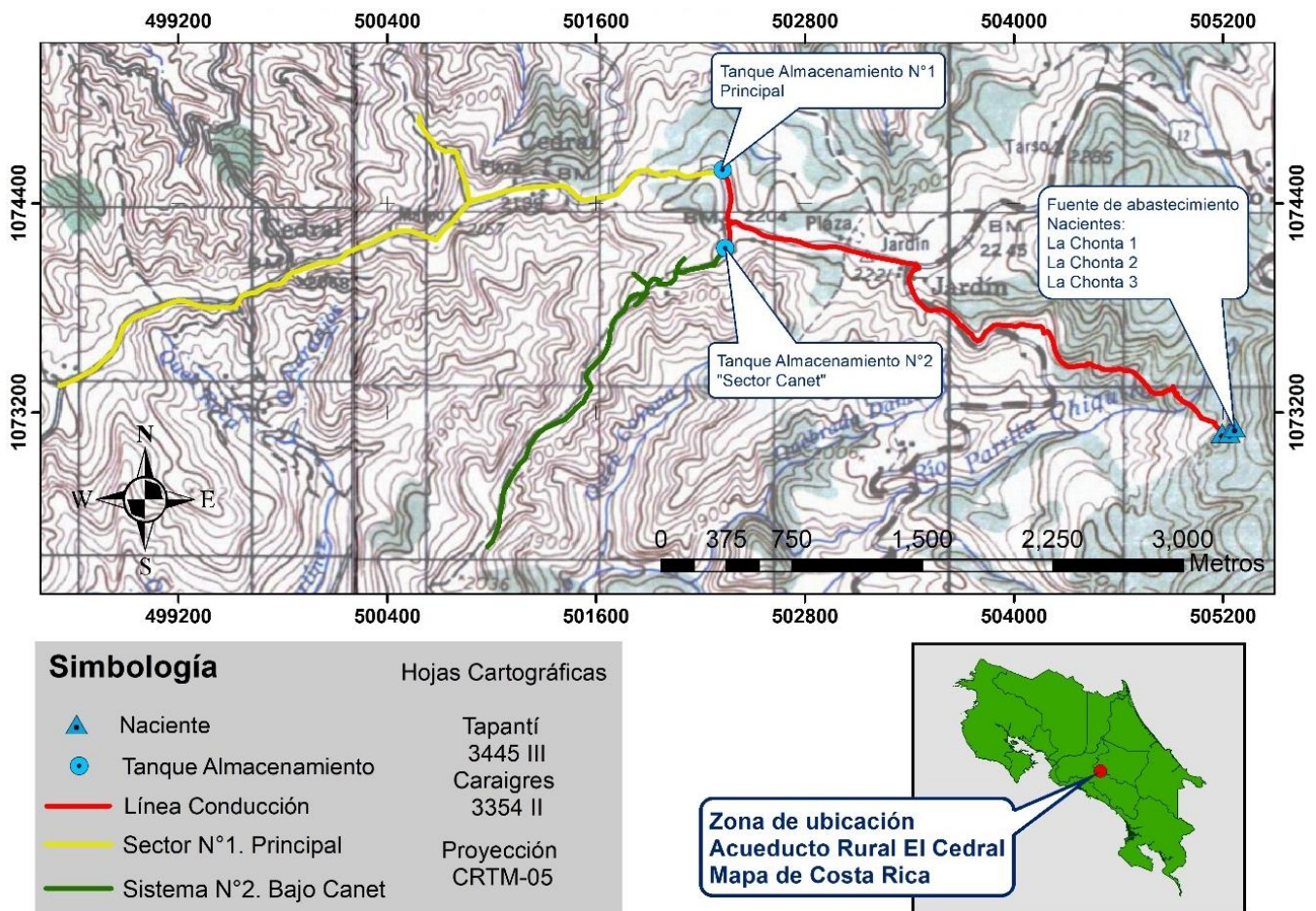
El sistema de abastecimiento de El Cedral comienza con las nacientes N°3 La Chonta 3 y N°2 La Chonta 2, en donde dos líneas de tubería se unen para llevar el agua hasta un punto de reunión en el lugar de nacimiento de la naciente N°1 La Chonta 1.

Una vez que el agua proveniente de las tres nacientes es reunida en un mismo punto, ésta es llevada a un tanque de almacenamiento. El sistema está conformado por dos tanques de almacenamiento desde los cuales se distribuye agua potable a los dos sectores en los que se divide el acueducto rural, los cuales son: tanque de almacenamiento principal N°1 y tanque de almacenamiento N°2 Bajo

Canet, que abastecen respectivamente el sector N°1 principal y el sector N°2 Bajo Canet (ver figura 7).

Figura 7

Sistema existente de la ASADA El Cedral, tanques de almacenamiento y sectores



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Seguidamente, el **cuadro 2** resume la conformación del acueducto comunal El Cedral:

Cuadro 2

Componentes y sectores del sistema de abastecimiento de agua potable El Cedral

Fuentes	Tanque de Almacenamiento	Sector
<ul style="list-style-type: none">• Naciente N°1. La Chonta 1• Naciente N°2. La Chonta 2	Tanque N°1 Principal	Sector N°1 Principal
<ul style="list-style-type: none">• Naciente N°3. La Chonta 3	Tanque N°2 Bajo Canet	Sector N°2 Bajo Canet

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

El estado actual de las fuentes de abastecimiento se puede observar en las figuras 8, 9 y 10:

Figura 8

Sitio de captación de la naciente N°1 La Chonta 1



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 9

Sitio de captación de la Naciente N°2 La Chonta 2



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 10

Sitio de captación de la naciente N°3 La Chonta 3



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

9.2 Análisis de la calidad del recurso hídrico

El Reglamento para la Calidad de Agua Potable (Decreto de la República N°38924-S, 2020) tiene como objetivo establecer los límites máximos permisibles de parámetros físicos, químicos y microbiológicos para el agua potable con el fin de garantizar su inocuidad y la salud de la población. Su ámbito de aplicación se extiende a todo ente operador, ya sea público o privado, de un sistema de suministro de agua potable en todo el territorio nacional, como lo son los acueductos comunales.

Como parte de su sistema de abastecimiento y desinfección, el acueducto comunal El Cedral de León Cortés cuenta con cloradores de cámara húmeda ubicados en cada uno de los tanques de almacenamiento que componen el sistema: tanque de almacenamiento N°1 principal y tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet. El funcionamiento de estos sistemas de desinfección se basa en la utilización de pastillas o tabletas, las cuales contienen el elemento cloro dentro de su composición. Éstas entran en contacto con el agua dentro del dispositivo, liberando el cloro en ésta y, posteriormente, liberando el agua clorada en el tanque de almacenamiento, lo cual permite un tiempo de acción y la homogenización antes de ser inyectada al sistema de tuberías de distribución.

El sistema de abastecimiento de la Asociación Administradora de Acueducto y Alcantarillado El Cedral se ubica y distribuye entre el distrito de Santa Cruz, cantón León Cortés, y el distrito San Marcos, cantón de Tarrazú; ambos cantones pertenecen a la provincia San José.

Según el censo “Viviendas individuales ocupadas por número y promedio de ocupantes por vivienda, según provincia, tipo de vivienda individual ocupada y número de aposentos” (2011), se indican 3.59 habitantes por vivienda para el distrito de Santa Cruz y 3.47 habitantes por vivienda para el distrito de San Marcos.

De acuerdo con las características observadas en las visitas de campo al área de estudio, junto a la información expuesta por parte de miembros de la administración del acueducto comunal, el crecimiento poblacional en la zona ha ido

en aumento de manera inesperada en los últimos años. Esto se debe a que se han construido gran cantidad de “cabañas”, las cuales son utilizadas por familias como lugares vacacionales o alquiladas para ese fin y se espera que estas construcciones continúen en aumento.

Debido a lo anterior, se concluye que el valor de habitantes por vivienda por ser utilizado debe ser de 3.59, ya que es el valor mayor y se acerca más a la realidad actual de la zona abastecida por el acueducto.

El acueducto comunal El Cedral tiene un total de **286 previstas** abastecidas, según su propio registro, para el mes de febrero del 2022. De lo anterior, se estima la población de **1027 habitantes**, al hacer uso del factor **3.59 habitantes por vivienda**.

De acuerdo con la clasificación establecida en el Reglamento para la Calidad de Agua Potable (Decreto de la República N°38924-S, 2020), este acueducto comunal se ubica en el bloque de la normativa: (menor a) <2000 habitantes abastecidos.

Según los controles establecidos en la regulación y la cantidad de habitantes abastecidos, este acueducto debe realizar como mínimo los siguientes programas:

1. **Control operativo (< 2000 habitantes)**: los parámetros que se deben de medir **mensualmente** como parte del control operativo son: **turbiedad, olor y cloro residual libre**, en cada fuente o en la mezcla de todas las fuentes que ingresan en la red de distribución, como tanques de almacenamiento y, al menos, en un punto de la red de distribución.

Como parte de su control operativo, el fontanero del acueducto de El Cedral realiza la medición de olor y cloro residual libre semanalmente en cada tanque de almacenamiento y en dos puntos de la red de distribución de cada sector de la siguiente manera:

- **Sector principal**: tanque de almacenamiento N°1, escuela y casa de habitación de Sra. Clementina Vargas.

- **Sector Canet:** tanque de almacenamiento N°2, casa de habitación del Sr. Alfredo Chávez y casa de habitación del Sr. Gilbert Martínez.

Es importante mencionar que se deben realizar estas mediciones y anotar los datos en una bitácora de control, ya sea física o digital; además, se debe contar con el equipo básico de laboratorio para el monitoreo, así como evaluar puntos estratégicos del sistema, como fuentes o tanques de abastecimiento, puntos medios y finales del sistema.

Según los análisis facilitados por el acueducto comunal, el Centro de Investigación y Servicios Químicos y Microbiológicos CEQIATEC del Instituto Tecnológico de Costa Rica, a cargo del muestreo y pruebas de laboratorio, realiza la medición de cloro residual, color aparente, temperatura, pH, turbiedad y conductividad, como parte de los análisis del nivel 1 (N1), en los siguientes puntos de referencia: nacientes #1, #2 y #3, tanque de almacenamiento principal, tanque de almacenamiento Bajo Canet y los puntos en la red de distribución: casa de habitación del Sr. Geovanny Llama Hernández y abastecedor Arroyo.

2. **Nivel N1 (<5000 habitantes):** el nivel de control N1 se divide en parámetros fisicoquímicos y parámetros microbiológicos. Ambos deben ser medidos en **forma semestral**; en el caso de los análisis fisicoquímicos, éstos deben ser medidos en las fuentes de abastecimiento y, al menos, en un punto de la red de distribución; por otro lado, los parámetros microbiológicos se deben medir en las fuentes de abastecimiento, en los tanques de almacenamiento y, al menos, en tres puntos de la red de distribución.

En este apartado, el acueducto comunal El Cedral debe de realizar los análisis en **forma semestral**, tomando en cuenta que se deben analizar como mínimo las fuentes de abastecimiento (nacientes) y un punto de muestreo en la red de distribución para los análisis fisicoquímicos y las fuentes de abastecimiento (nacientes), tanques de almacenamiento y, al menos en tres puntos en la red de distribución para los análisis microbiológicos. **Los últimos análisis microbiológicos y fisicoquímicos para el sistema de abastecimiento facilitados por el acueducto fueron realizados el 07 de julio del 2021.**

Según los análisis fisicoquímicos del Nivel Primario (N1) medidos en los puntos antes indicados, se tiene que los resultados de los análisis de laboratorio más recientes se encuentran dentro de los valores recomendados o máximos admisibles estipulados en la última versión del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, decreto N°38924-S, publicado en La Gaceta N°296 en el mes de diciembre del año 2020. Se exceptúan los puntos de muestreos en las fuentes de abastecimiento (nacientes), en las cuales se detecta la presencia de coliformes fecales y Escherichia coli; sin embargo, es importante mencionar que los resultados de análisis microbiológicos (coliformes fecales y Escherichia coli) en los tanques de almacenamiento presentan resultados negativos; es decir, no se detecta la presencia de coliformes fecales o Escherichia coli en el agua distribuida desde los tanques de almacenamiento.

En el caso del resultado de la prueba en el tanque de almacenamiento N°2 “Bajo Canet”, el valor de cloro residual libre se encontró en $0,64 \pm 0,05$ mg/L, el cual es un valor que sobrepasa el rango admisible de 0,3 a 0,6 mg/L. Sin embargo, según el Reglamento para la Calidad del Agua Potable (2020), se permite el valor máximo de cloro residual libre de 0,8 mg/L en no más del 20% de las muestras medidas. Lo anterior ejemplifica el caso del acueducto comunal El Cedral, ya que esta muestra representa un 14% del total de muestreos realizados para medir cloro residual libre.

3. **Niveles N2 y N3 (<5000 habitantes)**: el nivel de control para parámetros fisicoquímicos nivel secundario y nivel terciario se debe realizar en las nacientes o tanques de almacenamiento, donde se reúnen las aguas y en la red de distribución. Para el caso del acueducto comunal El Cedral, se deben realizar **cada tres años** en cada una de las fuentes (nacientes) o en cada tanque de almacenamiento y en un punto de la red de distribución. **Los análisis fisicoquímicos de estos niveles se realizaron en el año 2020, por lo tanto, todavía se encuentran vigentes.**

Es importante mencionar que, en el mes de julio año 2021, se realizó la medición del parámetro fisicoquímico de níquel y de selenio, los cuales forman parte del Nivel Tercero (N3). En el tanque de almacenamiento principal N°1, el

resultado de esta medición fue < 0.005 para el níquel y < 0.01 para el selenio. **Estos resultados se encuentran por debajo del valor máximo admisible establecido en el Reglamento para la Calidad de Agua Potable.**

4. **Nivel N4:** en el caso del Nivel Cuarto (N4), éste corresponde a programas ocasionales ejecutados por situaciones especiales de emergencia o porque la inspección sanitaria del Ministerio de Salud identifica un riesgo inminente de contaminación del agua. **En el caso del acueducto comunal El Cedral, nunca ha sido solicitado por parte del Ministerio de Salud el realizar un análisis de este nivel.**

Cuadro 3

Resumen análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados en el acueducto comunal El Cedral

Punto de muestreo	Fecha de muestreo	N1 Análisis Físicoquímicos	N1 Análisis Microbiológicos	N2	N3	Observaciones
Naciente #3 (La Chonta 3)	07 de julio, 2021	X	X			Se detecta presencia de Coliformes fecales y Escherichia Coli
Naciente #2 (La Chonta 2)	07 de julio, 2021	X	X			Se detecta presencia de Coliformes fecales y Escherichia Coli
Naciente #1 (La Chonta 1)	07 de julio, 2021	X	X			Se detecta presencia de Coliformes fecales y Escherichia Coli
Tanque Almacenamiento bajo CANET	07 de julio, 2021	X	X			Ausencia de Coliformes fecales y E. Coli. Valor de Cloro residual libre por encima del rango permitido, resultado = $0,64 \pm 0,05$ mg/L (Rango admisible = 0,3 a 0,6 mg/L)
Tanque Almacenamiento principal	07 de julio, 2021	X	X		X (Para Níquel y Selenio)	Resultados por debajo de Valores Máximos Admisibles
Punto en la red: Casa Sr. Geovanny Llama Hernández	07 de julio, 2021	X	X			Resultados por debajo de Valores Máximos Admisibles
Punto en la red: Abastecedor Arroyo	07 de julio, 2021	X	X			Resultados por debajo de Valores Máximos Admisibles

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

A partir de lo estipulado en la última versión del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, decreto N°38924-S, la frecuencia y el número de muestras que

se deben tomar en el sistema de abastecimiento del acueducto comunal El Cedral, se resumen en el **cuadro 4**:

Cuadro 4

Resumen frecuencia y número de muestras en cada nivel de control acueducto comunal El Cedral

Nivel de Control	Habitantes	Fuente de abastecimiento/ Tanques de Almacenamiento		Red Distribución	
		Frecuencia	N° Muestras	Frecuencia	N° Muestras
Control Operativo (CO)	< 2000	Mensual	• 1 en cada nacimiento o 1 en la mezcla de todas las fuentes que ingresan a la red de distribución	Mensual	1
Parámetros Físicoquímicos del Nivel Primero (N1)	< 5000	Semestral	• 1 en cada fuente de abastecimiento	Semestral	1
Parámetros Microbiológicos del Nivel Primero (N1)	< 5000	Semestral	• 1 en cada fuente • 1 en cada Tanque de Almacenamiento	Semestral	3
Nivel Segundo (N2) y Nivel Tercero (N3)	< 5000	Cada 3 años	• 1 en cada fuentes o en la mezcla de todas las fuentes que ingresan a la red de distribución.	Cada 3 años	1

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

9.3 Asignaciones de caudal

A continuación, se detallan las asignaciones de caudal otorgadas por el MINAE para el acueducto comunal El Cedral de Santa Cruz de León Cortés, según el expediente **1444** tipo **R (Acueducto Rural)**:

- **Naciente N°3, La Chonta 3, asignación = 0.90 litros/segundo, aforo = 1.00 litros/segundo realizado el 30 de mayo del 2009 por MINAE.**

Esta naciente es conducida hasta la zona de captación de la naciente N°1 Chonta 1, en donde su agua es llevada, junto al caudal proveniente de la naciente N°1 Chonta 1 y naciente N°2 Chonta 2 hasta los tanques de almacenamiento N°1 y N°2.

- **Naciente N°2, La Chonta 2, asignación = 0.73 litros/segundo, aforo = 0.83 litros/segundo realizado el 17 de abril del 2013 por MINAE.**

Esta naciente es conducida hasta la zona de captación de la naciente N°1 La Chonta 1, en donde su agua es conducida hasta los tanques de almacenamiento N°1 y N°2.

- **Naciente N°1, La Chonta 1, asignación = 0.83 litros/segundo, aforo = 0.92 Litros/segundo realizado el 17 de abril del 2013 por MINAE.**

Esta naciente se conduce hasta los tanques de almacenamiento N°1 y N°2, en donde es distribuida hacia los dos sectores que conforman el acueducto El Cedral, sector N°1 principal y sector N°2 Bajo Canet.

En relación con lo anterior, se da una asignación total de **2.46 litros/segundo**.

9.4 Caudal disponible en las fuentes

La medición de caudal (Q) o también llamada aforo se puede desarrollar de diferentes formas y la elección del método depende del objetivo del monitoreo, la facilidad de acceso o tiempo con que se cuente y, por supuesto, de las características de la fuente superficial que se quiera medir. Las características del sitio y las condiciones ambientales al momento de su realización también son fundamentales para definir cómo se hará la medición del caudal en ese momento específico (Suárez, 2018).

El método volumétrico es utilizado para la medición de caudal y consiste en hacer llegar un volumen de líquido a un depósito impermeable de volumen conocido y contar el tiempo total en que se llena el depósito, haciendo uso de la ecuación matemática (Suárez, 2018):

$$Q = \frac{V}{t} \text{ (Ec. 3)}$$

en donde, Q = caudal (litros/segundo)

V = volumen (litros)

t = tiempo (segundos)

Realizando aforos mediante el método volumétrico en los sitios de captación, mientras, en la línea de tubería de conducción, haciendo uso de un equipo ultrasónico, se determina el caudal mínimo en época de estiaje disponible de las fuentes de almacenamiento.

Para determinar el caudal mínimo disponible, se realizaron mediciones de caudal en las fuentes en ocho fechas diferentes con el fin de conocer el comportamiento de las nacientes y la época más crítica.

9.4.1. Caudal de producción disponible de las fuentes

El sistema de abastecimiento de la ASADA El Cedral está compuesto por tres nacientes. Cada una de ellas es captada y conducida hasta un punto de reunión ubicado en el sitio de captación de la naciente La Chonta 1.

El primer aforo se realizó, primeramente, en el punto de captación de la naciente La Chonta 1, ya que, en este punto, se reúne el agua proveniente de la naciente La Chonta 2, la cual, a su vez, se conduce el agua de la naciente La Chonta 3 (ver figura 11).

Figura 11

Punto de aforo en rebalse de la captación de La Chonta 1



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

En el sitio mencionado con anterioridad, se midió un caudal de **3.68 litros/segundo** en el mes de noviembre del 2021, y se concluyó que, al analizar la estructura de la captación en la naciente La Chonta 1, este valor no representa únicamente el caudal aprovechable de la naciente La Chonta 1, sino de las tres nacientes reunidas en ese punto.

Lo expuesto anteriormente se debe a que, aunque el fin de la estructura es captar el agua de la naciente La Chonta 1, ésta cumple también las funciones de punto de reunión y almacenamiento para el agua de las demás nacientes. A este

punto de captación de la naciente N°1 La Chonta 1, llega una tubería que conduce el agua de las nacientes La Chonta 2 y La Chonta 3 (ver figura 12).

Figura 12

Tubería que conduce agua de las nacientes La Chonta 2 y La Chonta 3 hasta la zona de captación de La Chonta 1



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

El método utilizado para la medición mencionada anteriormente en el sitio de captación de la naciente N°1 La Chonta 1, fue el aforo volumétrico y se llevó a cabo en la salida de la tubería del rebalse (ver figura 11), cerrando el paso del agua en la tubería de conducción hacia los tanques de almacenamiento, lo cual permite medir el caudal total proveniente de la tubería de rebalse.

Posterior a la primera medición de caudal, se procedió a desconectar la entrada de agua de las nacientes La Chonta 2 y La Chonta 3 al sitio de captación de la naciente La Chonta 1.

Lo anterior con el fin de obtener la medición del caudal conducido por la tubería desde las nacientes La Chonta 2 y La Chonta 3 por separado del caudal

producido por la naciente La Chonta 1. Por otra parte, al desconectar la tubería de conducción de La Chonta 2 y 3, se evitó el “ahogamiento” del caudal de éstas al no existir una salida libre del agua en la estructura de captación de la naciente La Chonta 1 (ver figuras 13 y 14).

De esta segunda medición, se obtiene un caudal de 5.80 litros/segundo de la tubería de conducción del agua de La Chonta 2 y 3.

Figura 13

Tubería que conduce agua de La Chonta 3 y La Chonta 2 conectada (imagen de la izquierda) y desconectada (imagen de la derecha) de la entrada al punto de reunión/ captación de La Chonta 1



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 14

Medición de caudal de la tubería de conducción del agua de las nacientes La Chonta 2 y 3



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

En una tercera medición, se utiliza el método volumétrico para obtener el valor de caudal proveniente de la naciente La Chonta 2 al desconectar la entrada de agua de la naciente N°3 La Chonta 3 en este punto (ver figura 15).

Figura 15

Punto de captación de la naciente N°2 La Chonta 2



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Por último, se mide el caudal de la naciente N°3 La Chonta 3 en la salida de su punto de captación (ver figura 16).

Figura 16

Sitio de captación y punto de medición de caudal de la naciente N°3 La Chonta 3



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Para la naciente N°2 La Chonta 2, se obtiene un caudal de **2.81 L/s** y para la naciente N°3 La Chonta 3 un caudal de **3.29 L/s**.

En una segunda visita, en el mes de marzo del 2021, se utiliza un equipo ultrasónico para la medición del caudal entrante al tanque de almacenamiento N°1 Principal. Esto se realiza en primera instancia mientras el tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet se encontraba llenando; es decir, el agua conducida desde las nacientes se dividía entre la entrada a ambos tanques de almacenamiento.

Una segunda medición se realiza en el mismo punto de entrada del tanque de almacenamiento N°1 Principal, pero cerrando la entrada al tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, obteniendo un valor de 3.10 L/s.

Por último, al encontrar la diferencia del caudal conducido hasta los tanques de almacenamiento y el caudal medido en la salida de la zona de captación de la naciente N°1 La Chonta 1, se determina un caudal de 1.00 L/s para la naciente La Chonta 1.

En total, se determina un valor de 7.10 L/s al sumar la medición de cada naciente por separado (medición #3, #4 y #7). Lo anterior se resume en el cuadro 5.

Cuadro 5

Resultados de mediciones de caudal, acueducto El Cedral

Medición	Fuente	Fecha	Caudal Litros/segundos	Descripción
1	Rebalse en el sitio de captación Sitio de captación/caja reunión de las tres nacientes	19 de noviembre, 2021	3.68	Medición con método volumétrico en el rebalse de la captación en el sitio de Naciente La Chonta 1, al cual llega y se almacena el agua de las nacientes La Chonta 2 y La Chonta 3.
2	La Chonta 2 y La Chonta 3	19 de noviembre, 2021	5.80	Medición con método volumétrico en la salida del tubo que conduce el agua de las Nacientes La Chonta 2 y La Chonta 3 hasta el sitio de captación de la Chonta 1.
3	La Chonta 2	19 de noviembre, 2021	2.81	Medición con método volumétrico en la salida de la tubería de conducción de la Naciente La Chonta 2.
4	La Chonta 3	19 de noviembre, 2021	3.29	Medición con método volumétrico en la salida de la tubería de conducción de la Naciente La Chonta 3.
5	Línea de conducción, agua de las tres nacientes. Entrada al Tanque de Almacenamiento N°1	3 de marzo, 2022	2.84	Medición con equipo ultrasónico en la tubería de conducción de entrada al Tanque de Almacenamiento N°1, cuando el Tanque de Almacenamiento N°2 se encuentra llenando.
6	Línea de conducción, agua de las tres nacientes. Entrada al Tanque de Almacenamiento N°1	3 de marzo, 2022	3.10	Medición con equipo ultrasónico en la tubería de conducción de entrada al Tanque de Almacenamiento N°1, cuando el paso del agua hacia el Tanque de Almacenamiento N°2 se encuentra cerrado.
7	La Chonta 1	3 de marzo, 2022	1.00	Análisis de diferencia de caudales a partir de la medición de las otras fuentes y la conducción de la tubería.
Subtotal tres nacientes, mediciones 19/11/2021 y 03/03/2022			7.10	

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Con el fin de determinar el caudal aprovechable mínimo o crítico en época de estiaje de las tres fuentes, se realizaron mediciones de caudal en el mes de noviembre del año 2021 y en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2022. Los resultados obtenidos se muestran en los cuadros 6 y 7.

Cuadro 6

Resultados de mediciones de caudal utilizando el método volumétrico en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo del 2022

Medición	Fuente	Fecha	Caudal Litros/segundos
1	La Chonta 1	31 de enero, 2022	1.43
2	La Chonta 2	31 de enero, 2022	1.99
3	La Chonta 3	31 de enero, 2022	2.5
Subtotal suma de tres nacientes medición 31/01/2022 =			5.92
4	La Chonta 1	28 de febrero, 2022	1.21
5	La Chonta 2	29 de febrero, 2022	1.69
6	La Chonta 3	28 de febrero, 2022	1.97
Subtotal sumatoria de tres nacientes medición 28/02/2022 =			4.87
7	La Chonta 1	15 de marzo, 2022	0.98
8	La Chonta 2	15 de marzo, 2022	1.65
9	La Chonta 3	15 de marzo, 2022	1.74
Subtotal sumatoria de tres nacientes medición 15/03/2022			4.37
10	La Chonta 1	25 de marzo, 2022	1.01
11	La Chonta 2	25 de marzo, 2022	1.76
12	La Chonta 3	25 de marzo, 2022	1.54
Subtotal sumatoria de tres nacientes medición 25/03/2022			4.31
13	La Chonta 1	4 de abril, 2022	0.78
14	La Chonta 2	4 de abril, 2022	1.58
15	La Chonta 3	4 de abril, 2022	1.51
Subtotal sumatoria de tres nacientes medición 04/04/2022			3.87
16	La Chonta 1	4 de mayo, 2022	1.09
17	La Chonta 2	4 de mayo, 2022	1.72
18	La Chonta 3	4 de mayo, 2022	1.44
Subtotal sumatoria de tres nacientes medición 04/05/2022			4.25
19	Caudal total mínimo aforado		3.87

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

A partir de los datos anteriores (cuadro 6), se determina un **caudal mínimo disponible de: 0.78 L/s** en la naciente La Chonta 1, **1.58 L/s** en la naciente La

Chonta 2 y **1.51 L/s** en la naciente La Chonta 3, para un total de **caudal mínimo, aforado en el mes de abril del 2022, de 3.87 L/s.**

9.5 Situación de asignación de caudal: naciente La Chonta 1.

De acuerdo con las asignaciones de caudal otorgadas por el MINAE para la ASADA El Cedral de Santa Cruz de León Cortés, según el expediente **1444** tipo **R (Acueducto Rural)**, se tiene:

- Naciente N°3, La Chonta 3, **concesión = 0.90 Litros/segundo**, aforo de 1.00 Litros/segundo realizado el 30 de mayo del 2009 por MINAE.
- Naciente N°2, La Chonta 2, **concesión = 0.73 Litros/segundo**, aforo de 0.83 Litros/segundo realizado el 17 de abril del 2013 por MINAE.
- Naciente N°1, La Chonta 1, **concesión = 0.83 Litros/segundo**, aforo de 0.92 Litros/segundo realizado el 17 de abril del 2013 por MINAE.

El total entre las tres fuentes es de **2.46 litros/segundos.**

El recurso hídrico de las tres fuentes, identificadas como La Chonta 1, La Chonta 2 y La Chonta 3 es aprovechado por el acueducto comunal El Cedral desde el año 1994 y cuenta con asignación de caudal por parte de la Dirección de Agua del MINAE desde el año 2009.

En abril de 2022, se notifica al acueducto comunal El Cedral respecto de una concesión otorgada al acueducto de la Municipalidad de Dota sobre la naciente La Chonta, esto expuesto y de acuerdo con el expediente 21616-A y resolución R-0021-2022-AGUAS-MINAE.

En esta resolución se otorga, al Acueducto Municipal de Dota, una concesión de aprovechamiento de aguas de cuatro fuentes distintas. Entre éstas, una concesión por 2.5 litros/segundo de la fuente naciente La Chonta por un periodo de diez años.

De acuerdo con las mediciones de caudal realizadas para el presente TFG (ver sección: Caudal de producción disponible de las fuentes), junto con miembros del acueducto comunal El Cedral, se expone la preocupación de haber otorgado una concesión al acueducto municipal de Dota de una fuente que “no tiene suficiente recurso hídrico” al otorgar un caudal de 2.5 L/s de una fuente que, en época seca del mes de abril, produjo un caudal de 0.78 L/s.

Por lo expuesto anteriormente, se procede a hacer un análisis de la información presente en el informe técnico del permiso de concesión y aprovechamiento de agua de Dirección de Agua del MINAE, en el cual se describe una inspección realizada al sitio de nacimiento **La Chonta**.

Esta inspección se realizó el martes 12 de octubre del 2021 por parte de un ingeniero representante de la Dirección de Agua del MINAE y representantes de la Municipalidad de Dota, sin previa notificación a la ASADA El Cedral, la cual administra la infraestructura y tiene asignación de caudal en las nacientes La Chonta.

De la medición de caudal por medio del método volumétrico expuesta en el informe técnico, se determina un caudal de **8.91 L/s** de la naciente medida.

En este informe técnico no se especifica el punto donde se realizó la medición de caudal; sin embargo, al hacer uso del método volumétrico, es necesario contar con un punto de desfogue de agua, como el tubo de rebalse del punto de captación y de reunión de las tres nacientes La Chonta 1, 2 y 3. En ese sentido, se determina que una medición volumétrica en el cauce donde escurre el agua no es factible.

Aunado a esto y según consta en el registro de fotografías de anexos del **Expediente 21616-A**, se puede observar la fotografía del sitio de concesión (**ver figura 17**).

Figura 17

Sitio de concesión según anexos del expediente 21616-A



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

A partir de la información anterior, se determina que, en la medición de 8.91 L/s realizada por un representante de la Dirección de Agua del MINAE, se mide al agua proveniente de las tres nacientes La Chonta 1, La Chonta 2 y La Chonta 3, y no solo el agua de la naciente La Chonta 1, la cual no cuenta con el caudal suficiente para abastecer los 2.5 L/s concesionados al acueducto municipal de Dota.

Al no haber claridad sobre el punto donde se realizó la medición de caudal, se determina que, en el caso de haber sido sobre el cauce de la quebrada, no puede haber sido concesionado un caudal de 2,5 litros/segundo sobre el cauce de un rebalse que no corresponde a la naciente La Chonta 1.

Además, esta medición fue realizada en el mes de octubre del 2021 en época lluviosa y no se presenta los valores de aforos de época seca o meses de estiaje,

donde el caudal proveniente de las nacientes La Chonta 1, 2 y 3 se reduce considerablemente.

Según datos presentados en los cuadros 5 y 6 de mediciones de caudal realizadas como parte del presente TFG, junto a miembros del acueducto comunal El Cedral (ver cuadro 6) el valor más alto medido en el mes de enero 2022 es de 1.43 L/s y, el menor de 0.78 L/s para la naciente La Chonta 1 (ver figura 18).

Cuadro 7

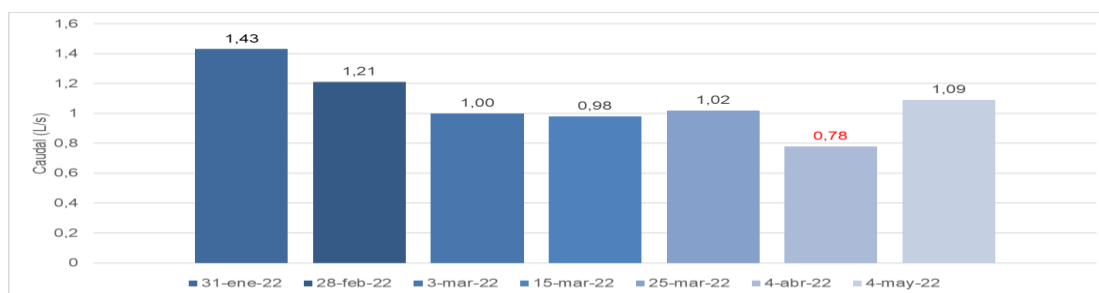
Visitas realizadas para la medición de caudal

Fuente	Fecha	Caudal (L/s)	Descripción
La Chonta 1	25/3/2022	1,02	Medición de funcionario de Dirección de Agua con método volumétrico
La Chonta 2	25/3/2022	1,89	Medición de funcionario de Dirección de Agua con método volumétrico
La Chonta 3	25/3/2022	1,80	Medición de funcionario de Dirección de Agua con método volumétrico
Subtotal sumatoria de tres nacientes medición, 25/03/2022		4,71	

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 18

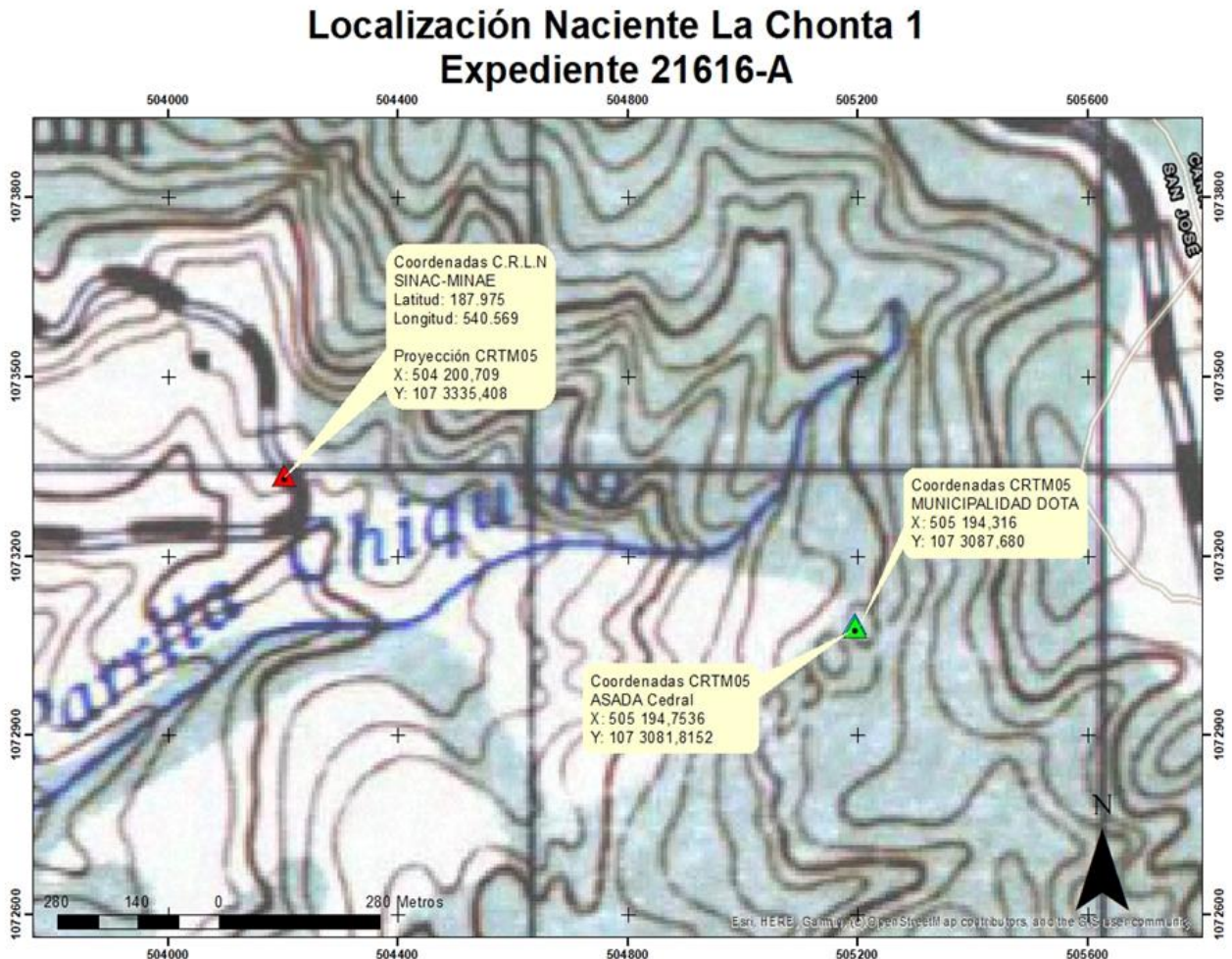
Gráfico de mediciones de caudal de la naciente N°1 La Chonta 1 realizadas desde el mes de enero 2022 a marzo 2022



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Figura 19

Localización de la naciente según Coordenadas MINAR, Municipalidad de Dota y acueducto comunal El Cedral



Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

De acuerdo con lo expuesto anteriormente y el análisis en el sitio, se acordó, entre las partes, que el AyA solicitaría la revisión a la Unidad Técnica del Terraba de Dirección de Agua del MINAE, del expediente 21616-A y resolución R-0021-2022-AGUAS-MINAE, de la concesión otorgada por 2,5 litros/segundo, a la Municipalidad de Dota sobre la fuente naciente La Chonta, con base en las condiciones reales de esta naciente, la cual no cuenta con el caudal concesionado.

Finalmente, para el mes de abril, 2022, el MINAE indica bajo la resolución 1444-R que:

- “Hecho el aforo de la fuente Chonta 1 en época de estiaje, se tiene un problema de escasez de agua, ya que esta no tiene la capacidad para suplir los aprovechamientos otorgados en la fuente La Chonta 1”.
- “Así las cosas, dado que el caudal inscrito de la fuente Chonta 1 mediante oficio de inscripción DA-0068-2015-AGUAS-MINAE es de 0.83 l/s y con base en los aforos realizados, la disponibilidad de la fuente es de 1.02 l/s, es recomendación del suscrito caducar el otorgamiento de la concesión de la fuente Chonta 1 otorgado en resolución R-0021-202-AGUAS-MINAE, correspondiente al expediente 21616-A a nombre de Municipalidad de Dota, en aplicación de los artículos 140, 141 y 142 de la ley 276”.

9.6 Población abastecida y servicios equivalentes

De acuerdo con la Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial (2017), la población mínima de diseño se debe calcular a partir del número de unidades habitacionales que contempla el proyecto multiplicado por el factor de hacinamiento. Este último corresponde al valor que se obtiene del último censo de población del distrito.

Para el cálculo de la población correspondiente a las unidades que no son habitacionales, es decir, proyectos cuya actividad esencial es de naturaleza comercial, industrial u otra distinta a la habitacional, se debe aplicar una equivalencia con el consumo de una unidad habitacional; esta equivalencia lleva el nombre de unidad de consumo equivalente (UCE) o servicios equivalentes (SE).

A partir del conteo en campo de unidades habitacionales y no habitacionales que son abastecidas por el sistema del acueducto comunal El Cedral y sus respectivas UCE, se determina la cantidad total de previstas abastecida en cada sector del sistema de la ASADA, sector N°1 principal y sector N°2 Bajo Canet. Estos datos se presentan en los cuadros 8 y 9, respectivamente.

Cuadro 8

Detalle de unidades habitacionales, no habitacionales y unidades de consumo equivalente del sector N°1, Sector Principal, acueducto El Cedral

Previstas equivalentes Sector N°1 Principal			
Tipo de prevista	Unidad de Consumo Equivalente	Cantidad previstas existentes	Prevista equivalente
Unidades habitacionales	1	186	186
Unidades no habitacionales/negocios	1	17	17
Centro educativo	3	1	3
Lotes con agua	1	11	11
Total previstas con crecimiento poblacional			217

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Cuadro 9

Detalle de unidades habitacionales, no habitacionales y unidades de consumo equivalente del sector N°2, sector Bajo Canet, acueducto El Cedral

Previstas equivalentes Sector N°2 Bajo Canet			
Tipo de prevista	Unidad de Consumo Equivalente	Cantidad previstas existentes	Prevista equivalente
Unidades habitacionales	1	46	46
Unidades no habitacionales/negocios	1	3	3
Lotes con agua	1	24	24
Total previstas con crecimiento poblacional			73
Quinta Los Encinos	1	12	12
Total previstas sin crecimiento poblacional			12
Total de previstas equivalente			85

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Dentro de las unidades no habitacionales del sector N°1 Principal, se tienen las siguientes: iglesia, salón comunal, plaza deportiva, restaurante/bar, vivero, minisúper, EBAIS y oficina del acueducto comunal.

Por otra parte, las unidades no habitacionales del sector N°2 Bajo Canet son dos aserraderos y un taller de ebanistería. En el cuadro 10, se resume el total de previstas equivalentes de cada sector de la ASADA El Cedral para un total de **302 previstas equivalentes**.

Cuadro 10

Resumen unidades habitacionales, no habitacionales y unidades de consumo equivalente de todo el sistema del acueducto El Cedral

Previstas equivalentes ASADA El Cedral			
Sistema	Previstas con crecimiento poblacional	Previstas sin crecimiento poblacional	Total previstas equivalentes
N°1 Principal	217	0	217
N°2 Bajo Canet	73	12	85
Total previstas sin crecimiento poblacional			302

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

9.7 Determinación del consumo promedio por prevista

De acuerdo con el registro de consumos del acueducto comunal El Cedral desde el mes de enero del año 2021 al mes de febrero del año 2022, se tiene un valor de consumo máximo por prevista de 13.18 m³, un consumo mínimo de 10.41 m³, y un consumo promedio de **11.56 m³/mes/prevista** (ver cuadro 11).

Cuadro 11

Registro de consumos mensuales y consumo promedio por prevista

Fecha	Consumo mensual (m ³ /mes)	Total, abonados registrados por la ASADA	Consumo promedio (m ³ /prevista)
Ene-21	2371	194	12.22
Feb-21	2348	190	12.36
Mar-21	2544	193	13.18
Abr-21	2174	189	11.50
May-21	2167	189	11.47
Jun-21	2078	190	10.94
Jul-21	2113	188	11.24
Ago-21	2082	188	11.07
Set-21	2112	190	11.12
Oct-21	1978	190	10.41
Nov-21	2138	192	11.14
Dic-21	2310	197	11.73
Ene-22	2517	205	12.28
Feb-22	2228	198	11.25
Promedio (m³/prevista) =			11.56

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

De acuerdo con la resolución RIA-006-2017 de la ARESEP, se define como altos consumidores a aquellos consumidores con un consumo mayor a los 60 m³/mes. Del registro de consumos facilitado por el acueducto comunal El Cedral, solo un abonado consume más de 60 m³, lo cual es equivalente al 3% del total de previstas existentes en el acueducto.

En el periodo analizado, del total de abonados registrados por la ASADA, se excluyen todos los que registran = **0 m³** y **altos consumidores**.

Las previstas con consumos entre 1 a 59 m³, según registro de consumos a febrero 2022, equivalen a 198 abonados, del total que reporta el acueducto comunal de 249 abonados. Los 51 abonados restantes se componen de 1 alto consumidor y 50 abonados que reportan un consumo de cero m³.

9.8. Determinación del índice de agua no contabilizada (IANC)

A partir del registro de macromedición y cantidad de abonados/previstas del acueducto comunal El Cedral y, de acuerdo con el registro de consumos en el periodo de enero 2021 a febrero 2022, se determina el consumo mínimo, promedio y máximo. Además del registro de macromedición, se obtiene el índice de agua no contabilizada (IANC) máximo de 25,68%.

El agua no contabilizada es un concepto técnico para medir la diferencia entre el agua producida al inicio del sistema de acueducto y la que se factura a los abonados (AyA, 2020).

Esta diferencia puede deberse a pérdidas en la infraestructura (por rebalse de tanques o fugas en las tuberías) y a pérdidas en el proceso comercial, conocidas como pérdidas aparentes (por medidores en mal estado, catastros desactualizados e incluso por el agua que se brinda a asentamientos informales sin medición) (AyA, 2020).

Según la política de fijación y cumplimiento del parámetro del porcentaje del indicador de agua no contabilizada (IANC) para los operadores del país (2014), para la determinación de este índice, se debe realizar una valoración con base en los registros al menos de un año, tanto de volúmenes producidos, como de los facturados. El rango óptimo de calificación del indicador del IANC debe ser menor o igual a 33%.

Para la determinación del % IANC, se toman en cuenta los datos del registro de macromedición, desde el mes de febrero del año 2021, hasta el mes de setiembre del año 2022. Los valores se presentan en el **cuadro 12**.

Cuadro 12

Registro de macromedición mensual durante un periodo de 14 meses y determinación del IANC

Fecha	Lectura anterior	Lectura actual	Cantidad de agua Total Salida Tanque Almacenamiento N°1 (m³)	Consumo Total Mensual del registro de micromedición (m³)	Agua no contabilizada (m³)	IANC (%)
feb-21	845	3233	2388	1900	488	20,44
mar-21	3233	5923	2690	2111	579	21,52
abr-21	5923	8441	2518	1842	676	26,85
may-21	8441	11045	2604	2102	502	19,28
jun-21	11045	13523	2478	1710	768	30,99
jul-21	13523	15522	1999	1678	321	16,06
ago-21	15522	17613	2091	1869	222	10,62
sep-21	17613	19662	2049	1757	292	14,25
oct-21	19662	21656	1994	1657	337	16,90
nov-21	21656	23863	2207	1779	428	19,39
dic-21	23863	26144	2281	1863	418	18,33
ene-22	26144	29740	3596	2778	818	22,75
feb-22	29740	32214	2474	1874	600	24,25
mar-22	32214	35388	3174	2155	1019	32,10
abr-22	35388	38559	3171	2049	1122	35,38
may-22	38559	41469	2910	2019	891	30,62
jun-22	41469	44195	2726	1894	832	30,52
jul-22	44195	47037	2842	1815	1027	36,14
ago-22	47037	50545	3508	1898	1610	45,90
sep-22	50545	53325	2780	1629	1151	41,40
IANC Promedio (%)						25,68%

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Al determinar la diferencia entre el valor de la lectura del macromedidor al finalizar un mes y el valor de lectura del mes siguiente, se obtiene la cantidad total de agua (m³) que sale del tanque de almacenamiento en un mes. A este valor, se

le debe restar la cantidad de agua consumida y registrada por los micromedidores en cada prevista, dando como resultado el valor de agua no contabilizada.

9.9 Determinación del consumo máximo por prevista equivalente

De acuerdo con el registro de consumos mensual de la ASADA El Cedral, el valor de consumo promedio por prevista equivalente de **11.56 m³/prevista/mes** (ver cuadro 11), representa el **74.32%** del consumo total, mientras que el **25.68%** restante representa el IANC, el cual equivale a **4.00 m³/prevista/mes**, según registro de macromedición (ver cuadro 11).

En el cuadro 13, se resume la información mencionada anteriormente.

Cuadro 13

Porcentaje de consumo promedio y IANC para el acueducto El Cedral

Parámetro	Fuente	Porcentaje (%)	m ³ /prevista/mes	Litros/Habitante/día
Consumo promedio	Registro de Consumos	74.32%	11.56	104.00
IANC	Registro de Macromedición	25.68%	4.00	47.00
Total		100%	15.56	151.00

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Considerando el hacinamiento promedio de 3.59 habitantes por vivienda, se determina la dotación neta, en litros/habitante/día, aplicando la siguiente ecuación:

$$\frac{11.56 \text{ m}^3}{\text{prev} \cdot \text{mes}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ mes}}{31 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ prev}}{3.59 \text{ hab}} = 103.90 \approx \mathbf{104 \text{ L/hab/día}} \text{ (Ec. 4)}$$

Siendo,

m³= metros cúbicos

L= litros

prev = prevista

Hab = habitantes (Valor obtenido de Censo Poblacional)

De igual forma, el valor de IANC en litros/habitante/día se determina de la siguiente manera:

$$\frac{4.00 \text{ m}^3}{\text{prev} \cdot \text{mes}} \times \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} \times \frac{1 \text{ mes}}{31 \text{ días}} \times \frac{1 \text{ prev}}{3.59 \text{ hab}} = 35.94 \text{ L/hab} \cdot \text{día} \text{ (Ec. 5)}$$

De la suma de la dotación neta y el IANC, se obtiene la dotación bruta de diseño:

$$\text{Dotación bruta} = 104 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \cdot \text{día}} + 35.94 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \cdot \text{día}} = 139.94 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \cdot \text{día}} \text{ se}$$

El valor de dotación bruta, aplicando un factor máximo diario y factor máximo horario (FMD y FMH), permite obtener el caudal máximo diario y el caudal máximo horario.

De acuerdo con el artículo 3.4, Ampliación "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial" (2021), se deben aplicar los factores de demanda máxima mencionados anteriormente:

- El caudal máximo diario será igual a 1,2 veces el caudal promedio diario, es decir, el factor máximo diario (FMD) es 1,2.
- El caudal máximo horario será igual a 1,80 veces el caudal máximo diario, es decir, el factor máximo horario (FMH) es 1,80.

En donde,

$$QMD = QPD \times FMD \text{ (Ec.5)}$$

Siendo,

QMD = caudal máximo diario

QPD = caudal promedio diario

FMD = factor máximo diario

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se determina la dotación máxima según las ecuaciones 6 y 7.

$$\text{Dotación bruta} = \text{Dotación neta} + \text{IANC} \text{ (Ec.6)}$$

$$\text{Dotación máxima} = \text{Dotación bruta} \times FMD \times FMH \text{ (Ec.7)}$$

De acuerdo con el artículo 3.4, Ampliación "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua potable, de Saneamiento y Pluvial" (2021), se define la dotación neta como cantidad mínima de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas originadas en el sistema de acueducto.

Por otra parte, la dotación bruta se define como la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante considerando un porcentaje del agua no contabilizada y exceptuando las pérdidas reales (físicas).

Sustituyendo los valores correspondientes, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Dotación bruta} &= 104 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} + 35.94 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} \\ &= 139.94 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dotación máxima} &= 139.94 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} \times 1.2 \times 1.8 \\ &= 302.27 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} \end{aligned}$$

Por otro lado, se determina la demanda máxima según las ecuaciones 8 y 9:

$$\text{Consumo bruto} = \text{Consumo neto} + \text{IANC} \text{ (Ec.8)}$$

$$\text{Caudal Máximo Horario} = \text{Consumo bruto} \times \text{FMD} \times \text{FMH} \text{ (Ec.9)}$$

Sustituyendo los valores correspondientes, se tiene:

$$\begin{aligned} \text{Consumo bruto} &= 11.56 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} + 4.00 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} \\ &= 15.56 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Caudal máximo horario} &= 15.56 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} \times 1.2 \times 1.8 \\ &= 33.61 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} \end{aligned}$$

En resumen, del registro de consumos facilitado por el acueducto comunal El Cedral, se tiene un **consumo promedio de 11.56 m³/prevista/mes**. Considerando el hacinamiento promedio de 3.59 habitantes por vivienda, se obtiene una **dotación neta de 104 litros/habitante/día**.

Considerando el 25.68% de índice de agua no contabilizada (IANC) con un valor de 4.00 m³/prevista/mes, que, a su vez, es equivalente a 35.94 litros/habitante/día, se obtiene la **dotación bruta de diseño** de $(104 + 35.94) = 139.94$ **litros/habitante/día**, la cual es equivalente a $(11.56 + 4.00) = 15.56$ **m³/prevista/mes**.

Los valores anteriores se resumen en el cuadro 14:

Cuadro 14

Consumo neto más IANC y multiplicado por FMD y FMH

	m³/mes*prevista	L/ hab*día
Consumo neto	11.56	104.00
% IANC	4.00	35.94
Con FMD (1.2)	18.67	167.93
Con FMH (1.8)	33.61	302.27
Total consumo máximo	33.61	302.27

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

En el presente trabajo final de graduación, se comparará el consumo máximo por prevista determinado de acuerdo con la metodología expuesta en la "Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial" (2021) con la dotación máxima y consumo máximo por prevista determinado según la ecuación 10 y 11.

De acuerdo con las ecuaciones 10 y 11, únicamente la dotación neta y consumo neto son multiplicados por los factores máximo diario y horario (FMD y FMH), y el IANC es sumado posteriormente. Esto con el fin de no aumentar la asignación por un índice cuyo objetivo es que sea reducido con el tiempo, como es el IANC.

Lo anterior se expone a continuación:

9.10 Dotación máxima por prevista

$$\text{Dotación máxima} = (\text{Dotación neta} \times \text{FMD} \times \text{FMH}) + \text{IANC} \text{ (Ec. 10)}$$

$$\text{Dotación máxima} =$$

$$104 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} \times 1.2 \times 1.8 = 224.45 \approx 224 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}} + \text{IANC}$$

$$\text{Dotación máxima} =$$

$$224 + 35.90 = 260.35 \frac{\text{Litros}}{\text{habitante} \times \text{día}}$$

9.11 Demanda máxima por prevista

$$\text{Demanda máxima} = (\text{Consumo neto} \times \text{FMD} \times \text{FMH}) + \text{IANC} \text{ (Ec. 11)}$$

$$\text{Demanda máxima} =$$

$$11.56 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} \times 1.2 \times 1.8 = 24.98 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}} + \text{IANC}$$

$$24.98 + 4.00 = 28.97 \frac{\text{m}^3}{\text{prevista} \times \text{mes}}$$

Los valores anteriores se resumen en el cuadro 15.

Cuadro 15

Consumo máximo en m3 por mes por prevista y Litros por habitante por día, consumo neto multiplicado por FMD y FMH antes de sumar IANC

	m3/mes/prevista	L/ hab/día
Consumo neto	11.56	104.00
Con FMD (1.2)	13.88	124.69
Con FMH (1.3)	24.98	224.45
% IANC	4.00	35.90
Total consumo máximo	28.97	260.35

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

9.12 Caudal de diseño

A partir del valor de consumo máximo horario, se determina el caudal máximo asignado en litros/segundo por prevista o factor de demanda por prevista:

$$\begin{aligned} \text{Caudal asignado por prevista} &= \frac{260 \text{ L}}{\text{hab} * \text{d}} \times \frac{3.59 \text{ hab}}{\text{prev}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} \\ &= \mathbf{0.0108 \frac{L}{s}} \\ &\quad \text{prev} \end{aligned}$$

Siendo,

Factor de hacinamiento = 3.59 hab/prevista

Consumo máximo horario = 260.35 Litros/habitante x día

A partir de los datos expuestos en el cuadro 15, se determina el caudal promedio diario y el caudal máximo horario en litros/segundo:

Caudal requerido =

$$224.45 \frac{\text{L}}{\text{hab} \times \text{día}} \times \frac{3.59 \text{ hab}}{\text{prevista}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} = \mathbf{0.0093 \frac{\text{L}}{\text{s} \times \text{prev}}}$$

$$\begin{aligned} \text{Caudal máximo horario (QMH)} &= 0.0093 \frac{\text{L}}{\text{hab} \times \text{prev}} \times 302 \text{ prev equivalente} \\ &= \mathbf{2.81 \frac{\text{L}}{\text{s}}} \end{aligned}$$

$$\text{Caudal máximo diario (QMD)} = \frac{2.81 \frac{\text{L}}{\text{s}}}{1.8} = \mathbf{1.56 \frac{\text{L}}{\text{s}}}$$

$$\text{Caudal promedio diario (QPD)} = \frac{1.56 \frac{\text{L}}{\text{s}}}{1.2} = \mathbf{1.30 \frac{\text{L}}{\text{s}}}$$

Por otra parte, el IANC en litros/segundo/prevista se determina a continuación:

$$35.90 \frac{\text{L}}{\text{hab} \times \text{día}} \times \frac{3.59 \text{ hab}}{\text{prevista}} \times \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \times \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} = \mathbf{0.0015 \frac{\text{L}}{\text{s} \times \text{prev}}}$$

$$\%IANC = 0.0015 \frac{L}{s} \times 302 \text{ previstas equivalentes} = 0.45 \text{ L/s}$$

De esta forma, los valores de caudales requeridos se resumen seguidamente:

Cuadro 16

Caudales requeridos según demanda actual

	Sin IANC	IANC	Con IANC
QMH (L/s)	2.81	+ 0.45	= 3.26
QMD (L/s)	1.56	+ 0.45	= 2.01
QPD (L/s)	1.30	+ 0.45	= 1.75

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

9.13 Cálculo de la demanda del sistema existente y proyección de demanda a 25 años

Según Vargas (2017), en “Estudios técnicos, capacidad hídrica e hidráulica en los sistemas de abastecimiento de agua potable administrados por ASADAS” del AyA, se recomiendan periodos de diseño de 20 años mínimo para las obras de toma de manantiales y de 20 a 30 años para líneas de conducción, plantas de tratamiento, tanques de almacenamiento y redes de distribución.

En el cuadro 17, se detalla el caudal requerido para abastecer la demanda actual de acuerdo con las unidades de consumos/ previstas equivalentes existentes = 302 (ver cuadro 10).

Cuadro 17

Demanda por sectores según cantidad de previstas equivalentes existentes

Sector	Previstas equivalentes	QPD (L/s)	QMD (L/s)	QMH (L/s)
Nº1 Principal	217	1.26	1.45	2.34
Nº2 Bajo Canet	85	0.49	0.57	0.92
Total para sistema completo	302	1.75	2.01	3.26

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

El caudal máximo horario se determina a partir de la ecuación 12:

$$QMH = Total\ previstas \times Factor\ demanda\ por\ prevista\ (Ec.12)$$

Sustituyendo los valores correspondientes, se tiene:

$$QMH = 302\ previstas \times 0.0108 \frac{litros}{segundo \times prevista}$$

$$QMH = 3.26 \frac{litros}{segundo}$$

En los cuadros 18 y 19, se presentan los datos de la proyección por sectores (sector N°1 principal y sector N°2 Bajo Canet) de demanda actual equivalente al año cero, y la proyección a 25 años, identificando unidades de consumo/previstas equivalentes y los caudales requeridos; con una tasa de crecimiento anual del 2%.

El caudal mínimo aprovechable de las nacientes es equivalente al caudal máximo diario (QMD), es decir, el caudal que debe entrar a tanques de almacenamiento. El caudal de salida de tanques de almacenamiento corresponde al caudal máximo horario (QMH), según la demanda estimada sea a cero años, 20 años o 25 años.

Cuadro 18

Proyección de demanda a cero, 20 y 25 años del sector N°1 Principal, acueducto El Cedral con una tasa de crecimiento anual de 2.00%

Periodo de Crecimiento (años)	AÑO	Factor de crecimiento	Previstas con crecimiento vegetativo	Previstas sin crecimiento vegetativo	Total previstas	Caudal Requerido (L/s)		
						QPD	QMD	QMH
0	2022	1.00	217	0	217	1.26	1.45	2.34
10	2032	1.22	265	0	265	1.54	1.76	2.86
20	2042	1.49	323	0	323	1.88	2.16	3.49
25	2047	1.64	356	0	356	2.07	2.37	3.84

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

Cuadro 19

Proyección de demanda a cero, 10, 20 y 25 años del sector N°2 Bajo Canet, acueducto El Cedral con una tasa de crecimiento anual de 2.00%

Periodo de crecimiento (años)	AÑO	Factor de crecimiento	Previstas con crecimiento vegetativo	Previstas sin crecimiento vegetativo	Total previstas	Caudal requerido (L/s)		
						QPD	QMD	QMH
0	2022	1.00	73	12	85	0.49	0.57	0.92
10	2032	1.22	89	12	101	0.59	0.67	1.09
20	2042	1.49	109	12	121	0.70	0.81	1.30
25	2047	1.64	120	12	132	0.76	0.88	1.42

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

Cuadro 20

Proyección de demanda a cero, 10, 20 y 25 años de todo el sistema de abastecimiento de la ASADA El Cedral con una tasa de crecimiento anual de 2.00%

Periodo de crecimiento (años)	AÑO	Factor de crecimiento	Previstas con crecimiento vegetativo	Previstas sin crecimiento vegetativo	Total previstas	Caudal requerido (L/s)		
						QPD	QMD	QMH
0	2022	1.00	290	12	302	1.75	2.01	3.26
10	2032	1.22	354	12	366	2.12	2.44	3.95
20	2042	1.49	432	12	444	2.58	2.96	4.80
25	2047	1.64	476	12	488	2.83	3.25	5.27

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

En el caso del sector N°1 Principal, se tiene:

- Demanda actual = caudal máximo diario = 1.45 litros/segundo
- Demanda a 20 años = caudal máximo diario = 2.16 litros/segundo.

- Demanda a 25 años = caudal máximo diario = 2.37 litros/segundo.

En el caso del sector N°2 Bajo Canet, se tiene:

- Demanda actual = caudal máximo diario = 0.57 litros/segundo
- Demanda a 20 años = caudal máximo diario = 0.81 litros/segundo.
- Demanda a 25 años = caudal máximo diario = 0.88 litros/segundo.

En la proyección de todo el sistema de la ASADA El Cedral, se tiene:

- Demanda actual = caudal máximo diario = 2.01 litros/segundo
- Demanda a 20 años = caudal máximo diario = 2.96 litros/segundo.
- Demanda a 25 años = caudal máximo diario = 3.25 litros/segundo.

9.14 Caudal ambiental

De acuerdo con lo estipulado en el “Reglamento para la selección de la metodología para el cálculo del caudal ambiental y evaluación del impacto hídrico acumulado” (2021), en el grupo metodológico del porcentaje desarrollado y aplicado desde 1991 por la Dirección de Agua, el caudal ambiental se calcula al aplicar un porcentaje comprendido entre el 10% al 20% del caudal mínimo registrado en el cuerpo de agua, según aforos disponibles de época seca.

En el caso de las fuentes de agua destinadas para consumo humano y por su prioridad en la ley, aun cuando la fuente por su condición natural presente limitaciones de caudal, se aplica un 10% sin tomar en cuenta la categoría de clasificación, estableciendo este porcentaje como el mínimo admisible que se debe aplicar en la fuente aprovechada.

A partir de lo anterior, en el cuadro 21 se detalla la demanda actual, demanda de la proyección a 20 años, demanda de la proyección a 25 años, caudal ambiental, caudal mínimo aforado de las fuentes y caudal aprovechable de las fuentes.

Cuadro 21

QMD, QMH y caudal aprovechable de las fuentes

Proyección ASADA El Cedral	Previstas estimadas	Caudal requerido (L/s)	
		Caudal máximo diario (QMD)	Caudal máximo horario (QMH)
Demanda actual	302	2.01	3.26
Demanda a 20 años	444	2.96	4.80
Demanda a 25 años	488	3.25	5.27
Caudal mínimo aforado en las fuentes (tres nacientes)		3.87	
Caudal ambiental 10%		0.39	
Caudal aprovechable (caudal mínimo aforado - caudal ambiental)		3.48	

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

Cuadro 22

Resumen de parámetros y determinación de la capacidad hídrica actual y a 20 años de la Acueducto EL Cedral

Parámetro	Valor	Unidad
Previstas actuales	302	Previstas equivalentes
Habitantes por vivienda	3.59	Habitantes
Consumo promedio por prevista	11.56	m3/mes/prevista
Consumo Neto	104	L/hab/día
Factor máximo diario (FMD)	1.2	-
Factor máximo horario (FMH)	1.8	
Índice de agua no contabilizada (IANC)	35.9	L/hab/día
Consumo máximo	260.35	L/hab/día
Caudal asignado por prevista	0.0108	L/prev/s

Demanda actual		
Previstas actuales	302	Previstas equivalentes
QMD requerido	2.01	L/s
QMH requerido	3.26	L/s
Caudal disponible de las fuentes	3.48	L/s
Capacidad hídrica	1.47	L/s
Balance hídrico	POSITIVO	

Demanda a 20 años		
Previstas estimadas	444.00	Previstas equivalentes
QMD requerido	2.96	L/s
QMH requerido	4.80	L/s
Caudal disponible de las fuentes	3.48	L/s
Capacidad hídrica	0.52	L/s
Balance hídrico	POSITIVO	

Demanda a 25 años		
Previstas estimadas	488.00	Previstas equivalentes
QMD requerido	3.25	L/s
QMH requerido	5.27	L/s
Caudal disponible de las fuentes	3.48	L/s
Capacidad hídrica	0.23	L/s
Balance hídrico	POSITIVO	

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

De acuerdo con los datos determinados y tabulados en el cuadro 22, la ASADA El Cedral cuenta con capacidad hídrica en la actualidad y con proyección a 25 años; es decir, la cantidad de agua disponible de las fuentes de abastecimiento del acueducto permite satisfacer la demanda existente más la demanda futura.

Sin embargo, el acueducto comunal cuenta con una asignación de caudal de **2.46 litros/segundo**. Por lo tanto, se debe hacer la solicitud respectiva ante el MINAE para el aumento de la asignación.

10. Análisis hidráulico

Los cálculos hidráulicos se realizan haciendo uso del programa Branch-LOOP, conocido como “Loop” o “Looped Distribution Network Simulation Program”, en el cual se le ingresan los datos: tramos de tubería, cantidad de previstas y elevaciones topográficas. Con ello, se obtiene como resultado final el valor de presiones dinámicas, velocidades y pérdidas por fricción hidráulica generadas en el sistema de tuberías.

El programa “Looped Distribution Network Simulation Program” permite realizar la simulación hidráulica considerando la demanda proyectada con el

consumo simultáneo de todas las previstas del sector/tramo evaluado; es decir, se simula bajo una condición de máxima demanda, garantizando que los componentes del sistema (tuberías y accesorios) soporten suplir bajo esta condición “extrema”.

Se asigna un factor de consumo de **0.0108 litros/segundo/prevista**, considerando el consumo promedio en el acueducto comunal El Cedral.

Los cálculos hidráulicos permiten diseñar de acuerdo con los caudales que, según proyección, se definen para cada zona de presión: salida de nacientes, tanques de almacenamiento y válvulas reductoras de presión.

Las elevaciones del terreno utilizadas para los cálculos hidráulicos fueron facilitadas por la ASADA El Cedral y se presentan en el anexo N°1. (Ver cuadro 23 para el detalle de cada archivo de análisis hidráulico).

Cuadro 23

Archivos “Loop” con cálculos hidráulicos

Sistema	Núm.	Archivo	Descripción
Análisis sistema existente	1	CEDRAE1	Línea de conducción existente con demanda actual.
	2	CEDRAE1A	Línea de conducción existente con demanda de proyección a 20 años.
	3	CEDRAE2	Red de distribución del sistema existente, sector N°1 Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, hasta la llegada al punto #839.
	4	CEDRAE2A	Red de distribución del sistema existente del sector N°1 principal con demanda proyectada a 20 años, desde la salida del tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, hasta la llegada al punto #839.
	5	CEDRAE3	Red de distribución del sistema existente del sector N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, punto #366, hasta la llegada al punto #488.

	6	CEDRAE3A	Red de distribución existente: sector N°2 Bajo Canet, con proyección a 20 años, desde la salida del tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, punto #366, hasta la llegada al punto #488.
	7	CEDRAE4	Red de distribución del sistema existente: sector N°2 Bajo Canet, desde la salida de la válvula reductora de presión existente, punto #488, hasta la llegada al punto #524.
	8	CEDRAE4A	Red de distribución del sistema existente, sector N°2 Bajo Canet, desde la salida de la VRP existente, punto #488, hasta la llegada al final del sector, punto #524, con proyección a 20 años.
Diseño conducción	9	CLCLCD1	Análisis de la línea de conducción existente, desde la salida de la naciente N°3 La Chonta 3, punto #2, hasta la llegada al punto de reunión de la naciente N°2 La Chonta 2, punto #5.
	10	CLCLCD2	Diseño de la línea de conducción desde la salida de la naciente N°2 La Chonta 2, punto #5, hasta la llegada al tanque de reunión por colocar, punto #31.
	11	CLCLCD3	Diseño de la línea de conducción desde la salida de la naciente N°1 La Chonta 1, punto #12, hasta la llegada al tanque de reunión por colocar, punto #31.
	12	CLCLCD4	Diseño de la línea de conducción desde la salida del tanque de reunión por colocar, punto#31, hasta la entrada al tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, y tanque de almacenamiento por colocar, punto #534.
Diseño red distribución, sector N°1 Principal	13	CEDRAL1	Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento existente Principal y tanque de almacenamiento N°2 por colocar, punto #548, hasta la llegada a la válvula reductora de presión #1 por colocar, punto #644, y válvula reductora de presión #3 por colocar, punto #739.
	14	CEDRAL1A	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #3 por colocar, punto #739, hasta la

			llegada a la válvula reductora de presión #4 por colocar, punto #765 y el final del ramal, punto #839.
	15	CEDRAL1B	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #1 por colocar, punto #644, hasta la llegada a la válvula reductora de presión #2 por colocar, punto #662.
	16	CEDRAL1C	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #2 por colocar, punto #662, hasta el final del ramal, punto #680.
	17	CEDRAL1D	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #4 por colocar, punto #765, hasta el final del ramal, punto #812.
Diseño red distribución, sector N°2 Bajo Canet	18	CEDRAL2	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°3 por colocar, punto #5341, hasta la llegada al tanque de almacenamiento N°4 por colocar, punto #396, y el final del ramal, punto #402.
	19	CEDRAL2A	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°4 por colocar, punto #396, hasta la llegada a la válvula reductora de presión existente, punto #464.
	20	CEDRAL2B	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la válvula reductora de presión existente, punto #464, hasta la llegada a la válvula reductora de presión N°6 por colocar, punto #498.
	21	CEDRAL2C	Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la válvula reductora de presión N°6 por colocar, punto #498 hasta el final del sistema, punto #524.

Fuente: Acueducto El Cedral, 2021

10.1 Análisis hidráulico del sistema existente

Análisis hidráulico, Archivo Loop 1. “CEDRAE1”:

- Análisis de la línea de conducción del sistema existente, desde la salida de la captación de la Naciente N°1 La Chonta 1, hasta la entrada a los tanques de almacenamiento: tanque de almacenamiento Principal N°1 y tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, los cuales abastecen respectivamente los sectores: N°1 principal y N°2 Bajo Canet.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 2.00 L/s corresponde al caudal según la demanda actual considerando una demanda base de 0.0108 litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #53, correspondiente a puntos bajos del sistema.
- Se presentan velocidades bajas, por debajo de 0.6 m/s desde el primer punto #12, en la salida de la captación.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 2. “CEDRALE1A”:

- Análisis de línea de conducción del sistema existente desde la salida de la captación de la Naciente N°1 La Chonta 1, punto #12, hasta la entrada a los tanques de almacenamiento: tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, y tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, punto #364, los cuales abastecen respectivamente los sectores: sector N°1 principal y sector N°2 Bajo Canet de acuerdo con la proyección a 20 años.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 2.97 L/s corresponde al valor de la demanda a proyectada a 20 años, considerando una demanda base de 0.016 Litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #53, correspondiente a puntos bajos del sistema.
- Se presentan velocidades bajas, por debajo de 0.6 m/s a partir del punto #334.

- A partir del punto #250, se presentan presiones dinámicas negativas que indican que la línea actual no es capaz de llevar el caudal necesario de acuerdo con la proyección.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 3. “CEDRAE2”:

- Análisis de la red de distribución del sistema existente del sector N°1 Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento principal N°1, punto #548, hasta la llegada al final sector, punto #839.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 2.34 L/s corresponde al caudal máximo requerido del sistema, considerando una demanda base de 0.0108 litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #654, correspondiente a puntos bajos del sistema. Éstas deben ser reguladas y corregidas de acuerdo con la normativa.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 4. “CEDRAE2A”:

- Red de distribución del sistema existente del sector N°1 Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento principal N°1, punto #548, hasta la llegada al final del sector, punto #839, con proyección a 20 años.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 3.49 L/s corresponde al caudal máximo requerido del sector proyectado a 20 años, considerando una demanda base de 0.016 Litros/segundo/prevista.
- No se presentan presiones dinámicas bajas o negativas, lo cual refleja que la tubería existente tiene la capacidad de conducir el caudal de consumo en este sector. Sin embargo, se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #654, correspondiente a puntos bajos del sistema, estas deben ser reguladas y corregidas de acuerdo con la normativa.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 5. “CEDRAE3”:

- Análisis de la red de distribución del sistema existente del sector N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento principal N°2, punto #366, hasta la llegada al punto #488, válvula reductora de presión existente.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 0.92 L/s corresponde al caudal máximo requerido del sistema, considerando una demanda base de 0.0108 litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #422, correspondiente a puntos bajos del sistema. Éstas deben ser reguladas y corregidas de acuerdo con la normativa.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 6. “CEDRAE3A”:

- Análisis de la red de distribución existente del sector N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento principal N°2, punto #366, hasta la llegada al punto #488, válvula reductora de presión existente con proyección a 20 años.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 1.30 L/s corresponde al caudal máximo requerido de acuerdo con la proyección a 20 años del sistema, considerando una demanda base de 0.016 litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #422, correspondiente a puntos bajos del sistema. Éstas deben ser reguladas y corregidas de acuerdo con la normativa.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 7. “CEDRAE4”:

- Análisis de la red de distribución del sistema existente del sector N°2 Bajo Canet, desde la salida de la VRP existente, punto #488, hasta la llegada al final del sector, punto #524.

- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 0.17 L/s corresponde al caudal máximo requerido en los tramos después de la salida del punto #488, considerando una demanda base de 0.0108 litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas superiores a los 70 m.c.a. a partir del punto #521 correspondiente a puntos bajos del sistema del final de la distribución. Éstas deben ser reguladas y corregidas de acuerdo con la normativa.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 8. “CEDRAE4A”:

- Red de distribución del sistema existente, sector N°2 Bajo Canet, desde la salida de la VRP existente, punto #488, hasta la llegada al final del sector, punto #524, con proyección a 20 años.
- Se considera el caudal de demanda incluyendo el 33% IANC y factores normados por el AyA.
- El caudal 0.26 L/s corresponde al caudal máximo requerido del en los tramos después de la salida del punto #488, considerando una demanda base de 0.016 litros/segundo/prevista.
- Se presentan presiones dinámicas altas, superiores a los 70 m.c.a a partir del punto #521 correspondiente a puntos bajos del sistema del final de la distribución. Éstas deben ser reguladas y corregidas de acuerdo con la normativa.

10.2 Análisis hidráulico: diseño de la línea de conducción y red de distribución

10.2.1 Línea de conducción

Análisis hidráulico, Archivo Loop 9 “CLCLCD1”:

- Análisis de la línea de conducción existente, desde la salida de la naciente N°3 La Chonta 3, punto #2, hasta la llegada al punto de reunión de la naciente N°2 La Chonta 2, punto #5.

- Se considera el caudal de máximo aprovechable producido por la naciente N°3 La Chonta 3 de 1.51 L/s.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 10 “CLCLCD2”:

- Diseño de la línea de conducción desde la salida de la naciente N°2 La Chonta 2, punto #5, hasta la llegada al tanque de reunión por colocar, punto #31.
- Se considera el caudal de máximo aprovechable producido por las nacientes N°3 La Chonta 3 y N°2 La Chonta 2, de 3.09 L/s.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 11 “CLCLCD3”:

- Diseño de la línea de conducción desde la salida de la naciente N°1 La Chonta 1, punto #12, hasta la llegada al tanque de reunión por colocar, punto #31.
- Se considera el caudal de máximo aprovechable producido la naciente N°1 La Chonta 1, de 0.78 L/s.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 12 “CLCLCD4”:

- Diseño de la línea de conducción desde la salida del tanque de reunión por colocar, punto#31, hasta la entrada al tanque de almacenamiento principal N°1, punto #548, y tanque de almacenamiento por colocar, punto #534.
- Se considera el caudal de máximo aprovechable producido las nacientes de 3.18 L/s.

10.2.2 RESUMEN DE PROPUESTA, LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Como parte de la propuesta de diseño para la línea de conducción del sistema de abastecimiento de la ASADA El Cedral, se presenta lo siguiente:

- Se mantiene la línea de conducción existente de diámetro 50mm, que va desde la naciente N°1 La Chonta 1, hasta la naciente N°2 La Chonta 2 (ver análisis hidráulico, Archivo Loop 9 “CLCLCD1”).
- Conexión de la salida de la naciente N°2 La Chonta 2 a la tubería existente de 75 mm hasta la entrada al tanque de reunión por colocar en el punto #31.

- Colocación de una caja de reunión en el punto topográfico #31.
- Colocación de una nueva línea de conducción de diámetro 50 mm PEAD 4710 SDR 13.5, desde la salida de la captación de la naciente La Chonta 1, punto # 12, hasta la entrada a caja de reunión, punto #31.
- Reemplazo de la línea de conducción desde la salida de caja de reunión, punto #31, hasta el punto #71, por tubería diámetro 100 mm PEAD 4719 SDR 13.5.
- Eliminación del tramo de tubería desde el punto #147 hasta el punto #189, y desde el punto #213 hasta el #304; actualmente, estos tramos de tubería pasan por propiedades privadas. La nueva tubería será colocada por camino/calle pública.
- Se propone la colocación de una nueva tubería en diámetro 75mm PEAD 4710 SDR 13.5, desde el punto #147 hasta el punto #300. En este punto, se conecta a la tubería existente de 75 mm de diámetro.

10.3 Diseño red de distribución, sector N°1 Principal

Análisis hidráulico, Archivo Loop 13. “CEDRAL1”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento existente principal y tanque de almacenamiento N°2 por colocar, punto #548, hasta la llegada a la válvula reductora de presión #1 por colocar, punto #644, y válvula reductora de presión #3 por colocar, punto #739.
- No se propone la sustitución o colocación de nueva tubería. Se mantiene la tubería existente en 100 mm.
- En el punto #548, se propone la colocación de un tanque de almacenamiento interconectado al tanque de almacenamiento N°1 principal existente de 30 m3. Ese nuevo tanque será de un volumen de 75 m3.
- En el punto #644, se propone la colocación de la válvula reductora de presión #1:
 - Presión estática de entrada = 62.86 m.c.a. equivalente a
 - Presión dinámica de entrada = 60.32 m.c.a. equivalente a

- Velocidad de operación de entrada = 0.04 metros/segundo
- En el esquema de cavitación (ver anexo N°4), las presiones indicadas se encuentran en zona de operación segura, saliendo con una presión de 25.0 m.c.a equivalente a 35.71 PSI
- En el punto #739, se propone la colocación de la válvula reductora de presión #3:
 - Presión estática de entrada = 71.95 m.c.a. equivalente a
 - Presión dinámica de entrada = 69.42 m.c.a. equivalente a
 - Velocidad de operación de entrada = 0.08 metros/segundo
 - En el esquema de cavitación (ver anexo N°4), las presiones indicadas se encuentran en zona de operación segura, saliendo con una presión de 25.0 m.c.a. equivalente a 35.71 PSI.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 14. “CEDRAL1A”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #3 por colocar, punto #739, hasta la llegada a la válvula reductora de presión #4 por colocar, punto #765 y el final del ramal, punto #839.
- El diámetro identificado como 101 mm corresponde a 100 mm en material PEA 4710 SDR 13.5 por colocar.
- En el punto #765, se propone la colocación de la válvula reductora de presión #4:
 - Presión estática de entrada = 87.17 m.c.a. equivalente a
 - Presión dinámica de entrada = 85.97 m.c.a. equivalente a
 - Velocidad de operación de entrada = 0.07 metros/segundo
 - En el esquema de cavitación (ver anexo N°4), las presiones indicadas se encuentran en zona de operación segura para válvulas de cobre, saliendo con una presión de 25.0 m.c.a. equivalente a 35.71 PSI.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 15. “CEDRAL1B”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #1 por colocar, punto #644, hasta la llegada a la válvula reductora de presión #2 por colocar, punto #662.
- El diámetro identificado como 101 mm corresponde a 100 mm en material PEA 4710 SDR 13.5 por colocar.
- En el punto #662, se propone la colocación de la válvula reductora de presión #2:
 - o Presión estática de entrada = 70.14 m.c.a. equivalente a
 - o Presión dinámica de entrada = 70.13 m.c.a. equivalente a
 - o Velocidad de operación de entrada = 0.02 metros/segundo
 - o En el esquema de cavitación (ver anexo N°4), las presiones indicadas se encuentran en zona de operación segura, saliendo con una presión de 25.0 m.c.a. equivalente a 35.71 PSI.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 16. “CEDRAL1C”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #2 por colocar, punto #662, hasta el final del ramal, punto #680.
- El diámetro identificado como 101 mm corresponde a 100 mm en material PEA 4710 SDR 13.5 por colocar.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 17. “CEDRAL1D”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la válvula reductora de presión #4 por colocar, punto #765, hasta el final del ramal, punto #812.
- No se propone la sustitución o colocación de nueva tubería. Se mantiene la tubería existente en 38 mm.

10.3.1 RESUMEN DE PROPUESTA, SISTEMA N°1, SECTOR PRINCIPAL

Como parte de la propuesta de diseño para la red de distribución del sistema N°1, Sector Principal del acueducto comunal El Cedral, se presenta lo siguiente:

- Colocación de un tanque de almacenamiento de 75 m³ en el punto topográfico #545, interconectado con el tanque de almacenamiento N°1 principal existente, en el punto #548. Este tanque permite aumentar el volumen de almacenamiento del sistema N°1, sector principal, y cumplir con el volumen designado para atención de incendios.
- Colocación de válvula reguladora de presión (VRP #1) en el punto #644 con una presión de salida de 25 m.c.a.
- Colocación de válvula reguladora de presión (VRP #2) en el punto #662 con una presión de salida de 25 m.c.a.
- Colocación de válvula reguladora de presión (VRP #3) en el punto #739 con una presión de salida de 25 m.c.a.
- Colocación de válvula reguladora de presión (VRP #4) en el punto #765 con una presión de salida de 25 m.c.a.
- Se propone la sustitución de tubería existente desde la salida de la VRP #1, punto #644, hasta la entrada a la VRP #2, punto #662, a tubería en diámetro 100 mm en material PEA 4710, cédula SDR 13.5.
- Se propone la sustitución de tubería existente por tubería en diámetro 100 mm en material PEA 4710 SDR 13.5, desde la salida de la VRP #2, punto #662, hasta el punto #666.
- Se propone la colocación de tubería en diámetro 100 mm en material PEA 4710, cédula SDR 13.5, desde la salida de VRP #3, punto #739, hasta el punto #765. A partir del punto #765, se propone la colocación de tubería en diámetro 100 mm en material PEA 4710 cédula SDR 11, hasta el punto #812. En el punto #812, se cambia nuevamente a tubería diámetro 100 mm en material PEA 4710, cédula SDR 13.5 hasta el punto #820.

10.4 Diseño de red de distribución, sector N°2 Bajo Canet

Análisis hidráulico, Archivo Loop 18. “CEDRAL2”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°3 por colocar, punto #5341, hasta la llegada al tanque de almacenamiento N°4 por colocar, punto #396, y el final del ramal, punto #402.
- Colocación de un tanque de almacenamiento de 50 m³ en el punto topográfico #5341. Este tanque permite aumentar el volumen de almacenamiento del Sistema N°2, sector Bajo Canet, y cumplir con el volumen designado para atención de incendios.
- Eliminación del tanque existente de 10 m³, punto #364.
- Colocación de un tanque de almacenamiento de 75 m³ en el punto topográfico #396. Este tanque permite aumentar el volumen de almacenamiento del sistema N°2, sector Bajo Canet, y cumplir con el volumen designado para atención de incendios.
- El diámetro identificado como 101 mm corresponde a 100 mm en material PEA 4710 SDR 13.5 por colocar.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 19. “CEDRAL2A”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°4 por colocar, punto #396, hasta la llegada a la válvula reductora de presión existente, punto #464.
- En el punto #464 se propone el reemplazo de la válvula reductora de presión #5 por una con las siguientes características:
 - Presión estática de entrada = 72.73 m.c.a. equivalente a
 - Presión Dinámica de entrada = 69.98 m.c.a. equivalente a
 - Velocidad de operación de entrada = 0.40 metros/segundo
 - En el Esquema de cavitación (ver anexo N°4), las presiones indicadas se encuentran en zona de operación segura, saliendo con una presión de 25.0 m.c.a. equivalente a 35.71 PSI.

- El diámetro identificado como 101 mm corresponde a 100 mm en material PEA 4710 SDR 13.5 por colocar.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 20. “CEDRAL2B”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la válvula reductora de presión existente, punto #464, hasta la llegada a la válvula reductora de presión N°6 por colocar, punto #498.
- En el punto #498 se propone la colocación de la válvula reductora de presión #6:
 - o Presión estática de entrada = 61.90 m.c.a. equivalente a
 - o Presión dinámica de entrada = 59.35 m.c.a. equivalente a
 - o Velocidad de operación de entrada = 0.12 metros/segundo
 - o En el esquema de cavitación (ver anexo N°4), las presiones indicadas se encuentran en zona de operación segura, saliendo con una presión de 25.0 m.c.a. equivalente a 35.71 PSI.

Análisis hidráulico, Archivo Loop 21. “CEDRAL2C”:

- Diseño de la red de distribución correspondiente al sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la válvula reductora de presión N°6 por colocar, punto #498 hasta el final del sistema, punto #524.

10.4.1 RESUMEN DE PROPUESTA, SISTEMA N°2, SECTOR BAJO CANET

Como parte de la propuesta de diseño para la red de distribución del sistema N°2, Sector Bajo Canet del acueducto comunal El Cedral, se presenta lo siguiente:

- Colocación de un tanque de almacenamiento de 50 m³ en el punto topográfico #5341. Este tanque permite aumentar el volumen de almacenamiento del sistema N°2 y cumplir con el volumen designado para atención de incendios.

- Eliminación del tanque existente de 10 m³, punto #364. Este tanque es de un volumen reducido y no se encuentra en un punto en el que pueda ser aumentado su tamaño.
- Colocación de un tanque de almacenamiento de 75 m³ en el punto topográfico #396. Este tanque permite aumentar el volumen de almacenamiento del sistema N°2 y cumplir con el volumen designado para atención de incendios.
- Se propone la colocación de tubería en diámetro 100 mm en material PEA 4710, cédula SDR 13.5, desde la salida de tanque de almacenamiento N°3 por colocar, punto #5341, hasta el punto #372, en donde se conecta a la tubería existente de diámetro 38 mm.
- Se propone la colocación de una segunda línea de tubería en diámetro 100 mm en material PEA 4710, cédula SDR 13.5, desde la salida de tanque de almacenamiento N°4 por colocar, punto #396, hasta el punto #402, en donde se conecta a la tubería existente de diámetro 100 mm.
- Colocación de válvula reguladora de presión (VRP #5) en el punto #464 con una presión de salida de 25 m.c.a.
- Reubicación de la válvula reductora de presión ubicada en el punto #488 al punto #498.
- Colocación de válvula reguladora de presión (VRP #6) en el punto #498 con una presión de salida de 25 m.c.a.

El anexo N°2 presenta los cálculos hidráulicos y la descripción respectiva por sector y tramos analizados. En el anexo N°3, se presentan los planos con detalles del diseño.

9. Manual para el mantenimiento y operación de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable del Acueducto El Cedral de León Cortés

En los cuadros 24, 25 y 26, se describen las tareas y los procedimientos por desarrollar para los componentes existentes y por instalar en el sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral.

Cuadro 24

Procedimiento y periodicidad para el mantenimiento de la bodega/taller del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral

Área de trabajo	Tarea	Indicador	Descripción general	Procedimiento	Periodicidad
Taller/bodega	Organizar el taller/bodega utilizado para el mantenimiento y equipo del acueducto comunal	Stock	Mantener un stock de materiales, accesorios, tuberías, aditivos, productos químicos, etc.	Comprobación de materiales, accesorios, válvulas y equipos. Llevar una lista con la información (fechas de vencimiento cuando aplique).	2 veces al mes
		Inventario	Realizar inventario y solicitud de materiales, accesorios, tuberías, aditivos, productos químicos.	Inventario de materiales, accesorios, tuberías válvulas y equipos. Realizar un informe de las líneas de materiales faltantes.	2 veces al mes
		Almacenamiento	Almacenamiento de materiales, tuberías, accesorios, aditivos, productos químicos, herramientas y equipos según recomendaciones técnicas de cada producto.	Verificar, en las fichas técnicas, las recomendaciones de almacenamiento para cada tipo de producto, por ejemplo: aditivos solventes para PVC (pegamento), los cuales deben estar en un área seca, con buena ventilación, en un lugar fresco (lejos de techos o elementos de calentamiento).	Cuando corresponda.

		Inspección de equipos	Realizar la inspección de equipos manuales, motor eléctrico, motor combustible.	Realizar reporte del equipo que requiere mantenimiento.	Semanal
	Organizar el taller/bodega utilizado para el mantenimiento y equipo del acueducto comunal	Inspección de herramientas	Inspección y mantenimiento básico preventivo de herramientas utilizadas en fontanería: limpieza general y engrase de piezas movibles.	Realizar reporte de la herramienta dañada y que requiera cambio.	Semanal

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Cuadro 25

Procedimiento y periodicidad para el mantenimiento de los sitios de captación y almacenamiento de agua del sistema de abastecimiento de agua potable de la ASADA El Cedral

Área de trabajo	Tarea	Indicador	Descripción general	Procedimiento	Periodicidad
Captación y almacenamiento	Realizar el mantenimiento, instalación mecánica y reparación de los elementos presentes en una captación de acuerdo con especificaciones técnicas y normativa vigente.	Lavado de captación	Realizar el lavado periódico de las captaciones o tanques de reunión en las fuentes o nacientes.	<p>Nota: el lavado de estos tanques incluye la eliminación de raíces y sedimentación existente en el elemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerrar la válvula principal hacia el tanque de almacenamiento. - Permitir el aumento del volumen del agua dentro del tanque de captación. - Abrir la línea de lavado. - Verificar que no existan raíces en el interior del tanque que puedan generar atascos a futuro. 	Mínimo recomendado mensual. Esta periodicidad puede ser de mayor frecuencia dependiendo de la calidad o elementos presentes en el cuerpo de agua.
		Lavado de tuberías	Realizar el lavado de tuberías y la eliminación de sedimentación en los tanques de captación.	<p>Nota: el lavado de las líneas de tuberías incluye la eliminación de raíces y sedimentación existente en las mismas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Utilizando el sistema de lavado incorporado en los distintos puntos de la red de conducción y distribución, se realiza preferiblemente por sectores para no crear una afectación en todo el servicio de abastecimiento. - Abrir la válvula de lavado hasta que se descargue la columna de agua presente en la tubería. 	Mínimo una vez cada cuatro meses, pero esta periodicidad puede ser con mayor frecuencia dependiendo de la calidad o elementos presentes en el cuerpo de agua.

				<ul style="list-style-type: none"> - Abrir máximo un cuarto de la capacidad de la válvula principal del sector tratado, para permitir que los sólidos floten y sean expulsados de la línea de tubería. Este proceso se realiza hasta que no exista evidencia visual de suciedad o pigmentación por sedimentos en el cuerpo de agua. - Cerrar la válvula de lavado. - Abrir lentamente la válvula principal del sector. 	
		Limpieza externa de tanques	<p>Mantenimiento externo de los tanques de captación (eliminación de musgo, moho, adherencias.</p> <p>Pintura externa.</p>	<p>La pintura del elemento una vez al año.</p> <p>El área circundante al tanque de captación debe contar con canales de escorrentía, la cual debe permanecer limpia.</p>	<p>Mensual, pero esta periodicidad puede ser con mayor frecuencia, lo cual depende de las condiciones presentes en la zona donde se ubica el elemento.</p>

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

Cuadro 26

Procedimiento y periodicidad para el mantenimiento de válvulas del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral

Área de trabajo	Tarea	Indicador	Descripción general	Procedimiento	Periodicidad
Válvulas	Realizar el mantenimiento y la reparación de los elementos presentes en el sistema de conducción y distribución de agua potable, de acuerdo con especificaciones técnicas y normativa vigente.	Válvulas y filtros: realizar la inspección y mantenimiento periódico de filtros mecánicos y válvulas según especificaciones técnicas y recomendaciones de casas fabricantes.	Válvula de compuerta o de sectorización El mantenimiento preventivo de estas válvulas radica en evitar estratificaciones en su cuerpo interior.	<p>Cuando la válvula se mantiene cerrada:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe abrir lentamente, dando una vuelta de apertura cada minuto con presiones y caudales menores y de 2 a 2.5 minutos por vuelta con caudales y presiones medias o altas hasta que esté totalmente abierta. - Posteriormente, se realiza el procedimiento de cerrado de la válvula respetando los tiempos indicados para la apertura. <p>Cuando la válvula se mantiene normalmente abierta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se debe cerrar lentamente, dando una vuelta de cierre cada minuto con presiones y caudales menores y de 2 a 2.5 minutos por vuelta con caudales y presiones medias o altas hasta que esté totalmente cerrada. - Posteriormente, se realiza el procedimiento de apertura total de la válvula respetando los tiempos indicados para el cierre. 	Cada dos meses

Válvulas	Realizar el mantenimiento y la reparación de los elementos presentes en el sistema de conducción y distribución de agua potable, de acuerdo con especificaciones técnicas y normativa vigente.	Válvulas y filtros	<p>Micromedidores (hidrómetros)</p> <p>Estos elementos deben permanecer en condiciones óptimas para garantizar su buen funcionamiento y calidad en el servicio brindado.</p>	<p>Procedimiento de lavado de la caja de hidrómetro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Abrir la tapa de hidrómetro. - Cerrar la válvula del hidrómetro. - Aflojar el acople de expansión (estrella). - Retirar el hidrómetro de la caja. - Colocar un tapón en la entrada de agua hacia la casa. - Lavar la caja de hidrómetro, abriendo la válvula de hidrómetro, hasta que no quede sedimentos de tierra o lodo dentro de la caja. <p>Procedimiento de limpieza del hidrómetro y puesta en marcha del sistema de micromedición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Retirar el filtro del hidrómetro. - Lavar el filtro del hidrómetro. - Revisar que no esté reventado ni quebrado, de lo contrario debe reemplazarlo. - Verificar que los empaques de neopreno estén en condiciones óptimas de funcionamiento, estos tienen en promedio una vida útil de tres años en condiciones óptimas de trabajo. - Si los empaques planos o el empaque cónico presentan desgaste, reventadoras, afectación por el cloro o minerales presentes en el cuerpo de agua o están cercanos a cumplir tres años desde su colocación, deben ser reemplazados. - Colocar el hidrómetro y ajusta el niple de expansión. - Abrir la válvula del hidrómetro. - Verificar que la vivienda o local cuenta con el servicio de abastecimiento. 	Mensual
----------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

			<p>Válvula ventosa de inducción, expulsión o combinada.</p> <p>Principalmente, se realiza mantenimiento preventivo en estos elementos para evitar su mal funcionamiento por la estratificación interna del elemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cerrar la válvula de control (válvula de compuerta instalada en el sistema). - Desacoplar la válvula ventosa del sistema. - Desarmar el cuerpo de la válvula ventosa. - Limpiar y lavar todos los elementos que conforman la válvula ventosa para eliminar posible estratificación del elemento. - Verificar que los empaques estén en buenas condiciones. - Ensamblar la válvula ventosa. - Reemplazar la válvula al sistema. - Abrir la válvula de control (compuerta) para habilitar el sistema de ventosa. 	Cada 30 o 45 días
Válvulas	Realizar el mantenimiento y la reparación de los elementos presentes en el sistema de conducción y distribución de agua potable, de acuerdo con especificaciones técnicas y normativa vigente.	Válvulas y filtros	<p>Válvula Strainer de filtración.</p> <p>Principalmente, se realiza mantenimiento preventivo en estos elementos para evitar su mal funcionamiento por la estratificación interna del elemento o saturación de la pantalla de filtración.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Comparar la presión registrada en el manómetro instalado aguas arriba del filtro Strainer con la presión registrada en bitácora. - Cuando la presión de línea sea mayor al rango establecido, se debe realizar el procedimiento de mantenimiento preventivo. Este procedimiento se realiza en dos etapas: <ol style="list-style-type: none"> 1. Existe un tapón de registro en la válvula de filtro Strainer, utilizado para realizar la limpieza de este, utilizando la presión de columna de agua existente en el sistema, para evitar riesgos y no cerrar el sistema de abastecimiento durante este proceso de limpieza; se instala una línea de lavado conectado a la prevista de registro del filtro, de esta manera se abre la válvula de limpieza lentamente hasta que se drenen los sedimentos atrapados en el filtro. 2. El segundo paso se aplica cuando el primero no libera todos los sedimentos o adherencias 	Cada 15 días o cuando se considere requerido

				<p>de la pantalla del filtro Strainer. Para lograr la limpieza, se debe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cerrar la válvula de control principal (compuerta)aguas arriba del filtro. - Descargar la columna de agua existe en la línea potable. - Quitar los pernos de la tapa principal de la cámara de pantalla del filtro. - Retirar la tapa de la cámara de pantalla del filtro. - Retirar la pantalla de filtro de la cámara de filtración. - Lavar la pantalla de filtrado, hasta que no existan adherencias. - Colocar nuevamente la pantalla en la cámara de filtración. - Colocar la tapa de la cámara de filtrado. - Abrir la válvula de control o sectorización para habilitar el sistema de abastecimiento. 	
Válvulas	Realizar el mantenimiento y la reparación de los elementos presentes en el sistema de conducción y distribución de agua potable, de acuerdo con especificaciones técnicas y normativa vigente.	Válvulas y filtros	Válvula reguladora de presión hidráulica.	<ul style="list-style-type: none"> - Para verificar el buen funcionamiento de estos elementos de regulación, se debe realizar una inspección visual del elemento y corroborar que la calibración de presión esté dentro del rango esperado, según el registro de la calibración inicial posterior a la instalación. 	Semanal

Fuente: Elaboración propia de la investigadora para efectos del presente trabajo investigativo, 2021

11.1 Procedimiento para la resolución de problemas de regulación en válvulas reguladoras de presión

A continuación, se detalla la secuencia de pasos para resolver problemas de regulación:

Cuando la calibración de presión aguas abajo sea muy baja o el caudal de agua esté por debajo de lo requerido para el abastecimiento de los abonados que se encuentran conectados en el sistema potable posterior a la válvula de regulación, se debe realizar lo siguiente:

- Verificar que no existan daños o fugas en el sistema antes o después del elemento de regulación.
- Constatar que exista caudal de agua llegando a la válvula (que el problema no sea desabastecimiento del líquido).

Una vez descartadas las situaciones anteriores:

- Proceder a purgar la VRP (para este procedimiento debe estar instalada una válvula de control en la salida o purga que se ubica en el bonete o sombrero de la válvula).
- Despacio y con cuidado, abrir la válvula de purga un cuarto del total de capacidad de apertura de esta (esto con la finalidad de expulsar cámaras de aire que se pudiesen formar en la zona del bonete del elemento de regulación).

Nota: Estas bolsas o cámaras de aire adquieren presión e interfieren en el mecanismo de regulación de la válvula, produciendo en la mayoría de los casos que tienda a cerrar o abrir el obturador que regula el paso de caudal por el elemento, lo cual genera problemas en el abastecimiento del fluido aguas abajo.

Si persiste el problema de regulación:

- Verificar que no existan cuerpos extraños en el interior de la válvula que impidan su funcionamiento.

Para lo anterior, se utilizan válvulas de cierre y apertura de cuarto de vuelta instaladas en las líneas que conectan aguas arriba y aguas abajo con la cámara de regulación o piloto regulador. Estas líneas de conexión normalmente vienen en un diámetro de 1/4" (un cuarto de pulgada).

Para realizar este procedimiento:

- Cerrar la válvula que conecta el piloto con aguas abajo del cuerpo de la válvula para forzar el cierre.
- Si el cierre no se produce, existe la posibilidad que tengamos elementos sólidos dentro de la válvula que impiden su correcto funcionamiento, que se deben eliminar.

Para este procedimiento, por seguridad, es necesario cerrar totalmente el fluido de agua que llega a la válvula:

- Primero, se desacoplan las mangueras o tubos que conectan el piloto de regulación (cuando exista) o la cámara superior de la válvula con aguas arriba y aguas abajo para revisar que no existan cuerpos extraños dentro de las mangueras o tubos de conexión, así como verificar que las roscas de conexión, tanto de las mangueras, como de la válvula estén totalmente libres.
- Si las mangueras están obstruidas, se deben limpiar y eliminar lo que las obstruye (si es necesario se reemplazan) e instalarlas nuevamente en la válvula

¿Qué hacer si las mangueras que interconectan aguas arriba y aguas abajo con la cámara de regulación de la válvula no son el problema?

Se procede a la revisión del diafragma, obturador y fuelle o resorte de tensión de la válvula reguladora de la siguiente manera:

- Para realizar esta inspección, se debe desarmar y quitar el bonete del cuerpo de la válvula, quitando los pernos o tornillos.
- Posteriormente, se revisa que el fuelle esté en buenas condiciones (de lo contrario debe ser reemplazado).
- El diafragma no debe tener perforaciones ni grietas (de lo contrario, debe ser reemplazado).
- El obturador de la válvula (disco de cierre) no debe presentar abolladuras, ni grietas o canales que limiten su movilidad (de lo contrario, debe ser reemplazado).
- Cuando se realicen los cambios necesarios, se arma y se emplaza, nuevamente, la válvula al sistema.

11. Conclusiones

- Los componentes hidráulicos existentes en el sistema de abastecimiento de agua potable del Acueducto Comunal de El Cedral de León Cortés se resumen en tres zonas de captación para tres fuentes de abastecimiento, las nacientes La Chonta 1, La Chonta 2 y La Chonta 3; el agua de estas nacientes se reúnen en el sitio de captación de La Chonta 1 y es conducida hasta dos tanques de almacenamiento, N°1 Principal y N°2 Bajo Canet, los cuales abastecen los dos sectores que conforman el sistema de abastecimiento, sector N°1 Principal y sector N°2 Bajo Canet.
- El acueducto comunal El Cedral de Santa María de León Cortés desempeña una función esencial dentro de la gestión del recurso hídrico y el bienestar general de la población abastecida. Ello permite el desarrollo socioeconómico de su comunidad, brindando el servicio de agua potable a 286 previstas, lo cual equivale a una población de 1027 habitantes, al hacer uso del factor 3.59 habitantes por vivienda, en una zona de gran atractivo turístico que crece rápidamente.
- El sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto comunal El Cedral se abastece de tres nacientes: La Chonta 1, La Chonta 2 y La Chonta 3, y está conformado por dos tanques de almacenamiento desde los cuales se distribuye agua potable a dos sectores: Sector N°1 principal y Sector N°2 Bajo Canet.
- Como parte de su sistema de desinfección, el acueducto comunal El Cedral de León Cortés cuenta con cloradores de cámara húmeda ubicados en cada uno de los tanques de almacenamiento que componen el sistema.
- Con respecto a la calidad del recurso hídrico, los resultados de análisis de laboratorio y parámetros medidos reportados en el presente TFG se encuentran dentro de los valores recomendados y máximos admisibles estipulados en la última versión del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, decreto N°38924-S. Se define que el control operativo debe llevarse a cabo de forma mensual, Nivel N1 de forma semestral, Niveles N2 y N3

deben realizarse cada tres años y el Nivel N4 cuando sea solicitado por parte del Ministerio de Salud.

- El acueducto comunal cuenta con una asignación de caudal de 2.46 litros/segundos entre las tres fuentes y el caudal de producción mínimo disponible de las fuentes, aforado en el mes de abril del 2022, es de 3.87 L/s.
- En total, el acueducto abastece 302 previstas equivalente, 217 previstas equivalentes correspondientes al sector N°1 principal y 85 previstas equivalentes correspondiente al sector N°2 Bajo Canet.
- De acuerdo con el registro de consumos y macromedición, desde el mes de enero del año 2021 al mes de febrero del año 2022, se tiene un valor de consumo máximo por prevista de 13.18 m³, un consumo mínimo de 10.41 m³, un consumo promedio de 11.56 m³/mes/prevista y un índice de agua no contabilizada (IANC) de 25.68% equivalente a 4.00 m³/mes/prevista.
- A partir de la dotación neta de 104 L/hab/día y su multiplicación por los factores máximo diario y horario más la suma del IANC, se determina una dotación máxima de 260.35 L/hab/día, una demanda máxima por prevista de 28.97 m³/mes/prev, equivalente a 0.0108 L/s/prev.
- El QMH requerido actualmente es de 3.26 L/s, el QMD de 2.01 L/s y el QMP de 1.75 L/s. De acuerdo con la proyección a 25 años y una tasa de crecimiento anual de 2.00%, el QMH requerido es de 5.27 L/s, el QMD de 3.25 L/s y el QPD de 2.83 L/s.
- El caudal ambiental, 10% del caudal mínimo registrado en las nacientes, corresponde a 0.39 L/s.
- El caudal aprovechable de las fuentes, restando el caudal ambiental, es de 3.48 L/s.
- La capacidad hídrica del sistema de abastecimiento de agua potable de la ASADA El Cedral actualmente es de +1.47 L/s, esto de acuerdo con la demanda actual y el caudal aprovechable de las fuentes, determinando un balance hídrico positivo.

- De acuerdo con la demanda proyectada a 20 años y el caudal aprovechable de las fuentes, se determina un balance hídrico positivo con una capacidad hídrica de +0.52 L/s.
- De acuerdo con la demanda proyectada a 25 años y el caudal aprovechable de las fuentes, se determina un balance hídrico positivo con una capacidad hídrica de +0.23 L/s.
- La capacidad hidráulica del sistema se determina a través de la modelación hidráulica, haciendo uso del programa Brach-LOOP, se concluye que bajo condición de demanda máxima el sistema existente no tiene la capacidad, obteniendo presiones dinámicas superiores al máximo admisible de 70 m.c.a establecido en reglamentación.
- El manual de mantenimiento y operación, con fundamento en la normativa vigente y requerimientos técnicos, incluye los componentes existentes y recomendados a colocar como parte del diseño: taller/bodega, captaciones y tanques de almacenamiento, lavado de tuberías, válvulas de compuerta o sectorización, micromedidores, válvulas ventosas de inducción, expulsión o combinada, válvulas Strainer de filtración y válvulas reguladores de presión.

12. Recomendaciones

- Se recomienda mantener registros/bitácoras de información importante del acueducto comunal en físico y en digital con el fin de contar con un respaldo y control de información como: registro de abonados, registro de consumos, registro de macromedición, resultados de análisis fisicoquímicos y microbiológicos, fechas y resultados del control operativo, inventario de herramientas y equipos, fechas y cantidad de cambios de componentes en el sistema, y frecuencia de la operación y el mantenimiento de equipos.
- Continuar realizando la medición de caudales y aforos de todas las nacientes que abastecen el sistema de forma periódica.
- Velar por el cumplimiento del radio de protección mínimo para las nacientes, el cual es de 200 metros, según lo establecido en la Ley de Aguas N°276, o

bien, realizar un estudio hidrogeológico que defina las áreas de recarga por proteger de las fuentes de agua.

- Realizar el proceso pertinente, por parte de los miembros de la Junta Directiva del acueducto comunal El Cedral, para la solicitud del aumento de asignación de caudal de acuerdo con la proyección de demanda a 25 años.
- Contar con el equipo básico para el monitoreo de la calidad del agua de cada fuente y monitoreo de puntos estratégicos a lo largo del sistema como parte del control operativo.
- Proyectar las fuentes y captaciones con malla de protección debidamente identificada con la información del acueducto comunal.
- Separar el agua proveniente de cada naciente, de acuerdo con el diseño propuesto, de tal forma que el agua de las nacientes La Chonta 3 y La Chonta 2 lleguen en forma libre a través de una línea de conducción separada de la línea de conducción que traslada el agua de la naciente La Chonta 1. Estas líneas de conducción deben llegar a un tanque de reunión que es importante construir.
- Colocar una nueva línea de tubería de diámetro 50 mm para el traslado del agua proveniente de La Chonta 1 hasta el punto de reunión.
- Reemplazar una parte de la línea de conducción por tubería en diámetro 100 mm.
- Eliminar los tramos de la línea de conducción que actualmente atraviesan propiedades privadas y la colocación de nuevas líneas de tubería por pasos públicos o vías públicas.
- Colocar, de acuerdo con el diseño propuesto para el sistema N°1, Sector Principal, un nuevo tanque de almacenamiento de 75 m³ y cuatro VRP con salida en 25 m.c.a. con el fin de regular presiones elevadas en los nodos de consumo que se encuentran en los puntos más bajos del sistema.
- Aumentar el diámetro de tubería existente a diámetro 100 mm en tres tramos del sistema N°1, Sector Principal.
- Eliminar, de acuerdo con el diseño propuesto para el sistema N°2, Sector Bajo Canet, el tanque de almacenamiento existente de 10 m³ y colocar dos

nuevos tanques de almacenamiento, uno de 50 m³ y otro de 75 m³. Además, se propone la colocación de una nueva línea de tubería en 100 mm en dos tramos diferentes del sector.

- Colocar tubería de material PEAD con un SDR mínimo de 13.5, pues dicho material presenta una mejor resistencia y facilidad de instalación.
- Colocar dos VRP con salida en 25 m.c.a. con el fin de regular presiones elevadas en los nodos de consumo que se encuentran en los puntos más bajos del sistema.
- Colocar macromedidores en la salida de todos los tanques y nacientes para una mejor regulación del consumo y control del IANC con el objetivo de reducirlo.
- Realizar el mantenimiento de los componentes del sistema de acuerdo con la periodicidad expuesta en el manual de operación y mantenimiento.
- Fabricar, en color verde, la tubería por colocar, cuyo material sea distinto al policloruro de vinilo (PVC). También es aceptado que se fabriquen con cuatro franjas longitudinales de color verde al menos de 5 cm de ancho y separadas 90° entre sí.
- Verificar que las válvulas que se coloquen sean de vástago no ascendente y de compuerta sólida y, preferiblemente, de cubo de operación de 25 mm de lado. Se acepta que las válvulas se fabriquen en hierro dúctil, hierro fundido o acero.

14. Referencias bibliográficas

- Araya, E., Calvo, I., Montero, M., Quirós, M. y Ramírez, L. (2013). Propuesta de un plan de mejora en el servicio al cliente en la Oficina Comercial del AyA en El Guarco, Cartago. Seminario de Graduación para optar por el grado académico de Licenciatura en Dirección de Empresas. Universidad de Costa Rica. <https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Propuesta%20de%20un%20plan%20de%20mejora%20en%20el%20servicio%20al%20cliente%20en%20la%20Oficina%20comercial%20del%20AyA%20en%20el%20Guarco%20de%20Cartago.pdf>
- Ariza, J. (2019). Diagnóstico y propuesta de mejora del sistema de agua potable de la localidad de Maray, Huaura, Lima–2018.
- Amez, D. (2021). AutoCAD: qué es, para qué sirve y cómo aprovechar el AutoCAD para estudiantes. <https://www.crehana.com/cr/blog/disenio-grafico/autocad-que-es-estudiantes/>
- Arroyo, C. (2016). Modos de investigar los fenómenos sociales. *Punto Cero*, 11(12), 35-42.
- Artero, C. (2016). Las organizaciones comunitarias de agua potable rural en América Latina: un ejemplo de economía substantiva. *Polis. Revista Latinoamericana*, (45).
- AyA (2020). AyA establece ruta para reducir agua no contabilizada. Proyectos AyA. [AyA establece ruta para reducir agua no contabilizada - www.AyA.go.cr](http://www.AyA.go.cr)
- AyA (2017). Norma Técnica para Diseño y Construcción de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial.
- AyA, MINAE, DCC, PNUD (2019). Manual de uso de la calculadora de balance hídrico para ASADAS (Versión 1).
- Baltodano, M. (2022). Evaluación hidráulica y estimación del potencial hídrico para el abastecimiento del agua potable en la Asada Buena Vista de Liberia, Guanacaste, Costa Rica.
- Benavides, M., Ortega, P. y Villarreal, Y. (2019). Fortalecimiento para el prestador del servicio de acueducto rural Acuatecuspall de Consacá-Nariño. *Boletín Informativo CEI*, 6(3), 113-116.

<http://editorial.umariana.edu.co/revistas/index.php/BoletinInformativoCEI/article/view/2134>

Chinchilla, A. (2020). Metodología para el análisis de la capacidad hidráulica de un sistema de acueducto rural.

CONAFLU (2019). V Encuentro Nacional de Asociatividad de la Gestión Comunitaria del Agua. <http://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/123456789/462/Memoria-V-Encuentro-Asociatividad%20ASADAS%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Contraloría General de la República de Costa Rica. (2013). Informe de la auditoría de carácter especial sobre la razonabilidad del control ejercido por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados sobre la gestión de las asociaciones administradoras de acueductos y alcantarillados comunales. https://cgrfiles.cgr.go.cr/publico/jaguar/sad_docs/2013/DFOE-AE-IF-07-2013.pdf

Corella, L. (2020). Elaboración de un estudio técnico de diseño para la creación de un nuevo tramo de acueducto y análisis de la situación actual del sistema con el objetivo de realizar propuestas de mejoras para el acueducto ubicado en Pénjamo de Florencia.

Diario Oficial La Gaceta (2021). Reglamento para la selección de la metodología para el cálculo del caudal ambiental y evaluación el impacto hídrico acumulado. Decreto ejecutivo N°43242-MINAE, de La Gaceta N°241 2021.

Diario Oficial La Gaceta (4 de setiembre del 2020). Decreto N°42582-S-MINAE. Reglamento de las asociaciones administradoras de sistemas de acueducto y alcantarillado sanitario. *Diario Oficial La Gaceta* N°223, Alcance 233.

Environmental Systems Research Institute (2016). ArcGIS for Desktop, qué es ArcMAP. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/main/map/what-is-arcmap-.htm>

García, T., García, L., González, R., Carvalho, J. y Catarreira, S. (2016). Revisión metodológica de la triangulación como estrategia de investigación. *CIAIQ2016*, 3.

Hernández J. y García, J. (2015). Diagnóstico y análisis de alternativas para la optimización del sistema de acueducto de la vereda de Chacua del municipio de Sibaté. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/552

Hidalgo, P. (2020). Estudio técnico hidráulico para el diseño del sistema de agua potable para el proyecto: Distrito Gubernamental Garabito.

- Instituto de Acueductos y Alcantarillados (2020). Listas de ASADAS AyA. <https://ayafactura.com/lista-de-asadas-aya/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011). Costa Rica: Población total por zona y sexo, según provincia, cantón y distrito. <https://www.inec.cr/censos/censos-2011>
- Martins, C. (2021). La capacidad hidráulica en las redes de agua potable y su influencia en el proceso de sectorización (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (2021). Región de desarrollo Central-Oriental. Agencia de extensión Dota. <https://drco-mag.yolasite.com/Dota.php>
- Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: descriptiva, exploratoria y explicativa.
- Modak, P. (2018). The Story of LOOP, Branch and Sewer. <https://prasadmodakblog.com/2018/09/13/the-story-of-loop-branch-and-sewer/>
- Pérez Coto, L. A. (2016). Evaluación de la capacidad hidráulica de la red de distribución del acueducto de San Francisco de León Cortés.
- Pérez, J. y Parra, Y. (2005). Metodología de diseño de sistemas hidráulicos. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 14(2), 18-22.
- PNUD, AyA. (2013). Transparencia y rendición de cuentas en las ASADAS. Manual para las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ASADAS) de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Rojas, F., Hernández, U. y García, A. (2020). El agua como vida y salud: los retos del proceso autónomo de gestión comunitaria del agua en Alpuyeca, Morelos. *Red del agua UNAM*, 34.
- SAGARPA (2014). Líneas de conducción por gravedad. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. México.
- Suárez, E. (2018). Aforo de caudales. Universidad de La Costa, Colombia.
- Valenciano, J. (2008). La actividad cafetalera en Los Santos: diagnóstico para un análisis de los medios de vida en la agrocadena. (SDT 002_2009).
- Waters, O. (2018). Análisis de las condiciones hidráulicas y sanitarias y recomendaciones de mejora para el sistema de abastecimiento de agua potable de Pavón, Golfito.

Water Integrity Networking. (2020). Gestión comunitaria del agua atendiendo a los más vulnerables mientras lucha por reconocimiento legal.
<https://www.waterintegritynetwork.net/2020/12/01/gestion-comunitaria-del-agua-atendiendo-a-los-mas-vulnerables-mientras-lucha-por-reconocimiento-legal/?lang=es>

Anexos

Anexo 1
Elevaciones topográficas

NOTAS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO
LEVANTAMIENTO GNSS CON EQUIPO DOBLE FRECUENCIA Y ESTACION TOTAL
METODOLOGIA DE MEDICION NTRIP ENLAZADO A LA ESTACION TCAN (PAVAS)
DATUM= CR05, EPOCA 2005.83, ELIPSOIDE DE REFERENCIA WGS84,
MARCO INTERNACIONAL DE REFERENCIA ITRF2000
PROYECCION CARTOGRAFICA= CRTM05, MODELO DE GEOIDE= EGM2008
Escala de la Ortofoto 1:5000. Exactitud Relativa +/- 0.50 m. Exactitud Absoluta +/- 0.50 m.

levantamiento topografico acueducto cedral leon cortes

PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	505274,452	1073115,742	2280,273	E1
2	505280,676	1073115,865	2280,681	NAC
3	505268,854	1073111,013	2278,941	T
4	505259,641	1073102,747	2275,269	T
5	505245,668	1073090,000	2272,753	E2
6	505255,184	1073099,326	2274,524	T
7	505240,253	1073093,910	2271,847	T
8	505236,188	1073096,152	2270,930	E3
9	505232,498	1073100,989	2269,161	T
10	505206,107	1073098,209	2262,488	E4
11	505216,956	1073102,844	2264,361	T
12	505204,635	1073099,030	2262,406	CAJA
13	505197,481	1073103,887	2262,437	E5
14	505188,897	1073114,457	2262,023	T
15	505175,799	1073129,004	2260,852	T
16	505163,448	1073142,393	2260,325	E6
17	505166,983	1073138,854	2260,045	T
18	505164,176	1073141,129	2260,036	T
19	505160,323	1073143,557	2260,412	T
20	505146,173	1073148,835	2261,365	T
21	505132,206	1073153,674	2261,787	T
22	505117,891	1073158,863	2261,175	E7
23	505099,672	1073168,188	2258,702	T
24	505083,494	1073176,338	2259,131	T
25	505072,999	1073184,084	2257,813	T
26	505073,595	1073182,166	2258,235	E8
27	505066,793	1073192,817	2255,916	T
28	505055,332	1073204,193	2254,016	T
29	505043,153	1073217,066	2254,509	T
30	505024,449	1073237,882	2252,878	E9
31	505027,272	1073233,260	2253,261	T
32	505013,010	1073244,492	2250,680	T
33	504989,814	1073257,367	2245,286	E10
34	504998,727	1073254,721	2246,998	T
35	504986,822	1073261,591	2243,557	T
36	504971,332	1073265,148	2239,453	T

37	504963,649	1073266,467	2237,301	E11
38	504960,841	1073280,341	2234,053	E12
39	504953,015	1073281,473	2230,814	E13
40	504948,199	1073287,501	2225,141	T
41	504943,468	1073293,099	2220,088	E14
42	504934,766	1073309,879	2200,981	E15
43	504938,086	1073304,106	2206,311	T
44	504936,322	1073308,247	2202,798	T
45	504934,298	1073311,933	2201,946	T
46	504932,306	1073315,395	2201,054	T
47	504928,791	1073319,120	2200,958	E16
48	504929,583	1073320,152	2200,258	T
49	504905,203	1073335,907	2185,760	E17
50	504899,720	1073336,505	2187,234	E18
51	504922,650	1073329,337	2189,085	T
52	504917,857	1073334,343	2185,175	T
53	504908,306	1073336,377	2184,832	T
54	504886,025	1073332,555	2190,571	E19
55	504879,249	1073331,493	2188,103	T
56	504872,145	1073328,995	2187,296	T
57	504860,089	1073323,869	2191,670	T
58	504856,046	1073322,568	2193,940	E20
59	504854,794	1073320,759	2193,561	T
60	504847,966	1073315,934	2197,361	T
61	504838,317	1073308,767	2200,032	E21
62	504832,617	1073306,414	2201,654	T
63	504822,495	1073301,276	2202,523	E22
64	504824,186	1073302,180	2202,570	T
65	504806,831	1073307,257	2195,776	T
66	504789,668	1073313,376	2189,675	E23
67	504794,404	1073313,073	2191,259	T
68	504788,601	1073321,879	2185,840	T
69	504775,054	1073337,798	2185,664	T
70	504770,663	1073343,915	2188,265	T
71	504765,833	1073349,104	2188,104	T
72	504747,112	1073366,233	2188,191	T
73	504732,402	1073383,761	2187,619	T
74	504723,125	1073394,546	2187,039	E24
75	504717,827	1073390,933	2185,063	E25
76	504714,412	1073404,824	2184,960	T
77	504705,788	1073410,468	2183,220	E26
78	504695,525	1073418,859	2177,162	T
79	504681,786	1073429,313	2167,879	T
80	504667,303	1073439,093	2171,840	E27
81	504671,847	1073431,722	2169,766	T
82	504664,138	1073434,339	2169,163	T
83	504657,799	1073435,985	2170,278	T

84	504643,406	1073440,462	2171,248	T
85	504627,321	1073444,309	2176,086	T
86	504622,706	1073443,351	2177,375	E28
87	504619,733	1073448,698	2179,661	E29
88	504614,253	1073445,759	2180,017	T
89	504597,003	1073444,346	2188,262	T
90	504584,910	1073440,373	2195,207	E30
91	504588,765	1073444,982	2195,745	E31
92	504587,463	1073441,919	2194,736	T
93	504580,391	1073440,212	2195,907	T
94	504562,494	1073437,452	2197,009	T
95	504549,282	1073453,686	2207,268	E32
96	504551,319	1073437,337	2197,266	T
97	504535,682	1073439,352	2197,934	T
98	504524,014	1073441,145	2198,457	T
99	504514,840	1073443,212	2197,787	T
100	504510,281	1073446,942	2197,662	E33
101	504504,612	1073447,350	2195,538	T
102	504494,622	1073449,920	2190,920	E34
103	504488,527	1073452,710	2187,245	T
104	504479,086	1073455,739	2180,523	T
105	504469,363	1073459,048	2173,687	T
106	504453,243	1073464,730	2165,487	E35
107	504459,423	1073462,359	2167,954	E36
108	504450,083	1073465,499	2164,548	T
109	504445,916	1073466,944	2161,485	T
110	504426,492	1073471,813	2153,338	E37
111	504419,571	1073467,768	2157,863	E38
112	504434,172	1073472,219	2151,335	T
113	504427,855	1073471,968	2152,511	T
114	504415,498	1073467,393	2159,281	T
115	504406,675	1073466,715	2158,455	T
116	504398,257	1073462,671	2162,515	E39
117	504396,139	1073462,613	2162,297	T
118	504384,017	1073462,510	2159,919	T
119	504375,986	1073462,182	2160,835	T
120	504365,306	1073458,146	2167,013	E40
121	504359,765	1073457,717	2170,426	T
122	504343,744	1073454,245	2178,845	E41
123	504345,793	1073455,305	2177,997	T
124	504330,996	1073454,882	2182,332	T
125	504318,046	1073454,710	2185,999	T
126	504309,585	1073454,745	2187,669	E42
127	504299,989	1073460,744	2188,930	T
128	504290,419	1073466,945	2189,749	T
129	504284,435	1073471,636	2189,739	T
130	504279,876	1073473,955	2189,776	E43

131	504263,679	1073493,264	2189,934	T
132	504254,872	1073504,914	2189,395	E44
133	504252,828	1073510,595	2189,436	T
134	504247,519	1073522,973	2188,084	T
135	504244,419	1073530,938	2186,980	E45
136	504243,839	1073536,488	2185,228	T
137	504238,831	1073553,918	2181,115	T
138	504229,831	1073584,944	2172,819	T
139	504218,969	1073612,108	2168,227	T
140	504203,988	1073645,752	2163,735	T
141	504183,252	1073670,559	2166,011	T
142	504163,980	1073677,978	2166,078	T
143	504131,729	1073683,908	2166,894	T
144	504119,918	1073685,944	2171,655	T
145	504097,714	1073690,448	2169,648	T
146	504068,936	1073696,646	2179,738	T
147	504044,605	1073699,340	2179,368	T
148	504027,045	1073696,940	2176,317	T
149	503997,273	1073694,169	2178,177	T
150	503981,339	1073692,629	2182,532	T
151	503968,471	1073693,480	2181,679	T
152	503932,139	1073693,540	2185,152	T
153	503909,212	1073695,721	2184,278	E46
154	503922,881	1073697,070	2187,952	E47
155	504012,386	1073690,220	2173,413	CA
156	503991,025	1073678,190	2168,868	CA
157	503920,485	1073670,244	2161,345	CA
158	503957,278	1073653,754	2157,558	CA
159	503913,121	1073666,244	2160,993	CA
160	503876,894	1073655,435	2163,005	CA
161	503868,658	1073628,130	2163,898	CA
162	503858,234	1073596,732	2166,561	CA
163	503828,482	1073565,336	2170,401	CA
164	503811,698	1073559,200	2172,306	CA
165	503803,378	1073558,836	2173,242	CA
166	503794,195	1073560,643	2174,371	CA
167	503805,958	1073630,424	2201,635	E48
168	503814,274	1073639,610	2199,747	E49
169	503849,114	1073666,421	2183,522	E50
170	503839,943	1073659,276	2186,129	E51
171	503830,541	1073645,793	2191,380	T
172	503820,615	1073627,944	2193,824	T
173	503811,937	1073614,253	2197,256	T
174	503889,404	1073694,832	2166,104	T
175	503885,310	1073693,364	2165,780	T
176	503879,600	1073688,669	2170,985	T
177	503870,366	1073681,598	2174,615	T

178	503862,480	1073676,922	2180,304	T
179	503805,356	1073607,233	2197,148	T
180	503793,751	1073603,761	2196,268	T
181	503789,366	1073605,939	2196,246	T
182	503775,152	1073614,970	2196,617	T
183	503760,246	1073629,253	2201,205	T
184	503750,797	1073644,704	2204,259	T
185	503744,152	1073660,310	2208,079	E52
186	503739,201	1073654,685	2204,549	T
187	503731,925	1073666,656	2201,735	T
188	503713,444	1073683,819	2196,731	T
189	503699,656	1073691,396	2192,690	T
190	503679,014	1073708,393	2191,695	E54
191	503666,221	1073712,039	2191,889	E55
192	503760,380	1073595,589	2178,672	ca
193	503732,453	1073618,055	2180,532	ca
194	503727,623	1073621,841	2183,968	ca
195	503718,914	1073641,944	2187,570	ca
196	503710,092	1073663,503	2197,371	ca
197	503690,784	1073693,205	2190,901	ca
198	503668,746	1073720,517	2192,958	ca
199	503641,860	1073749,703	2196,938	ca
200	503634,820	1073757,670	2197,357	ca
201	503628,889	1073763,150	2197,781	ca
202	503622,850	1073768,631	2198,261	ca
203	503619,687	1073764,325	2197,950	ca
204	503611,520	1073776,842	2199,002	ca
205	503562,507	1073784,827	2199,423	ca
206	503539,484	1073781,655	2199,572	ca
207	503524,720	1073780,289	2199,707	ca
208	503500,827	1073786,177	2199,780	ca
209	503500,503	1073778,398	2199,456	ca
210	503480,968	1073802,805	2199,917	ca
211	503476,652	1073808,304	2200,130	ca
212	503451,102	1073837,220	2202,904	ca
213	503426,724	1073879,212	2212,183	ca
214	503422,449	1073875,849	2211,942	ca
215	503413,102	1073912,025	2214,392	ca
216	503399,586	1073948,161	2218,237	ca
217	503399,528	1073967,821	2218,981	ca
218	503406,133	1073988,060	2219,514	ca
219	503422,439	1074009,025	2223,312	ca
220	503441,857	1074020,642	2223,362	ca
221	503472,906	1074025,501	2225,500	ca
222	503452,745	1074034,087	2224,326	ca
223	503440,950	1074028,569	2223,914	ca
224	503440,619	1074038,854	2222,929	ca

225	503414,658	1074043,705	2222,303	ca
226	503385,237	1074049,317	2220,905	ca
227	503341,401	1074058,715	2217,997	ca
228	503297,309	1074065,612	2216,975	ca
229	503252,829	1074072,436	2218,750	ca
230	503206,527	1074080,536	2219,940	ca
231	503159,626	1074091,312	2217,555	ca
232	503108,510	1074107,951	2215,530	ca
233	503420,046	1073873,508	2211,593	T
234	503404,741	1073889,712	2212,103	T
235	503388,433	1073908,706	2213,322	T
236	503385,448	1073913,937	2213,601	T
237	503381,451	1073919,137	2213,419	T
238	503376,151	1073925,430	2213,013	T
239	503364,175	1073938,332	2204,279	T
240	503357,853	1073944,481	2204,640	T
241	503334,712	1073951,491	2202,183	T
243	503335,048	1073960,459	2206,019	T
244	503335,916	1073983,642	2207,664	T
245	503311,177	1073999,828	2209,280	T
246	503274,848	1074014,785	2213,512	T
247	503261,280	1074003,806	2214,247	T
248	503255,265	1074004,150	2216,356	T
249	503242,282	1074006,661	2216,536	T
250	503233,191	1074011,121	2217,799	T VALV
251	503213,856	1074015,946	2215,237	T
252	503182,814	1074025,095	2209,057	T
253	503166,831	1074027,936	2209,506	T
254	503135,238	1074047,309	2214,068	T
255	503129,374	1074050,213	2211,458	T
256	503116,167	1074060,138	2211,169	T
257	503107,443	1074070,292	2212,064	T
258	503098,679	1074076,022	2209,445	T
259	503075,715	1074087,929	2209,348	T
260	503051,730	1074112,051	2209,374	T
262	500357,583	1074406,478	2052,887	Naciente 1 Elberth Solis
263	500341,680	1074389,859	2045,809	Naciente 2 Elberth Solis
300	503053,288	1074122,570	2209,673	caja registro
301	503069,050	1074126,495	2211,600	ca
302	503050,795	1074131,430	2209,814	ca
303	503053,833	1074143,242	2211,410	ca
304	503041,597	1074133,794	2209,351	ca
305	503045,058	1074127,604	2209,333	ca
306	503040,961	1074110,877	2206,979	ca
307	502997,701	1074146,003	2206,474	ca
308	502975,468	1074150,598	2205,241	ca
309	502954,652	1074150,849	2203,998	ca

310	502905,222	1074145,536	2200,374	ca
311	502878,377	1074143,567	2199,517	ca
312	502856,545	1074145,654	2199,538	ca
313	502833,261	1074150,908	2201,283	ca
314	502821,537	1074154,708	2202,515	ca
315	502796,374	1074165,187	2202,966	ca
316	502761,793	1074179,116	2202,043	ca
317	502746,148	1074183,838	2201,437	ca
318	502691,922	1074191,756	2198,417	ca
319	502652,864	1074196,478	2197,424	ca
320	502610,202	1074202,844	2196,992	ca alc
321	502610,412	1074198,159	2197,003	ca alc
322	502575,207	1074209,637	2197,026	ca
323	502560,062	1074216,054	2197,555	ca
324	502539,986	1074228,938	2199,097	ca
325	502526,637	1074237,126	2199,771	ca
326	502501,207	1074248,631	2200,569	ca
327	502488,141	1074252,853	2200,784	ca
328	502457,454	1074261,134	2201,883	ca
329	502441,370	1074268,261	2203,162	ca
330	502431,040	1074275,923	2204,182	ca
331	502418,489	1074285,382	2204,959	ca
332	502407,864	1074290,026	2204,999	ca
333	502393,565	1074289,874	2205,057	ca
334	502384,158	1074288,777	2204,990	ca
335	502376,921	1074279,208	2204,818	ca
336	502372,286	1074273,937	2204,398	ca
337	502369,832	1074260,001	2203,615	ca
338	502374,559	1074239,423	2202,306	ca
339	502377,155	1074222,277	2201,353	ca
340	502380,104	1074190,500	2198,735	ca
341	502377,613	1074179,178	2198,164	ca
342	502370,089	1074164,977	2197,935	ca
343	502366,294	1074171,022	2197,523	ca
344	502340,261	1074177,554	2191,361	ca
345	502299,566	1074187,641	2190,019	ca
346	502276,276	1074193,961	2193,479	ca
347	502265,338	1074198,913	2193,739	ca
348	502255,412	1074205,917	2193,687	ca
349	502243,198	1074224,975	2193,822	ca
350	502228,124	1074241,795	2193,489	ca
351	502214,056	1074255,743	2192,818	ca
352	502205,416	1074281,318	2191,104	ca
353	502201,112	1074293,280	2189,466	ca
354	502200,293	1074308,218	2191,344	ca poste
355	502194,487	1074300,511	2187,883	ca
356	502178,638	1074307,543	2185,791	ca

357	502165,336	1074312,226	2182,651	ca
358	502154,546	1074305,141	2179,388	ca
359	502139,702	1074291,998	2173,683	ca
360	502125,019	1074275,040	2167,347	ca
361	502114,402	1074262,670	2163,560	ca
362	502361,369	1074154,099	2198,043	ca
363	502348,425	1074139,504	2198,643	ca
364	502340,638	1074144,912	2201,298	T almc
365	502342,361	1074145,621	2199,751	Entrada
366	502339,911	1074142,857	2199,799	caja
367	502334,858	1074122,869	2197,005	ca
368	502323,645	1074109,535	2195,535	ca
369	502303,648	1074087,442	2194,232	ca
370	502273,776	1074053,666	2192,679	ca
371	502267,202	1074046,815	2192,457	ca
372	502256,142	1074042,287	2192,317	ca
373	502224,254	1074034,726	2189,078	ca
374	502193,599	1074028,452	2185,537	ca
375	502179,900	1074026,532	2184,315	ca
376	502134,730	1074017,463	2183,397	ca
377	502119,536	1074011,962	2182,269	ca
378	502100,090	1074004,277	2179,665	ca
379	502087,937	1074002,238	2177,541	ca
380	502073,198	1074006,372	2175,576	ca
381	502064,237	1074015,591	2174,463	ca
382	502062,817	1074023,037	2174,094	ca
383	502065,334	1074035,184	2174,758	ca
384	502070,606	1074047,214	2171,313	ca
385	502081,685	1074059,668	2169,448	ca
386	502094,456	1074073,245	2167,608	ca
387	502100,302	1074084,438	2166,293	ca alc
388	502102,819	1074077,271	2167,227	ca alc
389	502097,355	1074090,935	2165,117	ca
390	502084,640	1074094,466	2163,447	ca
391	502064,726	1074090,404	2160,804	ca
392	502037,721	1074077,908	2156,637	ca
393	502072,790	1073999,727	2173,688	ca
394	502058,065	1074001,045	2169,360	ca
395	502055,988	1073994,943	2167,714	ca
396	502060,471	1073974,347	2163,887	ca
397	502059,502	1073965,951	2161,045	ca
398	502051,686	1073955,046	2157,968	ca
399	502028,801	1073939,642	2153,359	ca
400	502008,347	1073939,964	2148,911	ca
401	501982,611	1073936,782	2145,626	ca
402	501962,335	1073931,576	2140,478	ca
403	501959,566	1073935,312	2140,289	ca

404	501972,427	1073945,299	2137,023	ca
405	501978,327	1073953,830	2134,959	ca
406	501983,186	1074039,997	2146,700	ca
407	501978,120	1074034,035	2145,410	ca
408	501976,019	1074023,765	2143,597	ca
409	501980,648	1074006,429	2140,465	ca
410	501986,832	1073984,941	2136,915	ca
411	501988,261	1073971,447	2135,680	ca alc
412	501982,190	1073969,598	2135,063	ca alc
413	501981,101	1073959,244	2134,773	ca
414	501967,685	1073954,649	2133,205	ca
415	501958,924	1073956,099	2132,739	ca
416	501942,991	1073961,082	2130,962	ca
417	501933,994	1073960,315	2129,823	ca
418	501924,055	1073954,663	2128,293	ca
419	501909,507	1073940,357	2125,883	ca
420	501899,457	1073923,214	2123,509	ca
421	501895,454	1073910,167	2121,790	ca
422	501891,450	1073882,972	2118,577	ca
423	501883,611	1073871,257	2117,501	ca
424	501878,131	1073867,266	2116,892	ca
425	501867,717	1073854,080	2116,892	ca
426	501843,464	1073826,477	2114,830	ca
427	501867,252	1073865,273	2115,906	ca
428	501851,479	1073868,260	2114,112	ca
429	501836,646	1073868,224	2112,037	ca
430	501812,386	1073860,565	2108,242	ca
431	501799,026	1073851,178	2105,780	ca
432	501791,394	1073840,312	2103,536	ca
433	501783,369	1073819,444	2099,359	ca
434	501776,024	1073787,512	2093,421	ca
435	501768,063	1073772,351	2090,817	ca
436	501770,607	1073788,768	2092,960	ca
437	501764,496	1073801,140	2090,672	ca
438	501754,867	1073822,885	2087,442	ca
439	501752,025	1073841,242	2086,042	ca
440	501749,623	1073867,005	2083,204	ca
441	501749,879	1073889,594	2079,797	ca
442	501753,561	1073903,121	2077,437	ca
443	501758,765	1073913,731	2076,235	ca
444	501759,669	1073925,409	2076,924	ca
445	501760,604	1073775,406	2089,995	Valv
446	501755,753	1073764,231	2089,248	ca
447	501748,155	1073761,545	2088,677	ca alc
448	501744,494	1073766,907	2088,615	ca alc
449	501734,317	1073756,864	2089,137	ca
450	501724,911	1073747,620	2089,928	ca

451	501715,136	1073732,052	2091,780	ca
452	501698,620	1073700,190	2097,762	ca
453	501693,129	1073687,849	2099,493	ca
454	501688,679	1073674,846	2100,565	ca
455	501685,829	1073657,461	2101,185	ca
456	501681,812	1073623,958	2099,573	ca
457	501680,258	1073613,833	2099,640	ca
458	501677,712	1073598,094	2100,170	ca
459	501675,928	1073586,008	2100,177	ca
460	501674,620	1073573,326	2099,150	ca
461	501669,480	1073555,983	2097,324	ca
462	501656,051	1073531,851	2096,417	ca
463	501623,194	1073496,745	2093,523	ca
464	501608,608	1073480,608	2091,164	ca
465	501588,043	1073458,624	2087,001	ca
466	501568,755	1073439,950	2085,890	ca
467	501557,048	1073429,273	2086,703	ca
468	501550,071	1073415,056	2088,144	ca
469	501550,130	1073400,296	2089,373	ca
470	501553,477	1073387,849	2089,746	ca
471	501563,113	1073369,547	2089,813	ca
472	501572,873	1073350,231	2088,309	ca
473	501577,007	1073335,255	2086,622	ca
474	501572,339	1073326,192	2084,705	ca
475	501559,153	1073312,000	2081,887	ca
476	501552,639	1073300,848	2079,888	ca
477	501546,573	1073282,340	2077,401	ca
478	501546,579	1073282,356	2077,359	ca
479	501536,723	1073265,729	2074,425	ca
480	501511,537	1073238,929	2065,590	ca
481	501493,331	1073221,304	2062,102	ca
482	501473,444	1073200,877	2061,223	ca
483	501457,390	1073184,562	2063,519	ca
484	501440,461	1073165,827	2068,338	ca
485	501420,062	1073150,207	2069,221	ca
486	501384,303	1073129,875	2070,177	ca
487	501359,291	1073119,122	2070,452	ca
488	501313,047	1073103,171	2070,799	ca
489	501316,367	1073112,236	2070,308	ca
490	501297,568	1073094,133	2071,002	ca
491	501283,662	1073083,498	2069,553	ca
492	501269,842	1073070,851	2067,143	ca
493	501251,519	1073049,670	2064,244	ca
494	501230,660	1073019,680	2059,911	ca
495	501230,653	1073019,674	2059,904	ca
496	501220,180	1073004,199	2058,135	ca
497	501215,253	1072990,914	2056,485	ca

498	501211,804	1072963,378	2054,263	ca
499	501207,044	1072950,555	2053,849	ca
500	501197,872	1072938,595	2052,805	ca
501	501182,422	1072923,963	2049,632	ca
502	501171,841	1072908,984	2046,842	ca
503	501160,788	1072893,422	2046,054	ca
504	501145,836	1072877,382	2046,183	ca
505	501133,188	1072859,398	2049,091	ca
506	501124,725	1072838,301	2052,500	ca
507	501117,406	1072822,859	2053,555	ca
508	501109,379	1072806,907	2052,724	ca
509	501103,805	1072788,182	2052,258	ca
510	501087,886	1072759,986	2052,599	ca
511	501074,330	1072740,003	2051,156	ca
512	501071,063	1072728,886	2050,316	ca
513	501069,412	1072714,281	2049,746	ca
514	501063,296	1072683,964	2048,400	ca
515	501058,899	1072649,699	2044,961	ca
516	501054,948	1072611,955	2040,112	ca
517	501052,391	1072577,993	2033,919	ca
518	501048,980	1072552,419	2029,213	ca
519	501025,023	1072496,466	2023,126	ca
520	501016,466	1072477,034	2019,973	ca
521	501009,565	1072460,476	2016,930	ca
522	500999,699	1072440,865	2012,989	ca
523	500990,137	1072430,974	2011,452	ca
524	500978,663	1072427,401	2010,871	ca
525	500971,802	1072421,378	2011,364	ca
526	500953,301	1072411,233	2014,102	ca
527	500936,098	1072387,909	2019,429	ca
528	500967,343	1072429,485	2010,350	ca
529	500950,345	1072433,862	2009,095	ca
530	500654,784	1072643,366	1926,035	ca
531	502373,711	1074289,131	2204,795	ca
532	502366,412	1074292,798	2204,715	ca
533	502360,361	1074300,760	2205,139	ca
534	502358,511	1074313,696	2205,095	ca
535	502359,758	1074324,307	2205,169	ca
536	502371,924	1074366,183	2205,193	ca
537	502377,836	1074387,977	2204,948	ca
538	502381,793	1074409,505	2204,999	ca
539	502380,601	1074433,993	2204,849	ca alc
540	502375,862	1074433,730	2204,692	ca alc
541	502376,496	1074461,920	2204,890	ca
542	502367,764	1074506,051	2204,418	ca
543	502363,153	1074522,673	2204,409	ca
544	502355,982	1074539,419	2204,123	ca

545	502340,263	1074565,725	2204,097	ca
546	502329,614	1074574,989	2203,557	ca
547	502322,007	1074579,119	2202,888	ca
548	502332,204	1074583,989	2203,128	T
549	502332,572	1074585,822	2203,932	Losa
550	502334,896	1074588,975	2203,932	Losa
551	502331,537	1074591,451	2203,932	Losa
552	502329,213	1074588,298	2203,932	Losa
553	502329,890	1074589,514	2201,191	Salida NPT
554	502314,764	1074580,511	2201,933	ca
555	502313,126	1074575,140	2201,724	ca alc
556	502305,676	1074579,038	2200,923	ca alc
557	502282,480	1074575,326	2198,001	ca
558	502258,324	1074576,077	2196,290	ca
559	502239,346	1074577,500	2195,088	ca
560	502226,954	1074576,031	2194,265	ca
561	502202,863	1074568,751	2189,116	ca
562	502179,156	1074562,875	2186,875	ca alc
563	502182,484	1074558,819	2187,261	ca alc
564	502157,575	1074558,481	2184,280	ca
565	502136,035	1074553,987	2181,461	ca
566	502118,399	1074554,497	2180,663	ca
567	502100,924	1074562,023	2179,281	ca
568	502089,991	1074563,232	2179,247	ca alc
569	502090,692	1074569,008	2178,819	ca alc
570	502073,694	1074579,229	2177,166	ca
571	502059,042	1074582,977	2175,340	ca
572	502044,476	1074581,607	2173,735	ca
573	502030,393	1074576,306	2172,097	ca
574	502020,378	1074570,158	2170,536	ca
575	502008,222	1074563,218	2169,191	ca
576	501997,426	1074561,254	2168,111	ca
577	501966,122	1074567,626	2166,876	ca
578	501945,513	1074572,645	2164,564	ca
579	501935,049	1074577,361	2163,655	ca
580	501910,312	1074590,597	2161,830	ca
581	501893,560	1074596,179	2160,419	ca
582	501871,946	1074594,179	2158,709	ca
583	501859,898	1074590,236	2157,779	ca
584	501851,073	1074585,626	2157,209	ca alc
585	501855,542	1074582,889	2156,689	ca alc
586	501832,075	1074569,693	2154,599	ca
587	501817,199	1074556,210	2152,528	ca
588	501784,837	1074526,423	2147,853	ca alc
589	501789,207	1074524,778	2147,827	ca alc
590	501774,303	1074517,730	2146,849	ca
591	501761,446	1074505,284	2145,683	ca

592	501747,877	1074486,999	2142,940	ca
593	501735,311	1074464,323	2140,190	ca
594	501731,463	1074458,843	2139,513	ca alc
595	501736,878	1074456,884	2139,853	ca alc
596	501726,352	1074454,631	2139,002	ca
597	501716,715	1074452,327	2138,868	Hidrate
598	501706,072	1074446,602	2138,092	ca
599	501684,424	1074440,960	2137,403	ca
600	501672,341	1074439,727	2137,469	ca
601	501644,253	1074436,487	2137,381	ca
602	501626,721	1074434,113	2137,341	ca
603	501589,374	1074427,873	2138,243	ca
604	501576,144	1074424,692	2137,799	ca
605	501565,082	1074422,110	2136,836	ca
606	501539,659	1074417,379	2134,180	ca
607	501522,984	1074419,088	2133,084	ca
608	501513,760	1074424,174	2132,860	ca
609	501502,304	1074433,941	2132,725	ca
610	501478,731	1074454,650	2133,614	ca
611	501458,758	1074473,138	2136,989	ca
612	501443,364	1074485,528	2139,607	ca
613	501430,298	1074491,888	2141,633	ca
614	501406,558	1074498,472	2144,824	ca
615	501396,851	1074499,741	2144,794	ca
616	501383,057	1074499,000	2143,663	ca
617	501348,469	1074496,804	2140,723	ca
618	501323,430	1074495,894	2140,205	ca
619	501308,393	1074486,765	2140,642	Hidrate
620	501288,828	1074493,877	2140,314	ca
621	501297,615	107452,623	2140,075	ca
622	501298,229	1074551,027	2136,535	ca
623	501253,672	1074491,630	2142,297	ca
624	501229,860	1074490,292	2144,027	ca
625	501195,262	1074487,306	2144,820	ca
626	501171,838	1074484,648	2145,208	ca
627	501129,802	1074480,544	2146,095	ca
628	501111,014	1074476,347	2146,146	ca
629	501072,053	1074464,718	2147,139	ca
630	501050,376	1074457,236	2148,382	ca
631	501010,674	1074443,052	2151,760	ca
632	500984,523	1074437,455	2153,259	ca
633	500963,189	1074432,617	2153,701	ca
634	500937,150	1074424,665	2154,586	ca
635	500904,739	1074415,028	2155,291	ca
636	500883,622	1074410,403	2156,182	ca
637	500875,993	1074417,839	2154,781	ca
638	500866,564	1074428,400	2152,973	ca

639	500862,550	1074436,665	2151,952	ca
640	500859,673	1074447,080	2150,336	ca
641	500858,870	1074472,469	2145,970	ca
642	500857,419	1074483,188	2144,388	ca
643	500862,527	1074486,897	2144,605	Valv
644	500845,810	1074520,126	2140,271	ca
645	500839,677	1074535,479	2138,058	ca
646	500833,317	1074548,429	2136,205	ca
647	500827,528	1074571,889	2134,306	ca
648	500822,679	1074592,245	2132,765	ca
649	500815,692	1074614,975	2131,240	ca
650	500807,390	1074639,109	2130,388	ca
651	500804,007	1074648,743	2129,873	ca
652	500801,219	1074660,055	2128,747	ca
653	500801,686	1074683,707	2125,045	ca
654	500798,669	1074690,001	2123,797	ca
655	500792,247	1074694,004	2122,170	ca
656	500781,356	1074696,577	2119,458	ca
657	500751,541	1074694,576	2112,436	ca
658	500736,361	1074689,607	2109,310	ca
659	500728,862	1074688,850	2107,841	ca
660	500722,021	1074695,390	2105,542	ca
661	500713,252	1074711,829	2100,250	ca
662	500702,567	1074729,559	2095,126	ca
663	500695,643	1074739,323	2092,530	ca
664	500691,559	1074741,845	2091,201	ca
665	500679,934	1074741,629	2088,304	ca
666	500667,217	1074737,864	2085,985	ca
667	500656,430	1074757,584	2083,430	ca
668	500644,071	1074773,951	2080,758	ca
669	500623,508	1074796,092	2076,882	ca
670	500596,394	1074824,450	2073,221	ca
671	500589,564	1074834,027	2071,992	ca
672	500587,372	1074843,477	2070,611	ca
673	500587,469	1074864,940	2067,780	ca
674	500587,673	1074886,136	2065,236	ca
675	500587,283	1074899,977	2063,787	ca
676	500579,500	1074918,076	2061,175	ca
677	500567,709	1074928,384	2059,239	ca
678	500554,974	1074932,976	2057,357	ca
679	500532,967	1074936,329	2052,076	ca
680	500524,043	1074941,503	2049,409	ca
681	500520,377	1074947,590	2047,540	ca
682	500520,161	1074960,348	2044,516	ca
683	500671,444	1074730,305	2086,831	ca
684	500685,640	1074707,834	2088,026	ca
685	500694,708	1074687,303	2087,332	ca

686	500700,736	1074663,979	2087,088	ca
687	500702,244	1074632,811	2087,213	ca
688	500699,805	1074582,297	2089,386	ca
689	500698,884	1074568,001	2088,574	ca
690	500697,142	1074509,766	2082,635	ca
691	500697,106	1074469,262	2081,824	ca
692	500690,848	1074443,693	2083,133	ca
693	500679,479	1074431,906	2084,406	ca
694	500663,154	1074426,269	2085,654	ca
695	500645,608	1074422,982	2086,922	ca
696	500634,774	1074413,083	2087,443	ca
697	500626,338	1074392,822	2087,092	ca
698	500618,239	1074359,598	2087,582	ca
700	500610,587	1074344,631	2088,547	ca
701	500599,748	1074337,200	2089,892	ca
702	500579,192	1074335,681	2092,937	ca
703	500563,742	1074335,671	2095,231	ca
704	500544,755	1074340,709	2097,210	ca
705	500535,013	1074341,608	2098,022	ca
706	500519,867	1074336,883	2099,075	ca
707	500492,323	1074325,830	2101,691	ca
708	500482,131	1074318,137	2102,746	ca
709	500472,792	1074301,922	2104,205	ca
710	500457,518	1074267,027	2107,373	ca
711	500450,392	1074257,534	2108,305	ca
712	500425,264	1074243,669	2111,211	ca
713	500414,688	1074234,975	2112,087	ca
714	500410,527	1074228,579	2111,495	ca
715	500873,086	1074406,693	2157,442	Hidrante
716	500873,267	1074404,144	2157,386	ca
717	500863,901	1074395,659	2157,950	ca
718	500852,446	1074381,430	2158,527	ca
719	500837,008	1074362,670	2158,850	ca
720	500813,795	1074336,773	2157,735	ca
721	500796,124	1074315,750	2156,186	ca
722	500777,364	1074290,060	2153,364	ca
723	500764,479	1074277,172	2152,845	ca
724	500740,435	1074262,244	2152,724	ca
725	500729,534	1074254,782	2153,094	ca
726	500721,880	1074246,916	2153,752	ca
727	500716,426	1074239,168	2154,422	ca
728	500703,715	1074220,146	2156,590	ca
729	500689,468	1074199,998	2156,896	ca
730	500681,075	1074192,753	2157,078	ca
731	500669,183	1074190,170	2157,085	ca
732	500661,072	1074191,932	2156,659	ca
733	500654,712	1074194,360	2155,841	ca

734	500626,785	1074205,264	2151,674	ca
735	500589,875	1074218,352	2145,659	ca
736	500570,021	1074225,131	2141,710	ca
737	500549,436	1074232,430	2136,811	ca
738	500538,221	1074235,449	2134,295	ca
739	500519,006	1074238,078	2131,076	ca
740	500486,664	1074239,668	2125,456	ca
741	500462,753	1074235,115	2121,141	ca
742	500442,722	1074229,620	2117,785	ca
743	500410,886	1074220,401	2111,308	ca
744	500397,409	1074214,621	2109,260	ca
745	500386,863	1074209,666	2108,270	ca
746	500372,049	1074202,802	2107,223	ca final asfalto
747	500327,521	1074177,575	2105,300	ca
748	500310,283	1074167,601	2105,128	ca
749	500291,656	1074158,109	2104,769	ca
750	500265,729	1074153,018	2103,437	ca
751	500252,950	1074149,212	2102,561	ca
752	500226,912	1074137,949	2100,198	ca
753	500211,804	1074128,764	2098,338	ca
754	500184,466	1074120,791	2094,649	ca
755	500171,489	1074110,575	2092,539	ca
756	500151,153	1074091,958	2088,259	ca
757	500131,914	1074074,903	2083,793	ca
758	500120,288	1074065,612	2081,157	ca
759	500113,410	1074062,375	2080,018	ca
760	500081,762	1074062,419	2076,793	ca
761	500045,823	1074057,899	2072,147	ca
762	500018,172	1074053,142	2070,579	ca
763	499972,166	1074039,756	2069,405	ca
764	499940,394	1074028,118	2069,149	ca
765	499899,780	1074013,236	2068,907	ca
766	499875,399	1074003,845	2067,499	ca
767	499859,216	1074000,743	2065,340	ca
768	499846,147	1073993,860	2062,224	ca
769	499832,379	1073973,311	2057,747	ca
770	499819,241	1073957,860	2053,523	ca
771	499791,454	1073936,149	2048,004	ca
772	499776,973	1073930,298	2046,788	ca
773	499761,652	1073930,292	2045,979	ca
774	499742,343	1073932,729	2045,347	ca
775	499722,211	1073930,957	2044,059	ca
776	499704,520	1073923,088	2042,935	ca
777	499672,571	1073900,178	2038,462	ca
778	499653,020	1073889,739	2037,226	ca
779	499628,147	1073884,031	2036,465	ca
780	499619,944	1073883,151	2036,267	ca

781	499599,887	1073879,487	2036,650	ca
782	499568,724	1073868,928	2038,047	ca
783	499555,347	1073860,379	2039,694	ca
784	499549,944	1073847,451	2040,612	ca
785	499545,356	1073829,189	2042,502	ca
786	499533,515	1073805,732	2044,364	ca
787	499525,521	1073798,034	2044,966	ca
788	499515,111	1073796,251	2045,979	ca
789	499498,903	1073798,039	2047,459	ca
790	499470,771	1073801,172	2049,810	ca
791	499438,019	1073803,612	2051,946	ca
792	499427,565	1073803,140	2052,416	ca
793	499388,243	1073790,264	2056,407	ca
794	499378,703	1073789,981	2057,315	ca
795	499350,777	1073803,884	2060,315	ca
796	499337,929	1073807,100	2062,112	ca
797	499321,324	1073807,260	2063,503	ca
798	499307,861	1073810,083	2064,291	ca
799	499301,138	1073812,574	2066,050	ca
800	499269,498	1073830,082	2068,434	ca
801	499246,133	1073838,450	2070,052	ca
802	499222,052	1073844,027	2071,168	ca
803	499208,293	1073843,620	2072,600	ca
804	499197,017	1073840,468	2073,693	ca
805	499166,487	1073827,592	2075,553	ca
806	499125,945	1073811,245	2077,141	ca
807	499104,411	1073803,291	2077,209	ca
808	499079,716	1073790,891	2078,872	ca
809	499053,545	1073779,253	2079,531	ca
810	499010,187	1073762,087	2080,081	ca
811	498987,768	1073756,028	2080,882	ca
812	498964,582	1073748,951	2082,511	ca
813	498942,405	1073736,923	2085,677	ca
814	498915,468	1073717,115	2090,455	ca
815	498884,170	1073694,540	2095,196	ca
816	498876,866	1073680,561	2096,921	ca
817	498869,280	1073656,035	2097,841	ca
818	498863,475	1073616,766	2098,880	ca
819	498858,106	1073592,903	2099,465	ca
820	498852,749	1073578,275	2099,508	ca
821	498842,067	1073562,625	2099,229	ca
822	498828,001	1073545,508	2098,651	ca
823	498809,355	1073526,860	2095,639	ca
824	498789,609	1073509,200	2093,928	ca
825	498805,407	1073495,770	2094,647	ca
826	498813,429	1073491,631	2094,185	ca
827	498770,405	1073491,767	2093,018	ca

828	498748,927	1073470,174	2092,749	ca
829	498725,239	1073447,695	2092,612	ca
830	498700,582	1073433,766	2093,709	ca
831	498687,842	1073427,784	2093,777	ca
832	498660,175	1073414,796	2092,360	ca
833	498648,527	1073409,238	2092,107	ca
834	498607,070	1073388,073	2094,426	ca
835	498576,554	1073375,914	2093,416	ca
836	498544,364	1073360,922	2095,804	ca
837	498527,334	1073360,121	2096,941	ca
838	498515,692	1073364,421	2097,198	ca
839	498523,583	1073352,809	2096,716	ca
840	498499,248	1073336,503	2098,925	ca
1561	503956,820	1073666,450	2165,450	ca
1571	503891,345	1073667,132	2162,430	ca
2041	503589,451	1073785,921	2199,450	ca

Anexo 2
Resultados
Modelación hidráulica

ARCHIVO LOOP: Conduccion

Archivo Loop	Línea de conducción existente, análisis con demanda actual
--------------	------------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	2.00
Previstas	-
# Tramos	62
# Nodos	63
Factor de Consumo	1.00
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción

Línea de conducción del sistema existente desde la salida de la captación de la Naciente N°1 La Chonta 1, hasta la entrada a los tanques de almacenamiento: Tanque de Almacenamiento Principal N°1 y Tanque de Almacenamiento N°2 Bajo Canet, los cuales abastecen respectivamente los sectores: N°1 Principal y N°2 Bajo Canet.

Leyenda	
Presion Alta	⚠
Presion Permissible	✓
Presion Negativa	✗
Punto Inicial	R
Velocidad Alta	⚠
Velocidad Baja	✗

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	12	13	8.66	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.03	12 R	2.00	2262.41	2263.41	1.00	1.00
2	13	14	13.59	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.05	13	0.00	2261.44	2263.38	✓ 1.94	✓ 1.97
3	14	15	19.57	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.08	14	0.00	2262.02	2263.32	✓ 1.30	✓ 1.39
4	15	18	16.78	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	15	0.00	2260.85	2263.24	✓ 2.39	✓ 2.56
5	18	19	4.60	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.02	18	0.00	2260.04	2263.18	✓ 3.14	✓ 3.37
6	19	20	15.12	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.06	19	0.00	2260.41	2263.16	✓ 2.75	✓ 3.00
7	20	21	14.77	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.06	20	0.00	2261.37	2263.10	✓ 1.73	✓ 2.04
8	21	22	15.24	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.06	21	0.00	2261.79	2263.04	✓ 1.25	✓ 1.62
9	22	23	20.45	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.08	22	0.00	2261.18	2262.98	✓ 1.80	✓ 2.23
10	23	24	18.11	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	23	0.00	2258.70	2262.90	✓ 4.20	✓ 4.71
11	24	25	13.04	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.05	24	0.00	2259.13	2262.83	✓ 3.69	✓ 4.28
12	25	27	10.71	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.04	25	0.00	2257.81	2262.77	✓ 4.96	✓ 5.60
13	27	29	33.87	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.13	27	0.00	2255.92	2262.73	✓ 6.81	✓ 7.49
14	29	31	22.68	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.09	29	0.00	2254.51	2262.60	✓ 8.08	✓ 8.90
15	31	32	18.67	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	31	0.00	2253.26	2262.50	✓ 9.24	✓ 10.15
16	32	34	17.57	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	32	0.00	2250.68	2262.43	✓ 11.75	✓ 12.73
17	34	36	29.64	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.12	34	0.00	2247.00	2262.36	✓ 15.36	✓ 16.41
18	36	43	52.56	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.21	36	0.00	2239.45	2262.24	✓ 22.79	✓ 23.96
19	43	53	46.38	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.18	43	0.00	2206.31	2262.03	✓ 55.72	✓ 57.10
20	53	54	22.89	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.09	53	0.00	2184.83	2261.85	⚠ 77.02	⚠ 78.58
21	54	63	71.49	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.28	54	0.00	2190.57	2261.76	⚠ 71.19	⚠ 72.84
22	63	68	41.03	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.16	63	0.00	2202.52	2261.47	✓ 58.95	✓ 60.89
23	68	71	35.52	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.14	68	0.00	2185.84	2261.31	⚠ 75.47	⚠ 77.57
24	71	79	116.78	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.47	71	0.00	2188.10	2261.17	⚠ 73.07	⚠ 75.31
25	79	82	18.37	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	79	0.00	2167.88	2260.70	⚠ 92.82	⚠ 95.53
26	82	89	68.62	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.27	82	0.00	2169.16	2260.63	⚠ 91.47	⚠ 94.25
27	89	93	17.12	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	89	0.00	2188.26	2260.35	✓ 72.09	✓ 75.15
28	93	98	56.86	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.23	93	0.00	2195.91	2260.29	✓ 64.38	✓ 67.50
29	98	103	37.46	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.15	98	0.00	2198.46	2260.06	✓ 61.60	✓ 64.95
30	103	112	57.81	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.23	103	0.00	2187.25	2259.91	⚠ 72.66	⚠ 76.16
31	112	115	28.64	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.11	112	0.00	2151.34	2259.68	⚠ 108.34	⚠ 112.07

ARCHIVO LOOP: Conduccion

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
32	115	121	48.44	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.19	115	0.00	2158.46	2259.57	🟡 101.11	🟡 104.95
33	121	129	80.72	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.32	121	0.00	2170.43	2259.37	🟡 88.94	🟡 92.98
34	129	137	96.21	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.38	129	0.00	2189.74	2259.05	✅ 69.31	🟡 73.67
35	137	143	184.16	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.73	137	0.00	2181.12	2258.67	🟡 77.55	🟡 82.29
36	143	147	88.56	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.35	143	0.00	2166.89	2257.93	🟡 91.04	🟡 96.52
37	147	152	112.79	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.45	147	0.00	2179.37	2257.58	🟡 78.21	🟡 84.04
38	152	174	43.46	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.17	152	0.00	2185.15	2257.13	🟡 71.98	🟡 78.26
39	174	178	32.54	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.13	174	0.00	2166.10	2256.96	🟡 90.86	🟡 97.31
40	178	179	91.32	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.36	178	0.00	2180.30	2256.83	🟡 76.53	🟡 83.11
41	179	186	87.91	50	130	2.00	1.02	28.71	2.52	179	0.00	2197.15	2256.46	✅ 59.31	✅ 66.26
42	186	189	54.96	50	130	2.00	1.02	28.71	1.58	186	0.00	2204.55	2253.94	✅ 49.39	✅ 58.86
43	189	211	270.61	50	130	2.00	1.02	28.71	7.77	189	0.00	2192.69	2252.36	✅ 59.67	🟡 70.72
44	211	213	87.25	50	130	2.00	1.02	28.71	2.50	211	0.00	2200.13	2244.59	✅ 44.46	✅ 63.28
45	213	233	8.79	50	130	2.00	1.02	28.71	0.25	213	0.00	2212.18	2242.09	✅ 29.91	✅ 51.23
46	233	238	68.13	50	130	2.00	1.02	28.71	1.96	233	0.00	2211.59	2241.84	✅ 30.25	✅ 51.82
47	238	241	50.60	50	130	2.00	1.02	28.71	1.45	238	0.00	2213.01	2239.88	✅ 26.87	✅ 50.40
48	241	250	148.08	50	130	2.00	1.02	28.71	4.25	241	0.00	2202.18	2238.43	✅ 36.25	✅ 61.23
49	250	253	68.28	50	130	2.00	1.02	28.71	1.96	250	0.00	2217.80	2234.18	✅ 16.38	✅ 45.61
50	253	255	43.60	50	130	2.00	1.02	28.71	1.25	253	0.00	2209.51	2232.22	✅ 22.70	✅ 53.90
51	255	300	110.84	50	130	2.00	1.02	28.71	3.18	255	0.00	2211.46	2230.96	✅ 19.50	✅ 51.95
52	300	304	16.74	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.07	300	0.00	2209.67	2227.78	✅ 18.11	✅ 53.74
53	304	312	187.65	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.75	304	0.00	2209.35	2227.71	✅ 18.36	✅ 54.06
54	312	317	117.07	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.47	312	0.00	2199.54	2226.97	✅ 27.43	✅ 63.87
55	317	320	137.28	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.55	317	0.00	2201.44	2226.50	✅ 25.06	✅ 61.97
56	320	327	133.28	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.53	320	0.00	2196.99	2225.95	✅ 28.96	✅ 66.42
57	327	334	113.29	75	130	2.00	✗ 0.45	3.99	0.45	327	0.00	2200.78	2225.42	✅ 24.64	✅ 62.63
58	334	539	164.97	75	130	1.44	✗ 0.32	2.16	0.36	334	0.00	2204.99	2224.97	✅ 19.98	✅ 58.42
59	539	546	153.44	75	130	1.44	✗ 0.32	2.16	0.33	539	0.00	2204.85	2224.61	✅ 19.76	✅ 58.56
60	546	548	11.16	75	130	1.44	✗ 0.32	2.16	0.02	546	0.00	2203.56	2224.28	✅ 20.72	✅ 59.85
61	334	340	103.54	25	130	0.56	1.14	80.42	8.33	340	-1.44	2203.13	2224.26	✅ 21.13	✅ 60.28
62	340	364	64.28	25	130	0.56	1.14	80.42	5.17	340	0.00	2198.74	2216.64	✅ 17.90	✅ 64.67
63										364	-0.56	2201.30	2211.47	✅ 10.17	✅ 62.11

ARCHIVO LOOP: Conduccion

Archivo Loop	Línea de conduccion, demanda con pryección a 20 años
--------------	------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	2.97
Previstas	-
# Tramos	62
# Nodos	63
Factor de Consumo	1.00
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Línea de conducción del sistema existente desde la salida de la captación de la Naciente N°1 La Chonta 1, punto #12, hasta la entrada a los tanques de almacenamiento: Tanque de Almacenamiento Principal N°1, punto #548, y Tanque de Almacenamiento N°2 Bajo Canet, punto #364, los cuales abastecen respectivamente los sectores: Sector N°1 Principal y Sector N°2 Bajo Canet, con proyección a 20 años.

Leyenda	
Presion Alta	⚠
Presion Permissible	✓
Presion Negativa	✗
Punto Inicial	R
Velocidad Alta	⚠
Velocidad Baja	✗

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	12	13	8.66	75	130	2.97	0.67	8.31	0.07	12 R	2.97	2262.41	2263.41	1.00	1.00
2	13	14	13.59	75	130	2.97	0.67	8.31	0.11	13	0.00	2261.44	2263.34	✓ 1.90	✓ 1.97
3	14	15	19.57	75	130	2.97	0.67	8.31	0.16	14	0.00	2262.02	2263.23	✓ 1.21	✓ 1.39
4	15	18	16.78	75	130	2.97	0.67	8.31	0.14	15	0.00	2260.85	2263.06	✓ 2.21	✓ 2.56
5	18	19	4.60	75	130	2.97	0.67	8.31	0.04	18	0.00	2260.04	2262.92	✓ 2.88	✓ 3.37
6	19	20	15.12	75	130	2.97	0.67	8.31	0.13	19	0.00	2260.41	2262.89	✓ 2.48	✓ 3.00
7	20	21	14.77	75	130	2.97	0.67	8.31	0.12	20	0.00	2261.37	2262.76	✓ 1.39	✓ 2.04
8	21	22	15.24	75	130	2.97	0.67	8.31	0.13	21	0.00	2261.79	2262.64	✓ 0.85	✓ 1.62
9	22	23	20.45	75	130	2.97	0.67	8.31	0.17	22	0.00	2261.18	2262.51	✓ 1.33	✓ 2.23
10	23	24	18.11	75	130	2.97	0.67	8.31	0.15	23	0.00	2258.70	2262.34	✓ 3.64	✓ 4.71
11	24	25	13.04	75	130	2.97	0.67	8.31	0.11	24	0.00	2259.13	2262.19	✓ 3.06	✓ 4.28
12	25	27	10.71	75	130	2.97	0.67	8.31	0.09	25	0.00	2257.81	2262.08	✓ 4.27	✓ 5.60
13	27	29	33.87	75	130	2.97	0.67	8.31	0.28	27	0.00	2255.92	2261.99	✓ 6.07	✓ 7.49
14	29	31	22.68	75	130	2.97	0.67	8.31	0.19	29	0.00	2254.51	2261.71	✓ 7.20	✓ 8.90
15	31	32	18.67	75	130	2.97	0.67	8.31	0.16	31	0.00	2253.26	2261.52	✓ 8.26	✓ 10.15
16	32	34	17.57	75	130	2.97	0.67	8.31	0.15	32	0.00	2250.68	2261.37	✓ 10.69	✓ 12.73
17	34	36	29.64	75	130	2.97	0.67	8.31	0.25	34	0.00	2247.00	2261.22	✓ 14.22	✓ 16.41
18	36	43	52.56	75	130	2.97	0.67	8.31	0.44	36	0.00	2239.45	2260.98	✓ 21.53	✓ 23.96
19	43	53	46.38	75	130	2.97	0.67	8.31	0.39	43	0.00	2206.31	2260.54	✓ 54.23	✓ 57.10
20	53	54	22.89	75	130	2.97	0.67	8.31	0.19	53	0.00	2184.83	2260.15	⚠ 75.32	⚠ 78.58
21	54	63	71.49	75	130	2.97	0.67	8.31	0.59	54	0.00	2190.57	2259.96	✓ 69.39	⚠ 72.84
22	63	68	41.03	75	130	2.97	0.67	8.31	0.34	63	0.00	2202.52	2259.37	✓ 56.85	✓ 60.89
23	68	71	35.52	75	130	2.97	0.67	8.31	0.30	68	0.00	2185.84	2259.03	⚠ 73.19	⚠ 77.57
24	71	79	116.78	75	130	2.97	0.67	8.31	0.97	71	0.00	2188.10	2258.74	⚠ 70.63	⚠ 75.31
25	79	82	18.37	75	130	2.97	0.67	8.31	0.15	79	0.00	2167.88	2257.77	⚠ 89.88	⚠ 95.53
26	82	89	68.62	75	130	2.97	0.67	8.31	0.57	82	0.00	2169.16	2257.61	⚠ 88.45	⚠ 94.25
27	89	93	17.12	75	130	2.97	0.67	8.31	0.14	89	0.00	2188.26	2257.04	✓ 68.78	⚠ 75.15
28	93	98	56.86	75	130	2.97	0.67	8.31	0.47	93	0.00	2195.91	2256.90	✓ 60.99	✓ 67.50
29	98	103	37.46	75	130	2.97	0.67	8.31	0.31	98	0.00	2198.46	2256.43	✓ 57.97	✓ 64.95
30	103	112	57.81	75	130	2.97	0.67	8.31	0.48	103	0.00	2187.25	2256.12	✓ 68.87	⚠ 76.16
31	112	115	28.64	75	130	2.97	0.67	8.31	0.24	112	0.00	2151.34	2255.64	⚠ 104.30	⚠ 112.07

ARCHIVO LOOP: Conduccion

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
32	115	121	48.44	75	130	2.97	0.67	8.31	0.40	115	0.00	2158.46	2255.40	🟡 96.94	🟡 104.95
33	121	129	80.72	75	130	2.97	0.67	8.31	0.67	121	0.00	2170.43	2255.00	🟡 84.57	🟡 92.98
34	129	137	96.21	75	130	2.97	0.67	8.31	0.80	129	0.00	2189.74	2254.33	✅ 64.59	🟡 73.67
35	137	143	184.16	75	130	2.97	0.67	8.31	1.53	137	0.00	2181.12	2253.53	🟡 72.41	🟡 82.29
36	143	147	88.56	75	130	2.97	0.67	8.31	0.74	143	0.00	2166.89	2252.00	🟡 85.11	🟡 96.52
37	147	152	112.79	75	130	2.97	0.67	8.31	0.94	147	0.00	2179.37	2251.26	🟡 71.89	🟡 84.04
38	152	174	43.46	75	130	2.97	0.67	8.31	0.36	152	0.00	2185.15	2250.33	✅ 65.18	🟡 78.26
39	174	178	32.54	75	130	2.97	0.67	8.31	0.27	174	0.00	2166.10	2249.96	🟡 83.86	🟡 97.31
40	178	179	91.32	75	130	2.97	0.67	8.31	0.76	178	0.00	2180.30	2249.69	✅ 69.39	🟡 83.11
41	179	186	87.91	50	130	2.97	1.51	59.83	5.26	179	0.00	2197.15	2248.94	✅ 51.79	✅ 66.26
42	186	189	54.96	50	130	2.97	1.51	59.83	3.29	186	0.00	2204.55	2243.68	✅ 39.13	✅ 58.86
43	189	211	270.61	50	130	2.97	1.51	59.83	16.19	189	0.00	2192.69	2240.39	✅ 47.70	🟡 70.72
44	211	213	87.25	50	130	2.97	1.51	59.83	5.22	211	0.00	2200.13	2224.20	✅ 24.07	✅ 63.28
45	213	233	8.79	50	130	2.97	1.51	59.83	0.53	213	0.00	2212.18	2218.98	✅ 6.80	✅ 51.23
46	233	238	68.13	50	130	2.97	1.51	59.83	4.08	233	0.00	2211.59	2218.45	✅ 6.86	✅ 51.82
47	238	241	50.60	50	130	2.97	1.51	59.83	3.03	238	0.00	2213.01	2214.37	✅ 1.36	✅ 50.40
48	241	250	148.08	50	130	2.97	1.51	59.83	8.86	241	0.00	2202.18	2211.35	✅ 9.17	✅ 61.23
49	250	253	68.28	50	130	2.97	1.51	59.83	4.09	250	0.00	2217.80	2202.49	❌ -15.31	✅ 45.61
50	253	255	43.60	50	130	2.97	1.51	59.83	2.61	253	0.00	2209.51	2198.40	❌ -11.11	✅ 53.90
51	255	300	110.84	50	130	2.97	1.51	59.83	6.63	255	0.00	2211.46	2195.79	❌ -15.67	✅ 51.95
52	300	304	16.74	75	130	2.97	0.67	8.31	0.14	300	0.00	2209.67	2189.16	❌ -20.51	✅ 53.74
53	304	312	187.65	75	130	2.97	0.67	8.31	1.56	304	0.00	2209.35	2189.02	❌ -20.33	✅ 54.06
54	312	317	117.07	75	130	2.97	0.67	8.31	0.97	312	0.00	2199.54	2187.46	❌ -12.08	✅ 63.87
55	317	320	137.28	75	130	2.97	0.67	8.31	1.14	317	0.00	2201.44	2186.49	❌ -14.95	✅ 61.97
56	320	327	133.28	75	130	2.97	0.67	8.31	1.11	320	0.00	2196.99	2185.35	❌ -11.64	✅ 66.42
57	327	334	113.29	75	130	2.97	0.67	8.31	0.94	327	0.00	2200.78	2184.24	❌ -16.54	✅ 62.63
58	334	539	164.97	75	130	2.16	❌ 0.49	4.61	0.76	334	0.00	2204.99	2183.30	❌ -21.69	✅ 58.42
59	539	546	153.44	75	130	2.16	❌ 0.49	4.61	0.71	539	0.00	2204.85	2182.54	❌ -22.31	✅ 58.56
60	546	548	11.16	75	130	2.16	❌ 0.49	4.61	0.05	546	0.00	2203.56	2181.83	❌ -21.73	✅ 59.85
61	334	340	103.54	25	130	0.81	1.65	158.14	16.37	548	-2.16	2203.13	2181.78	❌ -21.35	✅ 60.28
62	340	364	64.28	25	130	0.81	1.65	158.14	10.17	340	0.00	2198.74	2166.93	❌ -31.81	✅ 64.67
63										364	-0.81	2201.30	2156.76	❌ -44.54	✅ 62.11

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

Archivo Loop	Sistema existente Sector N°1 Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento Principal N°1
--------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	2.34
Previstas	-
# Tramos	57
# Nodos	58
Factor de Consumo	0.01
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción

Red de distribución del sistema existente del Sector N°1 Principal, desde la salida del tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, hasta la llegada al punto #839

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permissible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	548	556	25.62	100	130	2.34	0.30	1.32	0.03	548 R	2.34	2203.13	2203.13	0.00	0.00
2	556	562	128.76	100	130	2.34	0.30	1.32	0.17	556	0.00	2200.92	2203.10	✅ 2.18	✅ 2.21
3	562	563	5.24	38	130	0.02	0.02	0.03	0.00	562	-0.23	2186.88	2202.93	✅ 16.05	✅ 16.25
4	563	561	24.47	38	130	0.02	0.02	0.03	0.00	563	0.00	2187.26	2202.93	✅ 15.67	✅ 15.87
5	562	569	93.08	100	130	2.10	0.27	1.07	0.10	561	-0.02	2189.12	2202.93	✅ 13.80	✅ 14.01
6	569	574	76.39	100	130	2.07	0.26	1.05	0.08	569	-0.02	2178.82	2202.83	✅ 24.01	✅ 24.31
7	574	579	89.61	100	130	2.03	0.26	1.01	0.09	574	-0.04	2170.54	2202.75	✅ 32.21	✅ 32.59
8	579	5791	10.00	38	130	0.02	0.02	0.03	0.00	579	0.00	2163.66	2202.66	✅ 39.00	✅ 39.47
9	5791	578	11.48	38	130	0.01	0.01	0.01	0.00	5791	0.00	2166.66	2202.66	✅ 35.99	✅ 36.47
10	5791	580	28.06	38	130	0.01	0.01	0.01	0.00	578	-0.01	2164.56	2202.66	✅ 38.09	✅ 38.57
11	579	584	90.05	100	130	2.01	0.26	0.99	0.09	580	-0.01	2161.83	2202.66	✅ 40.82	✅ 41.30
12	584	588	88.86	100	130	2.00	0.25	0.98	0.09	584	-0.01	2157.21	2202.57	✅ 45.36	✅ 45.92
13	588	594	86.94	100	130	1.93	0.25	0.92	0.08	588	-0.06	2147.85	2202.48	✅ 54.63	✅ 55.28
14	594	597	16.42	100	130	1.91	0.24	0.91	0.01	594	-0.02	2139.51	2202.40	✅ 62.89	✅ 63.62
15	597	601	74.98	100	130	1.89	0.24	0.89	0.07	597	-0.02	2138.87	2202.38	✅ 63.51	✅ 64.26
16	601	603	55.56	100	130	1.80	0.23	0.81	0.05	601	-0.09	2137.38	2202.32	✅ 64.94	✅ 65.75
17	603	609	93.18	100	130	1.74	0.22	0.76	0.07	603	-0.06	2138.24	2202.27	✅ 64.03	✅ 64.89
18	609	614	117.52	100	130	1.60	0.20	0.65	0.08	609	-0.14	2132.73	2202.20	✅ 69.47	🟡 70.40
19	614	6141	10.00	100	130	1.44	0.18	0.53	0.01	614	-0.16	2144.82	2202.12	✅ 57.30	✅ 58.31
20	6141	620	117.98	100	130	1.44	0.18	0.53	0.06	6141	0.00	2144.82	2202.12	✅ 57.30	✅ 58.31
21	620	622	58.01	100	130	0.11	0.01	0.00	0.00	620	-0.13	2140.31	2202.06	✅ 61.75	✅ 62.82
22	620	626	117.38	100	130	1.20	0.15	0.38	0.04	622	-0.11	2136.54	2202.06	✅ 65.52	✅ 66.59
23	626	631	167.24	100	130	1.10	0.14	0.33	0.05	626	-0.10	2145.21	2202.01	✅ 56.80	✅ 57.92
24	631	636	131.28	100	130	1.03	0.13	0.29	0.04	631	-0.08	2151.76	2201.96	✅ 50.20	✅ 51.37
25	636	637	10.65	100	130	0.24	0.03	0.02	0.00	636	-0.09	2156.18	2201.92	✅ 45.74	✅ 46.95
26	637	643	70.37	100	130	0.24	0.03	0.02	0.00	637	0.00	2154.78	2201.92	✅ 47.14	✅ 48.35
27	643	644	38.72	100	130	0.19	0.02	0.01	0.00	643	-0.04	2144.61	2201.92	✅ 57.31	✅ 58.52
28	644	654	177.85	38	130	0.19	0.17	1.47	0.26	644	0.00	2140.27	2201.92	✅ 61.65	✅ 62.86
29	654	668	175.92	12	130	0.13	1.15	190.12	33.45	654	-0.06	2123.80	2201.66	🟡 77.86	🟡 79.33
30	668	683	51.65	12	130	0.02	0.19	6.91	0.36	668	-0.01	2080.76	2168.21	🟡 87.45	🟡 122.37

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Pérdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
31	668	675	147.42	38	130	0.10	0.09	0.41	0.06	683	-0.02	2086.83	2167.85	81.02	116.30
32	675	682	101.34	38	130	0.01	0.01	0.01	0.00	675	-0.09	2063.79	2168.15	104.36	139.34
33	636	716	12.10	100	130	0.70	0.09	0.14	0.00	682	-0.01	2044.52	2168.15	123.63	158.61
34	716	715	2.31	100	130	0.00	0.00	999.99	38.00	716	0.00	2157.39	2201.92	44.53	45.74
35	716	719	55.20	100	130	0.70	0.09	0.14	0.01	715	0.00	2157.44	2163.92	6.48	45.69
36	719	724	140.53	100	130	0.67	0.09	0.13	0.02	719	-0.03	2158.85	2201.91	43.06	44.28
37	724	731	104.48	100	130	0.54	0.07	0.09	0.01	724	-0.13	2152.72	2201.89	49.17	50.41
38	731	736	105.54	100	130	0.49	0.06	0.07	0.01	731	-0.05	2157.09	2201.88	44.79	46.04
39	736	742	130.34	100	130	0.41	0.05	0.05	0.01	736	-0.08	2141.71	2201.87	60.16	61.42
40	742	744	47.81	100	130	0.39	0.05	0.05	0.00	742	-0.02	2117.79	2201.87	84.08	85.34
41	744	745	11.69	100	130	0.38	0.05	0.05	0.00	744	-0.01	2109.26	2201.87	92.61	93.87
42	745	753	194.13	38	130	0.38	0.33	5.03	0.98	745	0.00	2108.27	2201.87	93.59	94.86
43	753	765	341.69	38	130	0.31	0.28	3.55	1.21	753	-0.06	2098.34	2200.89	102.55	104.79
44	765	774	188.06	38	130	0.22	0.19	1.78	0.34	765	-0.10	2068.91	2199.68	130.77	134.22
45	774	781	155.21	38	130	0.21	0.18	1.62	0.25	774	-0.01	2045.35	2199.34	153.99	157.78
46	781	789	145.83	38	130	0.19	0.17	1.47	0.21	781	-0.01	2036.65	2199.09	162.44	166.48
47	789	794	122.53	38	130	0.19	0.17	1.47	0.18	789	0.00	2047.46	2198.88	151.42	155.67
48	794	805	226.28	38	130	0.19	0.17	1.47	0.33	794	0.00	2057.32	2198.70	141.38	145.81
49	805	812	217.04	38	130	0.18	0.16	1.32	0.29	805	-0.01	2075.55	2198.36	122.81	127.58
50	812	821	237.38	38	130	0.16	0.14	1.05	0.25	812	-0.02	2082.51	2198.08	115.57	120.62
51	821	823	48.52	38	130	0.12	0.10	0.59	0.03	821	-0.04	2099.23	2197.83	98.60	103.90
52	823	824	26.49	38	130	0.10	0.09	0.41	0.01	823	-0.02	2095.64	2197.80	102.16	107.49
53	824	826	29.76	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	824	0.00	2093.93	2197.79	103.86	109.20
54	824	831	131.44	38	130	0.06	0.06	0.19	0.03	826	-0.03	2094.19	2197.79	103.60	108.94
55	831	834	90.02	38	130	0.04	0.04	0.09	0.01	831	-0.02	2093.78	2197.76	103.98	109.35
56	834	8341	10.00	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	834	-0.01	2094.43	2197.75	103.32	108.70
57	8341	839	90.67	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	8341	0.00	2094.43	2197.75	103.32	108.70
58										839	-0.03	2096.75	2197.75	101.00	106.38

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

Archivo Loop	Distribucion del sistema existente, Sector N°1 con demanda a 20 años
--------------	----------------------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	3.49
Previstas	-
# Tramos	57
# Nodos	58
Factor de Consumo	0.016
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
 Red de distribución del sistema existente del Sector N°1 Principal con demanda proyectada a 20 años, desde la salida del tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, hasta la llegada al punto #839

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permissible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	548	556	25.62	100	130	3.49	0.44	2.76	0.07	548 R	3.49	2203.13	2203.13	0.00	0.00
2	556	562	128.76	100	130	3.49	0.44	2.76	0.36	556	0.00	2200.92	2203.06	✅ 2.14	✅ 2.21
3	562	563	5.24	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	562	-0.34	2186.88	2202.70	✅ 15.82	✅ 16.25
4	563	561	24.47	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	563	0.00	2187.26	2202.70	✅ 15.44	✅ 15.87
5	562	569	93.08	100	130	3.12	0.40	2.24	0.21	561	-0.03	2189.12	2202.70	✅ 13.58	✅ 14.01
6	569	574	76.39	100	130	3.09	0.39	2.20	0.17	569	-0.03	2178.82	2202.50	✅ 23.67	✅ 24.31
7	574	579	89.61	100	130	3.03	0.39	2.12	0.19	574	-0.06	2170.54	2202.33	✅ 31.79	✅ 32.59
8	579	5791	10.00	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	579	0.00	2163.66	2202.14	✅ 38.48	✅ 39.47
9	5791	578	11.48	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	5791	0.00	2166.66	2202.14	✅ 35.48	✅ 36.47
10	5791	580	28.06	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	578	-0.02	2164.56	2202.14	✅ 37.58	✅ 38.57
11	579	584	90.05	100	130	2.99	0.38	2.08	0.19	580	-0.02	2161.83	2202.14	✅ 40.31	✅ 41.30
12	584	588	88.86	100	130	2.98	0.38	2.06	0.18	584	-0.02	2157.21	2201.95	✅ 44.74	✅ 45.92
13	588	594	86.94	100	130	2.88	0.37	1.93	0.17	588	-0.10	2147.85	2201.77	✅ 53.92	✅ 55.28
14	594	597	16.42	100	130	2.85	0.36	1.89	0.03	594	-0.03	2139.51	2201.60	✅ 62.09	✅ 63.62
15	597	601	74.98	100	130	2.82	0.36	1.85	0.14	597	-0.03	2138.87	2201.57	✅ 62.70	✅ 64.26
16	601	603	55.56	100	130	2.69	0.34	1.70	0.09	601	-0.13	2137.38	2201.43	✅ 64.05	✅ 65.75
17	603	609	93.18	100	130	2.59	0.33	1.59	0.15	603	-0.10	2138.24	2201.34	✅ 63.09	✅ 64.89
18	609	614	117.52	100	130	2.38	0.30	1.36	0.16	609	-0.21	2132.73	2201.19	✅ 68.46	🟡 70.40
19	614	6141	10.00	100	130	2.14	0.27	1.12	0.01	614	-0.24	2144.82	2201.03	✅ 56.21	✅ 58.31
20	6141	620	117.98	100	130	2.14	0.27	1.12	0.13	6141	0.00	2144.82	2201.02	✅ 56.20	✅ 58.31
21	620	622	58.01	100	130	0.16	0.02	0.01	0.00	620	-0.19	2140.31	2200.88	✅ 60.57	✅ 62.82
22	620	626	117.38	100	130	1.79	0.23	0.80	0.09	622	-0.16	2136.54	2200.88	✅ 64.34	✅ 66.59
23	626	631	167.24	100	130	1.64	0.21	0.68	0.11	626	-0.14	2145.21	2200.79	✅ 55.58	✅ 57.92
24	631	636	131.28	100	130	1.53	0.19	0.60	0.08	631	-0.11	2151.76	2200.68	✅ 48.92	✅ 51.37
25	636	637	10.65	100	130	0.35	0.05	0.04	0.00	636	-0.13	2156.18	2200.60	✅ 44.42	✅ 46.95
26	637	643	70.37	100	130	0.35	0.05	0.04	0.00	637	0.00	2154.78	2200.60	✅ 45.82	✅ 48.35
27	643	644	38.72	100	130	0.29	0.04	0.03	0.00	643	-0.06	2144.61	2200.59	✅ 55.98	✅ 58.52
28	644	654	177.85	38	130	0.29	0.26	3.07	0.55	644	0.00	2140.27	2200.59	✅ 60.32	✅ 62.86
29	654	668	175.92	12	130	0.19	1.71	397.58	69.94	654	-0.10	2123.80	2200.05	🟡 76.25	🟡 79.33
30	668	683	51.65	12	130	0.03	0.28	14.45	0.75	668	-0.02	2080.76	2130.10	✅ 49.34	🟡 122.37

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Pérdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
31	668	675	147.42	38	130	0.14	0.13	0.85	0.13	683	-0.03	2086.83	2129.36	✓ 42.53	🟡 116.30
32	675	682	101.34	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	675	-0.13	2063.79	2129.98	✓ 66.19	🟡 139.34
33	636	716	12.10	100	130	1.05	0.13	0.30	0.00	682	-0.02	2044.52	2129.98	🟡 85.46	🟡 158.61
34	716	715	2.31	100	130	0.00	0.00	0.00	0.00	716	0.00	2157.39	2200.59	✓ 43.20	✓ 45.74
35	716	719	55.20	100	130	1.05	0.13	0.30	0.02	715	0.00	2157.44	2200.59	✓ 43.15	✓ 45.69
36	719	724	140.53	100	130	1.00	0.13	0.27	0.04	719	-0.05	2158.85	2200.58	✓ 41.73	✓ 44.28
37	724	731	104.48	100	130	0.80	0.10	0.18	0.02	724	-0.19	2152.72	2200.54	✓ 47.82	✓ 50.41
38	731	736	105.54	100	130	0.72	0.09	0.15	0.02	731	-0.08	2157.09	2200.52	✓ 43.43	✓ 46.04
39	736	742	130.34	100	130	0.61	0.08	0.11	0.01	736	-0.11	2141.71	2200.50	✓ 58.79	✓ 61.42
40	742	744	47.81	100	130	0.58	0.07	0.10	0.00	742	-0.03	2117.79	2200.49	🟡 82.70	🟡 85.34
41	744	745	11.69	100	130	0.56	0.07	0.09	0.00	744	-0.02	2109.26	2200.49	🟡 91.22	🟡 93.87
42	745	753	194.13	38	130	0.56	0.50	10.51	2.04	745	0.00	2108.27	2200.48	🟡 92.21	🟡 94.86
43	753	765	341.69	38	130	0.47	0.41	7.42	2.54	753	-0.10	2098.34	2198.44	🟡 100.10	🟡 104.79
44	765	774	188.06	38	130	0.32	0.28	3.73	0.70	765	-0.14	2068.91	2195.91	🟡 127.00	🟡 134.22
45	774	781	155.21	38	130	0.31	0.27	3.39	0.53	774	-0.02	2045.35	2195.21	🟡 149.86	🟡 157.78
46	781	789	145.83	38	130	0.29	0.26	3.07	0.45	781	-0.02	2036.65	2194.68	🟡 158.03	🟡 166.48
47	789	794	122.53	38	130	0.29	0.26	3.07	0.38	789	0.00	2047.46	2194.23	🟡 146.77	🟡 155.67
48	794	805	226.28	38	130	0.29	0.26	3.07	0.69	794	0.00	2057.32	2193.86	🟡 136.54	🟡 145.81
49	805	812	217.04	38	130	0.27	0.24	2.76	0.60	805	-0.02	2075.55	2193.16	🟡 117.61	🟡 127.58
50	812	821	237.38	38	130	0.24	0.21	2.19	0.52	812	-0.03	2082.51	2192.56	🟡 110.05	🟡 120.62
51	821	823	48.52	38	130	0.18	0.16	1.23	0.06	821	-0.06	2099.23	2192.04	🟡 92.81	🟡 103.90
52	823	824	26.49	38	130	0.14	0.13	0.85	0.02	823	-0.03	2095.64	2191.98	🟡 96.34	🟡 107.49
53	824	826	29.76	38	130	0.05	0.04	0.11	0.00	824	0.00	2093.93	2191.96	🟡 98.03	🟡 109.20
54	824	831	131.44	38	130	0.10	0.09	0.40	0.05	826	-0.05	2094.19	2191.96	🟡 97.76	🟡 108.94
55	831	834	90.02	38	130	0.06	0.06	0.19	0.02	831	-0.03	2093.78	2191.91	🟡 98.13	🟡 109.35
56	834	8341	10.00	38	130	0.05	0.04	0.11	0.00	834	-0.02	2094.43	2191.89	🟡 97.46	🟡 108.70
57	8341	839	90.67	38	130	0.05	0.04	0.11	0.01	8341	0.00	2094.43	2191.89	🟡 97.46	🟡 108.70
58										839	-0.05	2096.75	2191.88	🟡 95.13	🟡 106.38

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

Archivo Loop	Distribución Sistema N°2 Bajo Canet, sistema existente.
--------------	---------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	0.92
Previstas	-
# Tramos	29
# Nodos	30
Factor de Consumo	0.01
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción

Red de distribución del sistema existente del Sector N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, punto #366, hasta la llegada al punto #488

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permissible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	366	343	38.59	25	130	0.06	0.13	1.48	0.06	366 R	0.92	2199.80	2199.80	0.00	0.00
2	343	340	23.88	25	130	0.06	0.13	1.48	0.04	343	0.00	2197.52	2199.74	✅ 2.22	✅ 2.28
3	366	372	134.37	38	130	0.85	0.75	22.66	3.04	340	-0.06	2198.74	2199.71	✅ 0.97	✅ 1.06
4	372	377	140.13	38	130	0.78	0.69	19.08	2.67	372	-0.08	2192.32	2196.76	✅ 4.44	✅ 7.48
5	377	379	33.23	38	130	0.69	0.61	15.35	0.51	377	-0.09	2182.27	2194.08	✅ 11.81	✅ 17.53
6	379	381	28.16	38	130	0.04	0.04	0.09	0.00	379	-0.03	2177.54	2193.57	✅ 16.03	✅ 22.26
7	381	384	33.12	12	130	0.04	0.38	24.91	0.82	381	0.00	2174.46	2193.57	✅ 19.11	✅ 25.34
8	384	390	68.27	12	130	0.04	0.38	24.91	1.70	384	0.00	2171.31	2192.74	✅ 21.43	✅ 28.49
9	379	395	36.58	38	130	0.62	0.54	12.39	0.45	390	-0.04	2163.45	2191.04	✅ 27.59	✅ 36.35
10	395	402	138.05	38	130	0.62	0.54	12.39	1.71	395	0.00	2167.71	2193.12	✅ 25.41	✅ 32.09
11	402	405	36.84	100	130	0.59	0.08	0.10	0.00	402	-0.02	2140.48	2191.41	✅ 50.93	✅ 59.32
12	405	422	141.50	100	130	0.57	0.07	0.10	0.01	405	-0.02	2134.96	2191.40	✅ 56.44	✅ 64.84
13	422	426	74.45	50	130	0.03	0.02	0.01	0.00	422	-0.16	2118.58	2191.39	🟡 72.81	🟡 81.22
14	422	427	31.57	100	130	0.38	0.05	0.05	0.00	426	-0.03	2114.83	2191.39	🟡 76.56	🟡 84.97
15	427	434	141.74	100	130	0.37	0.05	0.04	0.01	427	-0.01	2115.91	2191.39	🟡 75.48	🟡 83.89
16	434	444	147.73	100	130	0.01	0.00	0.00	0.00	434	-0.02	2093.42	2191.38	🟡 97.96	🟡 106.38
17	434	435	17.12	100	130	0.33	0.04	0.04	0.00	444	-0.01	2076.92	2191.38	🟡 114.46	🟡 122.88
18	435	449	37.41	38	130	0.33	0.30	4.01	0.15	435	0.00	2090.82	2191.38	🟡 100.56	🟡 108.98
19	449	452	67.46	38	130	0.32	0.29	3.78	0.25	449	-0.01	2089.14	2191.23	🟡 102.09	🟡 110.66
20	452	454	27.25	38	130	0.31	0.28	3.55	0.10	452	-0.01	2097.76	2190.98	🟡 93.22	🟡 102.04
21	454	455	17.62	38	130	0.31	0.28	3.55	0.06	454	0.00	2100.57	2190.88	🟡 90.31	🟡 99.23
22	455	463	178.70	38	130	0.31	0.28	3.55	0.63	455	0.00	2101.19	2190.82	🟡 89.63	🟡 98.61
23	463	466	78.74	38	130	0.30	0.27	3.33	0.26	463	-0.01	2093.52	2190.18	🟡 96.66	🟡 106.28
24	466	471	80.03	38	130	0.30	0.27	3.33	0.27	466	0.00	2085.89	2189.92	🟡 104.03	🟡 113.91
25	471	479	118.47	38	130	0.29	0.26	3.11	0.37	471	-0.01	2089.81	2189.66	🟡 99.85	🟡 109.99
26	479	482	90.62	38	130	0.29	0.26	3.11	0.28	479	0.00	2074.43	2189.29	🟡 114.86	🟡 125.37
27	482	490	209.04	38	130	0.12	0.10	0.59	0.12	482	0.00	2061.22	2189.01	🟡 127.79	🟡 138.58
28	490	492	36.24	38	130	0.01	0.01	0.01	0.00	490	-0.11	2071.00	2188.88	🟡 117.88	🟡 128.80
29	482	488	191.11	38	130	0.17	0.15	1.18	0.23	492	-0.01	2067.14	2188.88	🟡 121.74	🟡 132.66
										488	-0.17	2070.80	2188.78	🟡 117.98	🟡 129.00

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

Archivo Loop	Distribución Sistema existente Sector N°2 Bajo Canet, con proyección a 20 años
--------------	--------------------------------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	1.30
Previstas	-
# Tramos	29
# Nodos	30
Factor de Consumo	0.016
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
 Red de distribución existente, Sector N°2 Bajo Canet, con proyección a 20 años, desde la salida del tanque de almacenamiento N°2 Bajo Canet, punto #366, hasta la llegada al punto #488

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	366	343	38.59	25	130	0.10	0.20	3.09	0.12	366 R	1.30	2199.80	2199.80	0.00	0.00
2	343	340	23.88	25	130	0.10	0.20	3.09	0.07	343	0.00	2197.52	2199.68	✅ 2.16	✅ 2.28
3	366	372	134.37	38	130	1.21	1.06	43.10	5.79	340	-0.10	2198.74	2199.61	✅ 0.87	✅ 1.06
4	372	377	140.13	38	130	1.10	0.97	35.96	5.04	372	-0.11	2192.32	2194.01	✅ 1.69	✅ 7.48
5	377	379	33.23	38	130	0.97	0.85	28.53	0.95	377	-0.13	2182.27	2188.97	✅ 6.70	✅ 17.53
6	379	381	28.16	38	130	0.06	0.06	0.19	0.01	379	-0.05	2177.54	2188.02	✅ 10.48	✅ 22.26
7	381	384	33.12	12	130	0.06	0.57	52.09	1.73	381	0.00	2174.46	2188.02	✅ 13.56	✅ 25.34
8	384	390	68.27	12	130	0.06	0.57	52.09	3.56	384	0.00	2171.31	2186.29	✅ 14.98	✅ 28.49
9	379	395	36.58	38	130	0.85	0.75	22.68	0.83	390	-0.06	2163.45	2182.74	✅ 19.29	✅ 36.35
10	395	402	138.05	38	130	0.85	0.75	22.68	3.13	395	0.00	2167.71	2187.19	✅ 19.48	✅ 32.09
11	402	405	36.84	100	130	0.82	0.10	0.19	0.01	402	-0.03	2140.48	2184.06	✅ 43.58	✅ 59.32
12	405	422	141.50	100	130	0.79	0.10	0.18	0.02	405	-0.03	2134.96	2184.05	✅ 49.09	✅ 64.84
13	422	426	74.45	50	130	0.05	0.02	0.03	0.00	422	-0.18	2118.58	2184.03	✅ 65.45	🟡 81.22
14	422	427	31.57	100	130	0.56	0.07	0.09	0.00	426	-0.05	2114.83	2184.03	✅ 69.20	🟡 84.97
15	427	434	141.74	100	130	0.55	0.07	0.09	0.01	427	-0.02	2115.91	2184.03	✅ 68.12	🟡 83.89
16	434	444	147.73	100	130	0.02	0.00	0.00	0.00	434	-0.03	2093.42	2184.01	🟡 90.59	🟡 106.38
17	434	435	17.12	100	130	0.50	0.06	0.08	0.00	444	-0.02	2076.92	2184.01	🟡 107.09	🟡 122.88
18	435	449	37.41	38	130	0.50	0.44	8.40	0.31	435	0.00	2090.82	2184.01	🟡 93.19	🟡 108.98
19	449	452	67.46	38	130	0.48	0.43	7.90	0.53	449	-0.02	2089.14	2183.70	🟡 94.56	🟡 110.66
20	452	454	27.25	38	130	0.47	0.41	7.42	0.20	452	-0.02	2097.76	2183.17	🟡 85.41	🟡 102.04
21	454	455	17.62	38	130	0.47	0.41	7.42	0.13	454	0.00	2100.57	2182.96	🟡 82.39	🟡 99.23
22	455	463	178.70	38	130	0.47	0.41	7.42	1.33	455	0.00	2101.19	2182.83	🟡 81.64	🟡 98.61
23	463	466	78.74	38	130	0.45	0.40	6.95	0.55	463	-0.02	2093.52	2181.51	🟡 87.99	🟡 106.28
24	466	471	80.03	38	130	0.45	0.40	6.95	0.56	466	0.00	2085.89	2180.96	🟡 95.07	🟡 113.91
25	471	479	118.47	38	130	0.43	0.38	6.50	0.77	471	-0.02	2089.81	2180.40	🟡 90.59	🟡 109.99
26	479	482	90.62	38	130	0.43	0.38	6.50	0.59	479	0.00	2074.43	2179.63	🟡 105.20	🟡 125.37
27	482	490	209.04	38	130	0.18	0.16	1.23	0.26	482	0.00	2061.22	2179.04	🟡 117.82	🟡 138.58
28	490	492	36.24	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	490	-0.16	2071.00	2178.78	🟡 107.78	🟡 128.80
29	482	488	191.11	38	130	0.26	0.23	2.47	0.47	492	-0.02	2067.14	2178.78	🟡 111.64	🟡 132.66
										488	-0.26	2070.80	2178.57	🟡 107.77	🟡 129.00

ARCHIVO LOOP: Distribucion sistema existente

Archivo Loop	Distribucion existente Sector N°2 Bajo Canet, Demanda Actual
--------------	--------------------------------------------------------------

Caudal (L/s)	0.17
Previstas	-
# Tramos	7
# Nodos	8
Factor de Consumo	0.01
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Red de distribución del sistema existente: Sector N°2 Bajo Canet, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión existente, punto #488, hasta la llegada al punto #524

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Pérdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	488	495	118.70	50	130	0.17	0.09	0.31	0.04	488 R	0.17	2070.80	2095.80	25.00	25.00
2	495	504	170.00	50	130	0.17	0.09	0.31	0.05	495	0.00	2059.90	2095.76	✅ 35.86	✅ 35.90
3	504	507	61.81	50	130	0.16	0.08	0.28	0.02	504	-0.01	2046.18	2095.71	✅ 49.53	✅ 49.62
4	507	510	69.77	50	130	0.16	0.08	0.28	0.02	507	0.00	2053.56	2095.69	✅ 42.13	✅ 42.24
5	510	514	81.04	50	130	0.15	0.08	0.24	0.02	510	-0.01	2052.60	2095.67	✅ 43.07	✅ 43.20
6	514	521	232.71	50	130	0.06	0.03	0.05	0.01	514	-0.09	2048.40	2095.66	✅ 47.25	✅ 47.40
7	521	524	47.73	50	130	0.06	0.03	0.05	0.00	521	0.00	2016.93	2095.64	🟡 78.71	🟡 78.87
										524	-0.06	2010.87	2095.64	🟡 84.77	🟡 84.93

Archivo Loop	Diseño Línea de conducción, Salida desde la Naciente La Chonta 3 hasta entrada a La Chonta 2
CLCLCD1	

Caudal (L/s)	1.51
Previstas	-
# Tramos	4
# Nodos	5
Factor de Consumo	1.00
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Análisis de la línea de conducción existente, desde la salida de la naciente N°3 La Chonta 3, punto #2, hasta la llegada al punto de reunión de la naciente N°2 La Chonta 2, punto #5.

Leyenda	
Presion Alta	!
Presion Permisible	✓
Presion Negativa	✗
Punto Inicial	R
Velocidad Alta	!
Velocidad Baja	✗

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
	1	2													
1	2	3	13.69	50	130	1.51	0.77	17.12	0.23	2 R	1.51	2280.68	2280.68	0.00	0.00
2	3	4	12.91	50	130	1.51	0.77	17.12	0.22	3	0.00	2278.94	2280.45	✓ 1.51	✓ 1.74
3	4	6	5.66	50	130	1.51	0.77	17.12	0.10	4	0.00	2275.27	2280.23	✓ 4.95	✓ 5.41
4	6	5	13.45	50	130	1.51	0.77	17.12	0.23	6	0.00	2274.52	2280.13	✓ 5.61	✓ 6.16
										5	-1.51	2272.75	2279.90	✓ 7.15	✓ 7.93

ARCHIVO LOOP: Diseño Conducción

Archivo Loop	Diseño línea Conducción, desde la salida del punto de reunión de la naciente La Chonta 3 y La Chonta 2, hasta la entrada al tanque de reunión a colocar, punto #31
CLCLCD2	

Caudal (L/s)	3.09
Previstas	-
# Tramos	18
# Nodos	19
Factor de Consumo	1.00
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la línea de conducción desde la salida de la naciente N°2 La Chonta 2, punto #5, hasta la llegada al tanque de reunión a colocar, punto #31.

Leyenda	
Presion Alta	⚠
Presion Permissible	✓
Presion Negativa	✗
Punto Inicial	R
Velocidad Alta	⚠
Velocidad Baja	✗

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion	
	Dinámica (m)	Estática (m)													
1	5	7	6.74	75	130	3.09	0.70	8.94	0.06	5 R	3.09	2272.75	2272.75	0.00	0.00
2	7	9	11.06	75	130	3.09	0.70	8.94	0.10	7	0.00	2271.85	2272.69	✓ 0.84	✓ 0.90
3	9	11	16.38	75	130	3.09	0.70	8.94	0.15	9	0.00	2269.16	2272.59	✓ 3.43	✓ 3.59
4	11	12	13.04	75	130	3.09	0.70	8.94	0.12	11	0.00	2264.36	2272.44	✓ 8.08	✓ 8.39
5	12	13	8.66	75	130	3.09	0.70	8.94	0.08	12	0.00	2262.41	2272.33	✓ 9.92	✓ 10.34
6	13	14	13.59	75	130	3.09	0.70	8.94	0.12	13	0.00	2261.44	2272.25	✓ 10.81	✓ 11.31
7	14	15	19.57	75	130	3.09	0.70	8.94	0.17	14	0.00	2262.02	2272.13	✓ 10.11	✓ 10.73
8	15	18	16.78	75	130	3.09	0.70	8.94	0.15	15	0.00	2260.85	2271.95	✓ 11.10	✓ 11.90
9	18	19	4.60	75	130	3.09	0.70	8.94	0.04	18	0.00	2260.04	2271.80	✓ 11.76	✓ 12.71
10	19	20	15.12	75	130	3.09	0.70	8.94	0.14	19	0.00	2260.41	2271.76	✓ 11.35	✓ 12.34
11	20	21	14.77	75	130	3.09	0.70	8.94	0.13	20	0.00	2261.37	2271.63	✓ 10.26	✓ 11.38
12	21	22	15.24	75	130	3.09	0.70	8.94	0.14	21	0.00	2261.79	2271.50	✓ 9.71	✓ 10.96
13	22	23	20.45	75	130	3.09	0.70	8.94	0.18	22	0.00	2261.18	2271.36	✓ 10.18	✓ 11.57
14	23	24	18.11	75	130	3.09	0.70	8.94	0.16	23	0.00	2258.70	2271.18	✓ 12.48	✓ 14.05
15	24	25	13.04	75	130	3.09	0.70	8.94	0.12	24	0.00	2259.13	2271.02	✓ 11.89	✓ 13.62
16	25	27	10.71	75	130	3.09	0.70	8.94	0.10	25	0.00	2257.81	2270.90	✓ 13.09	✓ 14.94
17	27	29	33.87	75	130	3.09	0.70	8.94	0.30	27	0.00	2255.92	2270.80	✓ 14.88	✓ 16.83
18	29	31	22.68	75	130	3.09	0.70	8.94	0.20	29	0.00	2254.51	2270.50	✓ 15.99	✓ 18.24
										31	-3.09	2253.26	2270.30	✓ 17.04	✓ 19.49

Archivo Loop	Diseño línea de conducción desde la Naciente La Chonta 1 hasta punto de reunión #31
CLCLCD3	

Caudal (L/s)	0.78
Previstas	-
# Tramos	14
# Nodos	15
Factor de Consumo	1.00
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la línea de conducción desde la salida de la naciente N°1 La Chonta 1, punto #12, hasta la llegada al tanque de reunión a colocar, punto #31.

Leyenda	
Presion Alta	!
Presion Permissible	✓
Presion Negativa	✗
Punto Inicial	R
Velocidad Alta	!
Velocidad Baja	✗

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)		Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)		
							✗	!										
1	12	13	8.66	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.04	12	R	0.78	2262.41	2262.41	0.00	0.00
2	13	14	13.59	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.06	13		0.00	2261.44	2262.37	✓ 0.93	✓ 0.97
3	14	15	19.57	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.09	14		0.00	2262.02	2262.31	✓ 0.29	✓ 0.39
4	15	18	16.78	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.08	15		0.00	2260.85	2262.22	✓ 1.37	✓ 1.56
5	18	19	4.60	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.02	18		0.00	2260.04	2262.14	✓ 2.10	✓ 2.37
6	19	20	15.12	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.07	19		0.00	2260.41	2262.12	✓ 1.71	✓ 2.00
7	20	21	14.77	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.07	20		0.00	2261.37	2262.05	✓ 0.68	✓ 1.04
8	21	22	15.24	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.07	21		0.00	2261.79	2261.98	✓ 0.19	✓ 0.62
9	22	23	20.45	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.09	22		0.00	2261.18	2261.91	✓ 0.73	✓ 1.23
10	23	24	18.11	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.08	23		0.00	2258.70	2261.82	✓ 3.12	✓ 3.71
11	24	25	13.04	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.06	24		0.00	2259.13	2261.74	✓ 2.61	✓ 3.28
12	25	27	10.71	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.05	25		0.00	2257.81	2261.68	✓ 3.87	✓ 4.60
13	27	29	33.87	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.16	27		0.00	2255.92	2261.63	✓ 5.71	✓ 6.49
14	29	31	22.68	51	130	0.78	✗	!	0.38	4.58	0.10	29		0.00	2254.51	2261.47	✓ 6.96	✓ 7.90
												31		-0.78	2253.26	2261.37	✓ 8.11	✓ 9.15

ARCHIVO LOOP: Diseño Conducción

Archivo Loop	Diseño línea de conducción, desde la salida del tanque de reunión a colocar, punto #31
CLCLCD4	

Caudal (L/s)	3.87
Previstas	-
# Tramos	47
# Nodos	48
Factor de Consumo	1.00
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la línea de conducción desde la salida del tanque de reunión a colocar, punto#31, hasta la entrada al tanque de almacenamiento Principal N°1, punto #548, y tanque de almacenamiento a colocar, punto #534.

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permissible	✅
Presion Negativa	❌
Punto Inicial	R
Velocidad Alta	⚠️
Velocidad Baja	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	31	32	18.67	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.06	31 R	3.87	2253.26	2253.26	0.00	0.00
2	32	34	17.57	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.06	32	0.00	2250.68	2253.20	✅ 2.52	✅ 2.58
3	34	36	29.64	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.09	34	0.00	2247.00	2253.15	✅ 6.14	✅ 6.26
4	36	43	52.56	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.17	36	0.00	2239.45	2253.05	✅ 13.60	✅ 13.81
5	43	53	46.38	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.15	43	0.00	2206.31	2252.88	✅ 46.57	✅ 46.95
6	53	54	22.89	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.07	53	0.00	2184.83	2252.74	✅ 67.91	✅ 68.43
7	54	63	71.49	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.23	54	0.00	2190.57	2252.66	✅ 62.09	✅ 62.69
8	63	68	41.03	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.13	63	0.00	2202.52	2252.44	✅ 49.92	✅ 50.74
9	68	71	35.52	101	130	3.87	❌ 0.48	3.18	0.11	68	0.00	2185.84	2252.31	✅ 66.47	✅ 67.42
10	71	79	116.78	75	130	3.87	0.88	13.55	1.58	71	0.00	2188.10	2252.19	✅ 64.09	✅ 65.16
11	79	82	18.37	75	130	3.87	0.88	13.55	0.25	79	0.00	2167.88	2250.61	🟡 82.73	🟡 85.38
12	82	89	68.62	75	130	3.87	0.88	13.55	0.93	82	0.00	2169.16	2250.36	🟡 81.20	🟡 84.10
13	89	93	17.12	75	130	3.87	0.88	13.55	0.23	89	0.00	2188.26	2249.43	✅ 61.17	✅ 65.00
14	93	98	56.86	75	130	3.87	0.88	13.55	0.77	93	0.00	2195.91	2249.20	✅ 53.29	✅ 57.35
15	98	103	37.46	75	130	3.87	0.88	13.55	0.51	98	0.00	2198.46	2248.43	✅ 49.97	✅ 54.80
16	103	112	57.81	75	130	3.87	0.88	13.55	0.78	103	0.00	2187.25	2247.92	✅ 60.67	✅ 66.01
17	112	115	28.64	75	130	3.87	0.88	13.55	0.39	112	0.00	2151.34	2247.14	🟡 95.80	🟡 101.92
18	115	121	48.44	75	130	3.87	0.88	13.55	0.66	115	0.00	2158.46	2246.75	🟡 88.29	🟡 94.80
19	121	129	80.72	75	130	3.87	0.88	13.55	1.09	121	0.00	2170.43	2246.09	🟡 75.66	🟡 82.83
20	129	137	96.21	75	130	3.87	0.88	13.55	1.30	129	0.00	2189.74	2245.00	✅ 55.26	✅ 63.52
21	137	143	184.16	75	130	3.87	0.88	13.55	2.50	137	0.00	2181.12	2243.69	✅ 62.57	🟡 72.14
22	143	147	88.56	75	130	3.87	0.88	13.55	1.20	143	0.00	2166.89	2241.20	🟡 74.31	🟡 86.37
37	147	1561	95.62	76	130	3.87	0.85	12.71	1.22	147	0.00	2179.37	2240.00	✅ 60.63	🟡 73.89
38	1561	159	45.15	76	130	3.87	0.85	12.71	0.57	1561	0.00	2165.45	2238.78	🟡 73.33	🟡 87.81
39	159	1571	21.85	76	130	3.87	0.85	12.71	0.28	159	0.00	2160.99	2238.21	🟡 77.22	🟡 92.27
40	1571	166	159.52	76	130	3.87	0.85	12.71	2.03	1571	0.00	2162.43	2237.93	🟡 75.50	🟡 90.83
41	166	195	113.95	76	130	3.87	0.85	12.71	1.45	166	0.00	2174.37	2235.91	✅ 61.53	🟡 78.89
42	195	197	61.28	76	130	3.87	0.85	12.71	0.78	195	0.00	2187.57	2234.46	✅ 46.89	✅ 65.69
43	197	211	262.35	76	130	3.87	0.85	12.71	3.33	197	0.00	2190.90	2233.68	✅ 42.78	✅ 62.36
44	211	213	88.12	76	130	3.87	0.85	12.71	1.12	211	0.00	2200.13	2230.35	✅ 30.21	✅ 53.13
45	213	218	115.34	76	130	3.87	0.85	12.71	1.47	213	0.00	2212.18	2229.23	✅ 17.04	✅ 41.08

ARCHIVO LOOP: Diseño Conducción

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
46	218	220	80.89	76	130	3.87	0.85	12.71	1.03	218	0.00	2219.51	2227.76	✓ 8.25	✓ 33.75
47	220	223	12.00	76	130	3.87	0.85	12.71	0.15	220	0.00	2223.36	2226.73	✓ 3.37	✓ 29.90
48	223	226	106.17	76	130	3.87	0.85	12.71	1.35	223	0.00	2223.91	2226.58	✓ 2.67	✓ 29.35
49	226	229	134.60	76	130	3.87	0.85	12.71	1.71	226	0.00	2220.90	2225.23	✓ 4.33	✓ 32.36
50	229	231	95.20	76	130	3.87	0.85	12.71	1.21	229	0.00	2218.75	2223.52	✓ 4.77	✓ 34.51
51	231	302	120.42	76	130	3.87	0.85	12.71	1.53	231	0.00	2217.55	2222.31	✓ 4.76	✓ 35.71
52	302	304	9.50	76	130	3.87	0.85	12.71	0.12	302	0.00	2209.81	2220.78	✓ 10.97	✓ 43.45
53	304	312	187.65	75	130	3.87	0.88	13.55	2.54	304	0.00	2209.35	2220.66	✓ 11.31	✓ 43.91
54	312	317	117.07	75	130	3.87	0.88	13.55	1.59	312	0.00	2199.54	2218.12	✓ 18.58	✓ 53.72
55	317	320	137.28	75	130	3.87	0.88	13.55	1.86	317	0.00	2201.44	2216.53	✓ 15.09	✓ 51.82
56	320	327	133.28	75	130	3.87	0.88	13.55	1.81	320	0.00	2196.99	2214.67	✓ 17.68	✓ 56.27
57	327	334	113.29	75	130	3.87	0.88	13.55	1.54	327	0.00	2200.78	2212.86	✓ 12.08	✓ 52.48
58	334	539	164.97	75	130	3.00	0.68	8.46	1.40	334	0.00	2204.99	2211.33	✓ 6.34	✓ 48.27
59	539	546	153.44	75	130	3.00	0.68	8.46	1.30	539	0.00	2204.85	2209.93	✓ 5.08	✓ 48.41
60	546	548	11.16	75	130	3.00	0.68	8.46	0.09	546	0.00	2203.56	2208.63	✓ 5.07	✓ 49.70
61	334	534	41.26	76	130	0.87	✗ 0.19	0.80	0.03	548	-3.00	2203.13	2208.54	✓ 5.41	✓ 50.13
										534	-0.87	2207.09	2211.29	✓ 4.20	✓ 46.17

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución Sistema Principal N°1, desde salida del tanque de almacenamiento pto#548 hasta entrada a VRP #1 (Punto #644) y VRP #3 (Punto #793).
CEDRAL1	

Caudal (L/s)	3.49
Previstas	-
# Tramos	35
# Nodos	36
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida del Tanque de Almacenamiento Existente Principal y tanque de almacenamiento N°2 a colocar, punto #548, hasta la llegada a la Válvula Reductora de Presión #1 a colocar, punto #644, y Válvula Reductora de Presión #3 a colocar, punto #739.

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)	Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	548 556	25.62	100	130	3.49	0.44	2.76	0.07	548 R	3.49	2203.13	2203.13	0.00	0.00
2	556 562	128.76	100	130	3.49	0.44	2.76	0.36	556	0.00	2200.92	2203.06	✅ 2.14	✅ 2.21
3	562 563	5.24	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	562	-0.34	2186.88	2202.70	✅ 15.82	✅ 16.25
4	563 561	24.47	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	563	0.00	2187.26	2202.70	✅ 15.44	✅ 15.87
5	562 569	93.08	100	130	3.12	0.40	2.24	0.21	561	-0.03	2189.12	2202.70	✅ 13.58	✅ 14.01
6	569 574	76.39	100	130	3.09	0.39	2.20	0.17	569	-0.03	2178.82	2202.50	✅ 23.67	✅ 24.31
7	574 579	89.61	100	130	3.03	0.39	2.12	0.19	574	-0.06	2170.54	2202.33	✅ 31.79	✅ 32.59
8	579 5791	10.00	38	130	0.03	0.03	0.05	0.00	579	0.00	2163.66	2202.14	✅ 38.48	✅ 39.47
9	5791 578	11.48	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	5791	0.00	2163.66	2202.14	✅ 38.48	✅ 39.47
10	5791 580	28.06	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	578	-0.02	2164.56	2202.14	✅ 37.58	✅ 38.57
11	579 584	90.05	100	130	2.99	0.38	2.08	0.19	580	-0.02	2161.83	2202.14	✅ 40.31	✅ 41.30
12	584 588	88.86	100	130	2.98	0.38	2.06	0.18	584	-0.02	2157.21	2201.95	✅ 44.74	✅ 45.92
13	588 594	86.94	100	130	2.88	0.37	1.93	0.17	588	-0.10	2147.85	2201.77	✅ 53.92	✅ 55.28
14	594 597	16.42	100	130	2.85	0.36	1.89	0.03	594	-0.03	2139.51	2201.60	✅ 62.09	✅ 63.62
15	597 601	74.98	100	130	2.82	0.36	1.85	0.14	597	-0.03	2138.87	2201.57	✅ 62.70	✅ 64.26
16	601 603	55.56	100	130	2.69	0.34	1.70	0.09	601	-0.13	2137.38	2201.43	✅ 64.05	✅ 65.75
17	603 609	93.18	100	130	2.59	0.33	1.59	0.15	603	-0.10	2138.24	2201.34	✅ 63.09	✅ 64.89
18	609 614	117.52	100	130	2.38	0.30	1.36	0.16	609	-0.21	2132.73	2201.19	✅ 68.46	🟡 70.40
19	614 6141	10.00	100	130	2.14	0.27	1.12	0.01	614	-0.24	2144.82	2201.03	✅ 56.21	✅ 58.31
20	6141 620	117.98	100	130	2.14	0.27	1.12	0.13	6141	0.00	2144.82	2201.02	✅ 56.20	✅ 58.31
21	620 622	58.01	100	130	0.16	0.02	0.01	0.00	620	-0.19	2140.31	2200.88	✅ 60.57	✅ 62.82
22	620 626	117.38	100	130	1.79	0.23	0.80	0.09	622	-0.16	2136.54	2200.88	✅ 64.34	✅ 66.59
23	626 631	167.24	100	130	1.64	0.21	0.68	0.11	626	-0.14	2145.21	2200.79	✅ 55.58	✅ 57.92
24	631 636	131.28	100	130	1.53	0.19	0.60	0.08	631	-0.11	2151.76	2200.68	✅ 48.92	✅ 51.37
25	636 637	10.65	100	130	0.35	0.05	0.04	0.00	636	-0.13	2156.18	2200.60	✅ 44.42	✅ 46.95
26	637 643	70.37	100	130	0.35	0.05	0.04	0.00	637	0.00	2154.78	2200.60	✅ 45.82	✅ 48.35
27	643 644	38.72	100	130	0.29	0.04	0.03	0.00	643	-0.06	2144.61	2200.59	✅ 55.98	✅ 58.52
28	636 716	12.10	100	130	1.05	0.13	0.30	0.00	644	-0.29	2140.27	2200.59	✅ 60.32	✅ 62.86
29	716 715	2.31	100	130	0.00	0.00	0.00	0.00	716	0.00	2157.39	2200.59	✅ 43.20	✅ 45.74

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Pérdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion	
	Dinámica (m)	Estática (m)													
30	716	719	55.20	100	130	1.05	0.13	0.30	0.02	715	0.00	2157.44	2200.59	✓ 43.15	✓ 45.69
31	719	724	140.53	100	130	1.00	0.13	0.27	0.04	719	-0.05	2158.85	2200.58	✓ 41.73	✓ 44.28
32	724	731	104.48	100	130	0.80	0.10	0.18	0.02	724	-0.19	2152.72	2200.54	✓ 47.82	✓ 50.41
33	731	736	105.54	100	130	0.72	0.09	0.15	0.02	731	-0.08	2157.09	2200.52	✓ 43.43	✓ 46.04
34	736	739	52.85	100	130	0.61	0.08	0.11	0.01	736	-0.11	2141.71	2200.50	✓ 58.79	✓ 61.42
35	739	7391	1.00	100	130	0.58	0.07	0.10	0.00	739	-0.03	2131.08	2200.50	✓ 69.42	⚠ 72.05
36										7391	-0.58	2131.08	2200.50	✓ 69.42	⚠ 72.05

Archivo Loop	Diseño red de distribución Sistema Principal N°1, desde la salida de VRP #3 (Punto #739) hasta el final del ramal.
CEDRAL1A	

Caudal (L/s)	0.58
Previstas	-
# Tramos	28
# Nodos	29
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión #3 a colocar, punto #739, hasta la llegada a la Válvula Reductora de Presión #4 a colocar, punto #765 y el final del ramal, punto #839.

Leyenda	
Presion Alta	!
Presion Permisible	✓
Presion Negativa	✗

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	739	742	77.49	100	130	0.34	0.04	0.04	0.00	739 R	0.58	2131.08	2156.08	25.00	25.00
2	742	744	47.81	100	130	0.34	0.04	0.04	0.00	742	0.00	2117.79	2156.08	✓ 38.29	✓ 38.29
3	744	746	27.98	100	130	0.32	0.04	0.03	0.00	744	-0.02	2109.26	2156.08	✓ 46.82	✓ 46.82
4	746	753	177.81	38	130	0.32	0.28	3.73	0.66	746	0.00	2107.22	2156.08	✓ 48.85	✓ 48.86
5	753	756	72.56	38	130	0.23	0.20	1.93	0.14	753	-0.10	2098.34	2155.41	✓ 57.07	✓ 57.74
6	756	765	269.13	38	130	0.19	0.17	1.45	0.39	756	-0.03	2088.26	2155.27	✓ 67.01	✓ 67.82
7	765	7652	3.00	38	130	0.08	0.07	0.29	0.00	765	-0.11	2068.91	2154.88	! 85.97	! 87.17
8	739	7421	77.49	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7652	-0.08	2068.91	2154.88	! 85.97	! 87.17
9	7421	7441	47.81	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7421	0.00	2117.79	2156.08	✓ 38.29	✓ 38.29
10	7441	7461	27.98	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7441	0.00	2109.26	2156.08	✓ 46.82	✓ 46.82
11	7461	7531	177.81	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7461	0.00	2107.22	2156.08	✓ 48.86	✓ 48.86
12	7531	7651	341.69	101	130	0.24	0.03	0.02	0.01	7531	0.00	2098.34	2156.07	✓ 57.73	✓ 57.74
13	7651	7741	188.06	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7651	0.00	2068.91	2156.07	! 87.16	! 87.17
14	7741	7811	155.21	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7741	0.00	2045.35	2156.06	! 110.71	! 110.73
15	7811	7891	145.83	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7811	0.00	2036.65	2156.06	! 119.41	! 119.43
16	7891	7941	122.53	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7891	0.00	2047.46	2156.06	! 108.60	! 108.62
17	7941	8051	226.28	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	7941	0.00	2057.32	2156.06	! 98.74	! 98.76
18	8051	8121	217.04	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	8051	0.00	2075.55	2156.05	! 80.50	! 80.53
19	8121	8201	218.43	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	8121	0.00	2082.51	2156.05	! 73.54	! 73.57
20	8201	820	10.00	101	130	0.24	0.03	0.02	0.00	8201	0.00	2099.51	2156.04	✓ 56.53	✓ 56.57
21	820	812	218.43	38	130	0.06	0.06	0.19	0.04	820	0.00	2099.51	2156.04	✓ 56.53	✓ 56.57
22	820	823	67.47	38	130	0.18	0.16	1.23	0.08	812	-0.06	2082.51	2156.00	! 73.49	! 73.57
23	823	824	26.49	38	130	0.14	0.13	0.85	0.02	823	-0.03	2095.64	2155.96	✓ 60.32	✓ 60.44
24	824	826	29.76	38	130	0.05	0.04	0.11	0.00	824	0.00	2093.93	2155.94	✓ 62.01	✓ 62.15
25	824	831	131.44	38	130	0.10	0.09	0.40	0.05	826	-0.05	2094.19	2155.93	✓ 61.74	✓ 61.89
26	831	834	90.02	38	130	0.06	0.06	0.19	0.02	831	-0.03	2093.78	2155.89	✓ 62.10	✓ 62.30
27	834	8341	10.00	38	130	0.05	0.04	0.11	0.00	834	-0.02	2094.43	2155.87	✓ 61.44	✓ 61.65
28	8341	839	90.67	38	130	0.05	0.04	0.11	0.01	8341	0.00	2094.43	2155.87	✓ 61.44	✓ 61.65
										839	-0.05	2096.72	2155.86	✓ 59.14	✓ 59.36

Archivo Loop	Diseño red de distribución Sector Principal N°1, desde la salida de VRP #1 (Punto #644) hasta VRP #2 (662).
CEDRAL1B	

Caudal (L/s)	0.29
Previstas	-
# Tramos	4
# Nodos	5
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión #1 a colocar, punto #644, hasta la llegada a la Válvula Reductora de Presión #2 a colocar, punto #662.

Leyenda	
Presion Alta	🚫
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	644	654	177.67	101	130	0.29	0.04	0.03	0.00	644 R	0.29	2140.27	2165.27	25.00	25.00
2	654	661	100.32	101	130	0.19	0.02	0.01	0.00	654	-0.10	2123.80	2165.27	✅ 41.47	✅ 41.47
3	661	662	20.69	101	130	0.18	0.02	0.01	0.00	661	-0.02	2100.25	2165.26	✅ 65.01	✅ 65.02
3	662	6621	1.00	101	130	0.18	0.02	0.01	0.00	662	0.00	2095.13	2165.26	🚫 70.13	🚫 70.14
5										6621	-0.18	2095.13	2165.26	🚫 70.13	🚫 70.14

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución Sector Pricipal Sistema N°1, desde la salida de VRP #2 (Punto #662) hasta el final de ramal (Punto #680).
CEDRAL1C	

Caudal (L/s)	0.18
Previstas	-
# Tramos	6
# Nodos	7
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión #2 a colocar, punto #662, hasta el final del ramal, punto #680.

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	662	664	16.78	101	130	0.18	0.02	0.01	0.00	662 R	0.18	2095.13	2120.13	25.00	25.00
2	664	666	24.88	38	130	0.18	0.16	1.23	0.03	664	0.00	2091.20	2120.13	✅ 28.93	✅ 28.93
3	666	683	8.66	38	130	0.00	0.00	0.00	0.00	666	-0.03	2085.99	2120.10	✅ 34.11	✅ 34.14
4	666	670	112.44	38	130	0.14	0.13	0.85	0.10	683	0.00	2086.83	2120.10	✅ 33.27	✅ 33.30
5	670	675	77.97	38	130	0.10	0.09	0.40	0.03	670	-0.05	2073.22	2120.00	✅ 46.78	✅ 46.91
6	675	680	81.48	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	675	-0.08	2063.79	2119.97	✅ 56.18	✅ 56.34
7										680	-0.02	2049.41	2119.97	🟡 70.56	🟡 70.72

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución Sector Principal, Sistema N°1, desde la salida de VRP #4 (Punto #765), hasta final de ramal (Punto #812).
CEDRAL1C	

Caudal (L/s)	0.08
Previstas	-
# Tramos	6
# Nodos	7
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°1, Sistema Principal, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión #4 a colocar, punto #765, hasta el final del ramal, punto #812.

Leyenda	
Presion Alta	🚫
Presion Permissible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	765	774	188.06	38	130	0.08	0.07	0.29	0.05	765 R	0.08	2068.91	2093.91	25.00	25.00
2	774	781	155.21	38	130	0.06	0.06	0.19	0.03	774	-0.02	2045.35	2093.86	✅ 48.51	✅ 48.56
3	781	789	145.83	38	130	0.05	0.04	0.11	0.02	781	-0.02	2036.65	2093.83	✅ 57.18	✅ 57.26
4	789	794	122.53	38	130	0.05	0.04	0.11	0.01	789	0.00	2047.46	2093.81	✅ 46.35	✅ 46.45
5	794	805	226.25	38	130	0.05	0.04	0.11	0.03	794	0.00	2057.32	2093.80	✅ 36.48	✅ 36.59
6	805	812	217.04	38	130	0.03	0.03	0.05	0.01	805	-0.02	2075.55	2093.77	✅ 18.22	✅ 18.36
7										812	-0.03	2082.51	2093.76	✅ 11.25	✅ 11.40

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución, Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°3 a colocar, punto # 5341
CEDRAL2	

Caudal (L/s)	1.30
Previstas	-
# Tramos	20
# Nodos	21
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	100
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°3 a colocar, punto #5341, hasta la llegada al tanque de almacenamiento N°4 a colocar, punto #396, y el final del ramal, punto #402.

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

#	Tramo (De nudo a nudo)	Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	5341 534	11.47	101	130	1.30	0.16	0.43	0.00	5341 R	1.30	2207.09	2207.09	0.00	25.00
2	534 334	41.26	101	130	1.30	0.16	0.43	0.02	534	0.00	2205.09	2207.09	✅ 2.00	✅ 2.00
3	334 335	12.00	101	130	1.30	0.16	0.43	0.01	334	0.00	2204.99	2207.07	✅ 2.08	✅ 2.10
4	335 340	91.74	101	130	1.30	0.16	0.43	0.04	335	0.00	2204.82	2207.06	✅ 2.24	✅ 2.27
5	340 362	41.62	101	130	1.30	0.16	0.43	0.02	340	0.00	2198.73	2207.02	✅ 8.29	✅ 8.36
6	362 366	23.31	25	130	0.18	0.36	9.49	0.22	362	0.00	2198.04	2207.01	✅ 8.97	✅ 9.05
7	366 3431	38.59	25	130	0.10	0.20	3.09	0.12	366	0.00	2199.80	2206.78	✅ 6.98	✅ 7.29
8	3431 3401	23.88	25	130	0.10	0.20	3.09	0.07	3431	0.00	2197.52	2206.67	✅ 9.15	✅ 9.57
9	366 3721	134.37	38	130	0.08	0.07	0.29	0.04	3401	-0.10	2198.74	2206.59	✅ 7.85	✅ 8.35
10	362 370	138.92	101	130	1.13	0.14	0.32	0.05	3721	-0.08	2192.32	2206.75	✅ 14.43	✅ 14.77
11	370 372	21.45	101	130	1.13	0.14	0.32	0.01	370	0.00	2192.68	2206.96	✅ 14.28	✅ 14.41
12	372 377	140.13	38	130	1.10	0.97	35.96	5.04	372	-0.03	2192.32	2206.95	✅ 14.63	✅ 14.77
13	377 379	33.23	38	130	0.97	0.85	28.53	0.95	377	-0.13	2182.27	2201.92	✅ 19.64	✅ 24.82
14	379 381	28.16	38	130	0.06	0.06	0.19	0.01	379	-0.05	2177.54	2200.97	✅ 23.43	✅ 29.55
15	381 384	33.12	12	130	0.06	0.57	52.09	1.73	381	0.00	2174.46	2200.96	✅ 26.50	✅ 32.63
16	384 390	68.27	12	130	0.06	0.57	52.09	3.56	384	0.00	2171.31	2199.24	✅ 27.93	✅ 35.78
17	379 395	36.58	38	130	0.85	0.75	22.68	0.83	390	-0.06	2163.45	2195.68	✅ 32.23	✅ 43.64
18	395 396	32.93	38	130	0.82	0.72	21.13	0.70	395	0.00	2167.71	2200.14	✅ 32.43	✅ 39.38
19	396 3961	3.00	101	130	0.82	0.10	0.18	0.00	396	0.00	2163.89	2199.44	✅ 35.55	✅ 43.20
20	395 402	138.05	38	130	0.03	0.03	0.05	0.01	3961	-0.82	2163.89	2199.44	✅ 35.55	✅ 43.20
									402	-0.03	2140.48	2200.13	✅ 59.65	✅ 66.61

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución, Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°4 a colocar, punto #396
CEDRAL2A	

Caudal (L/s)	0.82
Previstas	-
# Tramos	15
# Nodos	16
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	10
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida del tanque de almacenamiento N°4 a colocar, punto #396, hasta la llegada a la Válvula Reductora de Presión existente, punto #464.

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permissible	✅
Presion Negativa	❌




#	Tramo (De nudo a nudo)	Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	396 402	120.00	101	130	0.82	0.10	0.18	0.02	396 R	0.82	2163.89	2163.89	0.00	25.00
2	402 405	36.84	100	130	0.82	0.10	0.19	0.01	402	0.00	2140.48	2163.87	✅ 23.39	✅ 23.41
3	405 422	141.50	100	130	0.79	0.10	0.18	0.02	405	-0.03	2134.96	2163.86	✅ 28.90	✅ 28.93
4	422 426	74.45	38	130	0.05	0.04	0.11	0.01	422	-0.18	2118.58	2163.84	✅ 45.26	✅ 45.31
5	422 427	31.57	100	130	0.56	0.07	0.09	0.00	426	-0.05	2114.83	2163.83	✅ 49.00	✅ 49.06
6	427 434	141.74	100	130	0.55	0.07	0.09	0.01	427	-0.02	2115.91	2163.83	✅ 47.92	✅ 47.98
7	434 437	17.85	38	130	0.02	0.01	0.01	0.00	434	-0.03	2093.42	2163.82	🟡 70.40	🟡 70.47
8	434 435	17.12	100	130	0.50	0.06	0.08	0.00	437	-0.02	2090.67	2163.82	🟡 73.15	🟡 73.22
9	435 449	37.41	38	130	0.50	0.44	8.40	0.31	435	0.00	2090.82	2163.82	🟡 73.00	🟡 73.07
10	449 452	67.46	38	130	0.48	0.43	7.90	0.53	449	-0.02	2089.14	2163.51	🟡 74.37	🟡 74.75
11	452 454	27.45	38	130	0.47	0.41	7.42	0.20	452	-0.02	2097.76	2162.97	✅ 65.21	✅ 66.13
12	454 455	17.62	38	130	0.47	0.41	7.42	0.13	454	0.00	2100.57	2162.77	✅ 62.20	✅ 63.32
13	455 463	178.70	38	130	0.47	0.41	7.42	1.33	455	0.00	2101.19	2162.64	✅ 61.45	✅ 62.70
14	463 464	21.75	38	130	0.45	0.40	6.95	0.15	463	-0.02	2093.52	2161.31	✅ 67.79	🟡 70.37
14	464 4641	3.00	38	130	0.45	0.40	6.95	0.02	464	0.00	2091.16	2161.16	🟡 70.00	🟡 72.73
									4641	-0.45	2091.16	2161.14	✅ 69.98	🟡 72.73















ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución, Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión N°5, punto #464
CEDRAL2B	

Caudal (L/s)	0.45
Previstas	-
# Tramos	7
# Nodos	8
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	10
Desbalance (L/s)	0.01

Descripción
Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión existente, punto #464, hasta la llegada a la Válvula Reductora de Presión N°6 a colocar, punto #498.

Leyenda	
Presion Alta	
Presion Permissible	
Presion Negativa	

#	Tramo (De nudo a nudo)	Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	464 471	136.96	38	130	0.45	0.40	6.95	0.95	464 R	0.45	2091.16	2116.16	25.00	25.00
2	471 479	118.47	38	130	0.43	0.38	6.50	0.77	471	-0.02	2089.81	2115.21	 25.40	 26.35
3	479 482	90.62	38	130	0.43	0.38	6.50	0.59	479	0.00	2074.43	2114.44	 40.01	 41.73
4	482 490	209.04	38	130	0.18	0.16	1.23	0.26	482	0.00	2061.22	2113.85	 52.63	 54.94
5	490 492	36.24	50	130	0.02	0.01	0.00	0.00	490	-0.16	2071.00	2113.59	 42.59	 45.16
6	482 498	370.43	50	130	0.26	0.13	0.65	0.24	492	-0.02	2067.14	2113.59	 46.45	 49.02
6	498 4981	3.00	50	130	0.24	0.12	0.58	0.00	498	-0.02	2054.26	2113.61	 59.35	 61.90
									4981	-0.24	2054.26	2113.61	 59.35	 61.90

ARCHIVO LOOP: Diseño Distribución

Archivo Loop	Diseño red de distribución, Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión N°6, punto #498
CEDRAL2C	

Caudal (L/s)	0.24
Previstas	-
# Tramos	6
# Nodos	7
Factor de Consumo	0.02
Perdidas/km Maxima	10
Desbalance (L/s)	0.01

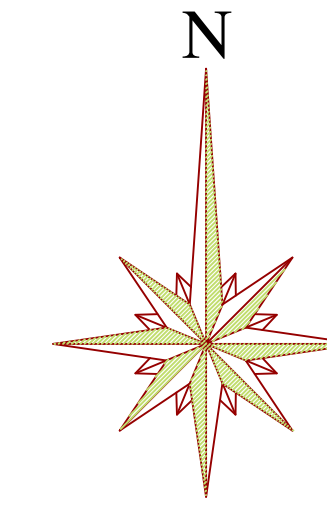
Descripción
<p>Diseño de la red de distribución correspondiente al Sistema N°2 Bajo Canet, desde la salida de la Válvula Reductora de Presión N°6 a colocar, punto #498 hasta el final del sistema, punto #524.</p>

Leyenda	
Presion Alta	🟡
Presion Permisible	✅
Presion Negativa	❌

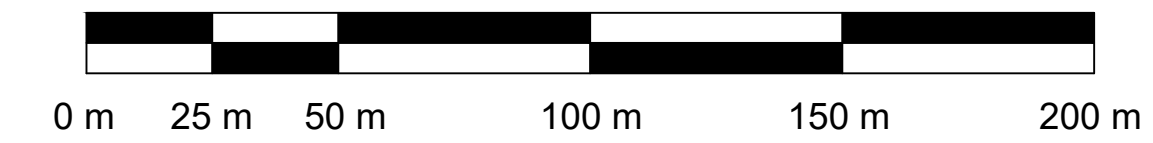
#	Tramo (De nudo a nudo)		Longitud (m)	Diametro (mm)	C - Hazen Williams	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Perdidas (m/km)	Perdida (m)	Punto (Nudo)	Caudal (L/s)	Elevacion (m)	Gradiente Hidráulico (m)	Presion Dinámica (m)	Presion Estática (m)
1	498	504	109.38	50	130	0.24	0.12	0.58	0.06	498 R	0.24	2054.26	2079.26	25.00	25.00
2	504	507	61.81	50	130	0.24	0.12	0.58	0.04	504	0.00	2046.18	2079.20	✅ 33.02	✅ 33.08
3	507	510	69.77	50	130	0.24	0.12	0.58	0.04	507	0.00	2053.56	2079.16	✅ 25.60	✅ 25.70
4	510	514	81.04	50	130	0.23	0.11	0.51	0.04	510	-0.02	2052.60	2079.12	✅ 26.52	✅ 26.66
5	514	521	232.71	50	130	0.10	0.05	0.11	0.02	514	-0.13	2048.40	2079.08	✅ 30.68	✅ 30.86
6	521	524	47.73	50	130	0.10	0.05	0.11	0.01	521	0.00	2016.93	2079.06	✅ 62.13	✅ 62.33
										524	-0.10	2010.87	2079.05	✅ 68.18	✅ 68.39

Anexo 3.
Propuesta de diseño

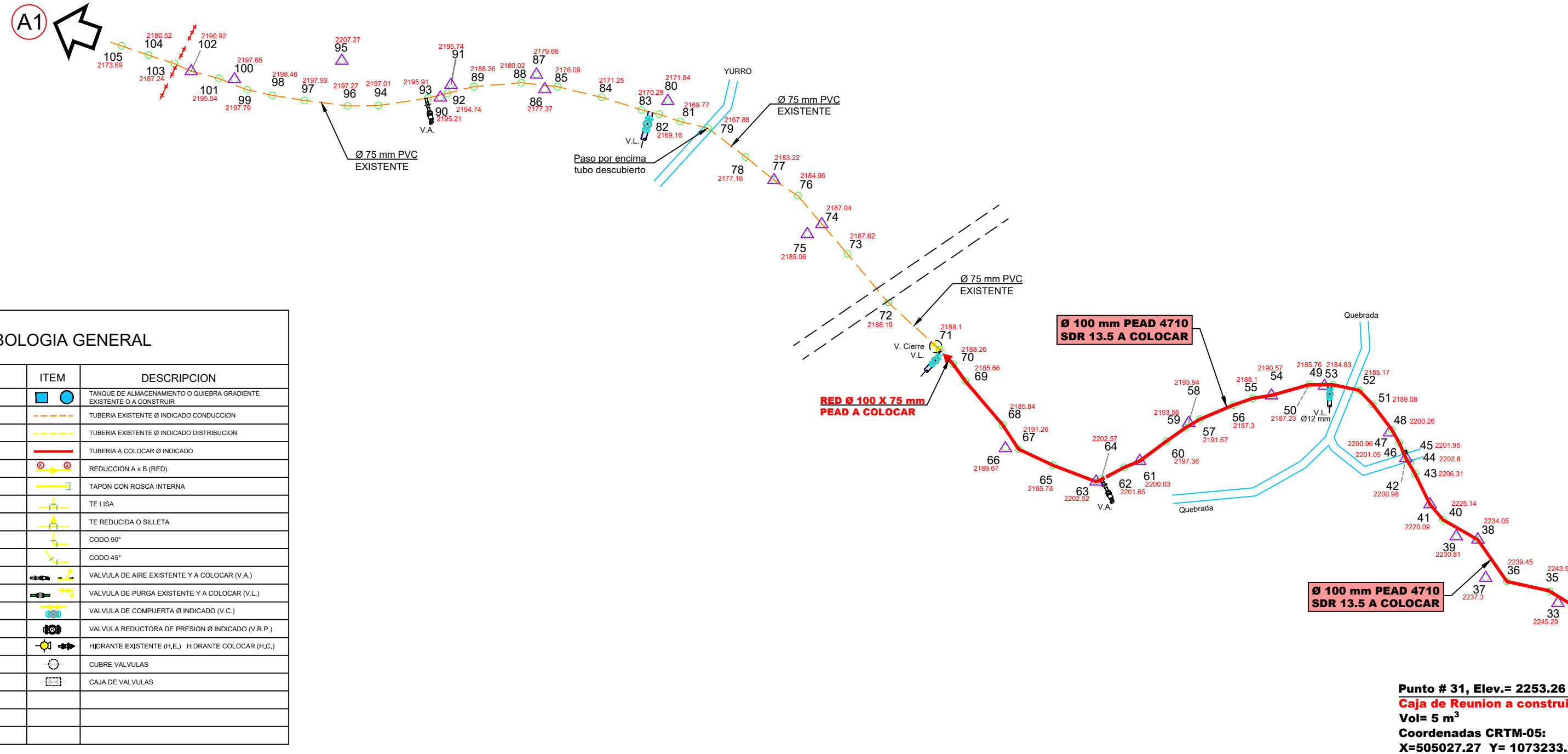
LAMINA 1



ESCALA GRAFICA 1 : 1500



CONTINUA EN
ESTA LAMINA 1

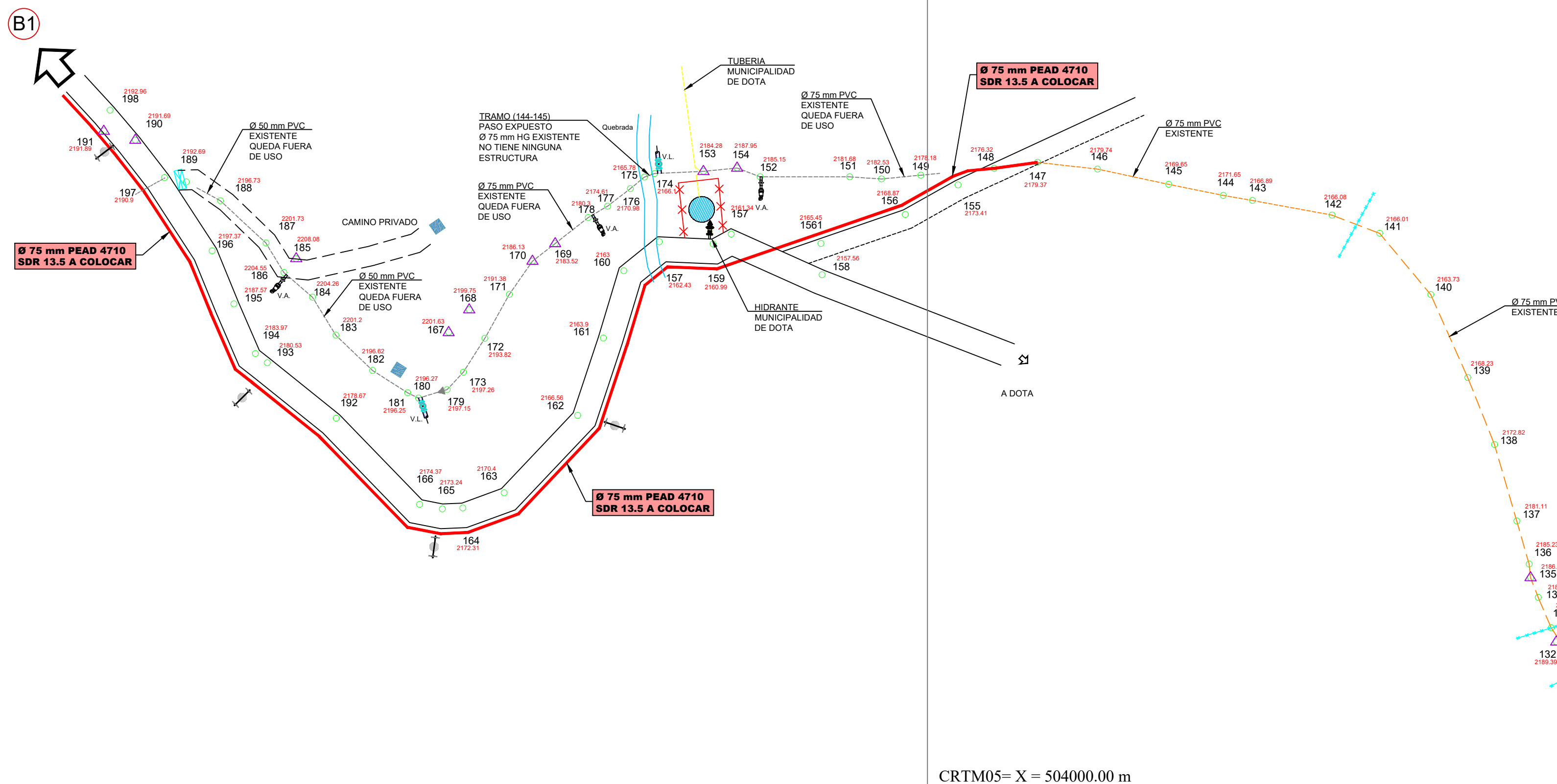


CRTM05= X = 505000.00 m

CRTM05= X = 505000.00 m

SIMBOLOGIA GENERAL			
ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
	PUNTO DE TOPOGRAFIA		TANQUE DE ALMACENAMIENTO O CUERPO GRADIENTE EXISTENTE O A CONSTRUIR
	ESTACION DE TOROGRAFIA		TUBERIA EXISTENTE O INDICADO CONDUCCION
	1. 2. 3. NOMBRES DEL PUNTO		TUBERIA A COLOCAR O INDICADO CONDUCCION
	1. 2. 3. ELEVACION DEL PUNTO		REDUCCION A B (PISO)
	CALLE DE ASFALTO		TAPON CON ROSCA INTERNA
	CALLE DE LASTERE		TE LISA
	CALLE DE TIERRA		TE REDUCIDA O BILETA
	ALCANTARILLA		VALVULA DE ARRE EXISTENTE Y A COLOCAR (V.A.)
	FUENTE		VALVULA DE PURGA EXISTENTE Y A COLOCAR (V.L.)
	POZO O QUEDADA		VALVULA DE COMPUERTA O INDICADO (V.C.)
	CASA DE HABITACION		VALVULA REDUCTORA DE PRESION O INDICADO (V.R.P.)
	NEGOCIO		HIDRANTE EXISTENTE (H.E.)
	ESCUELA		HIDRANTE COLOCAR (H.C.)
	IGLESIA		CUBRE VALVULAS
	SALON COMUNAL		CAJA DE VALVULAS
	PLAZA DE DEPORTES		
	PREVISTA		
	CERCA DE ACABARE		
	PORTON		

CONTINUA EN
LAMINA 2

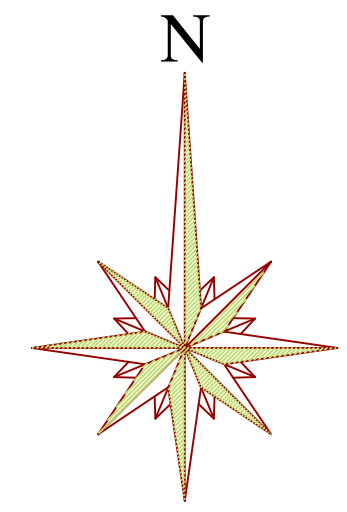


CRTM05= X = 504000.00 m

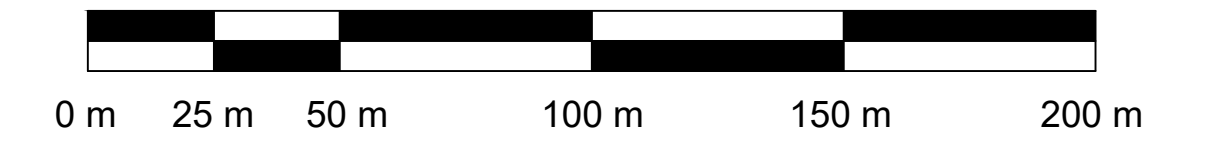
CRTM05= X = 504000.00 m

VIENE DE
ESTA LAMINA 1

LAMINA 3

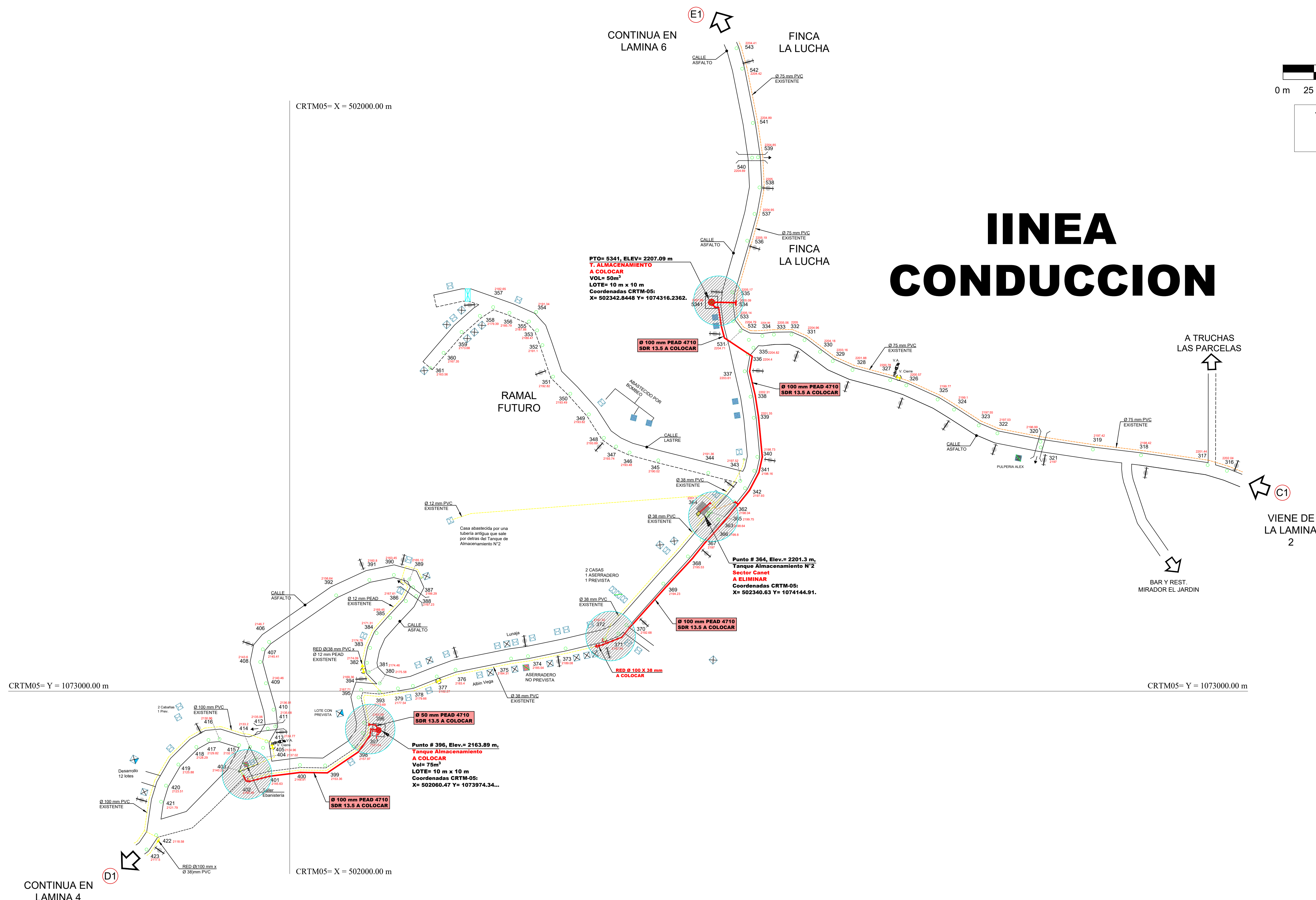


ESCALA GRAFICA 1 : 1500



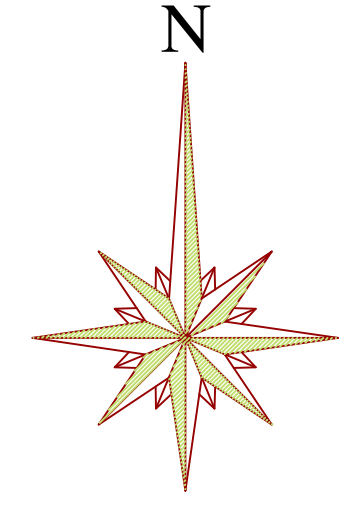
TAMAÑO DE IMPRESION MODIFICADO
RESPECTO A LA ESCALA INDICADA.
VER ESCALA GRAFICA

IINEA CONDUCCION

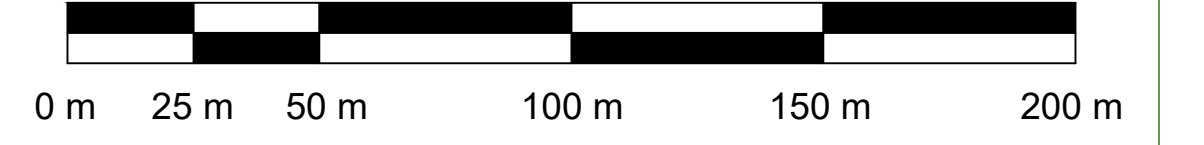


SIMBOLOGIA GENERAL			
ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
	PTO DE TOPOGRAFIA		TANQUE DE ALMACENAMIENTO O QUEBERRA GRABANTE EXISTENTE O A COLOCAR
	ESTACION DE TOPOGRAFIA		TUBERIA EXISTENTE Ø INDICADO CONECCION
	NUMERACION DEL PUNTO		TUBERIA EXISTENTE Ø INDICADO DISTRIBUCION
	ELEVACION DEL PUNTO		TUBERIA A COLOCAR Ø INDICADO
	FLECHAS DE INDICACION		REDUCCION A x B (RED)
	CALLE DE ASFALTO		TAPON CON ROSCA INTERNA
	CALLE DE LASTRE		TI BOM
	CALLE DE TIERRA		TE REDUCIDA Ø BALLETA
	ALCANTARILLA		CODO 90°
	PUENTE		CODO 45°
	RIO O QUEBERRA		VALVULA DE ABRE EXISTENTE Y A COLOCAR (V.A.)
	CASA DE HABITACION		VALVULA DE PURGA EXISTENTE Y A COLOCAR (V.L.)
	ESCUELA		VALVULA DE COMPUESTA Ø INDICADO (V.C.)
	QUEBERRA		VALVULA REDUCTORA DE PRESION Ø INDICADO (V.R.P.)
	SALON COMUNAL		HERMANTE EXISTENTE (H.E.) - HERMANTE A COLOCAR (H.C.)
	PLAZA DE DEPORTES		CUBRE VALVULAS
	CERCA DE ALAMBRE		CAJA DE VALVULAS
	PORTION		

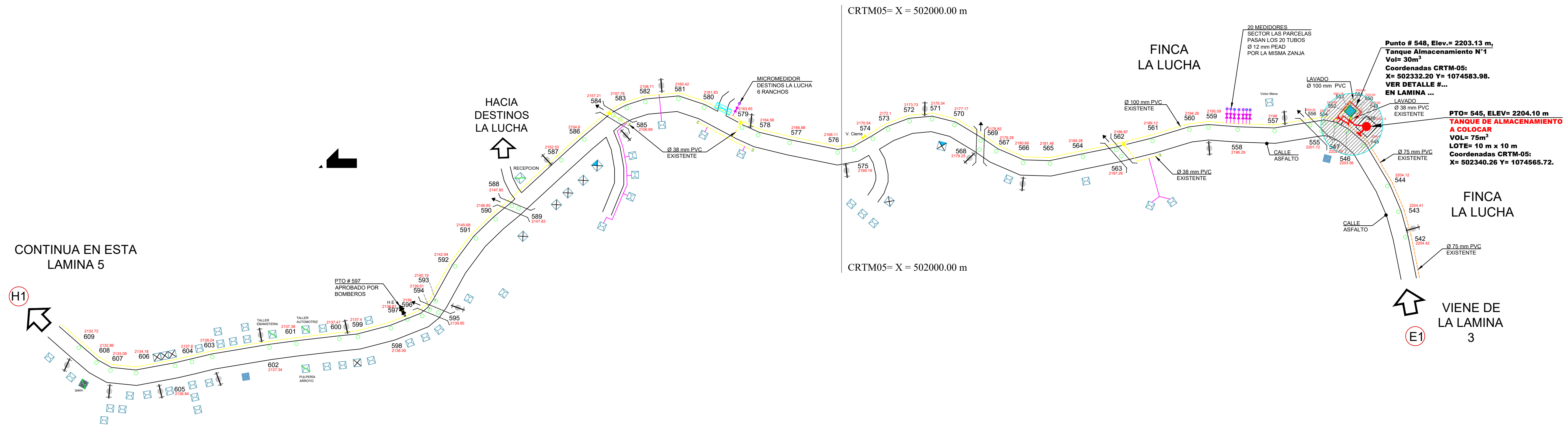
LAMINA 5



ESCALA GRAFICA 1 : 1500



TAMAÑO DE IMPRESION MODIFICADO
RESPECTO A LA ESCALA INDICADA.
VER ESCALA GRAFICA

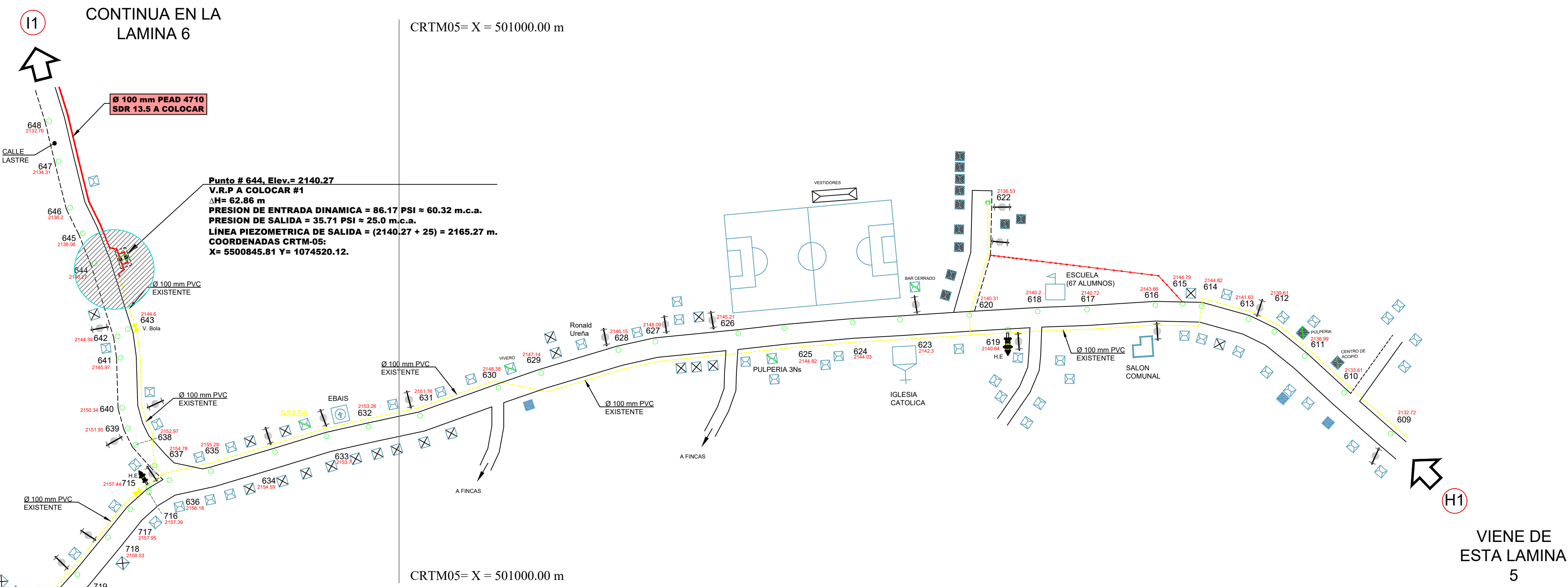


CONTINUA EN ESTA LAMINA 5

H1

HACIA DESTINOS LA LUCHA

VIENE DE LA LAMINA 3



CONTINUA EN LA LAMINA 6

I1

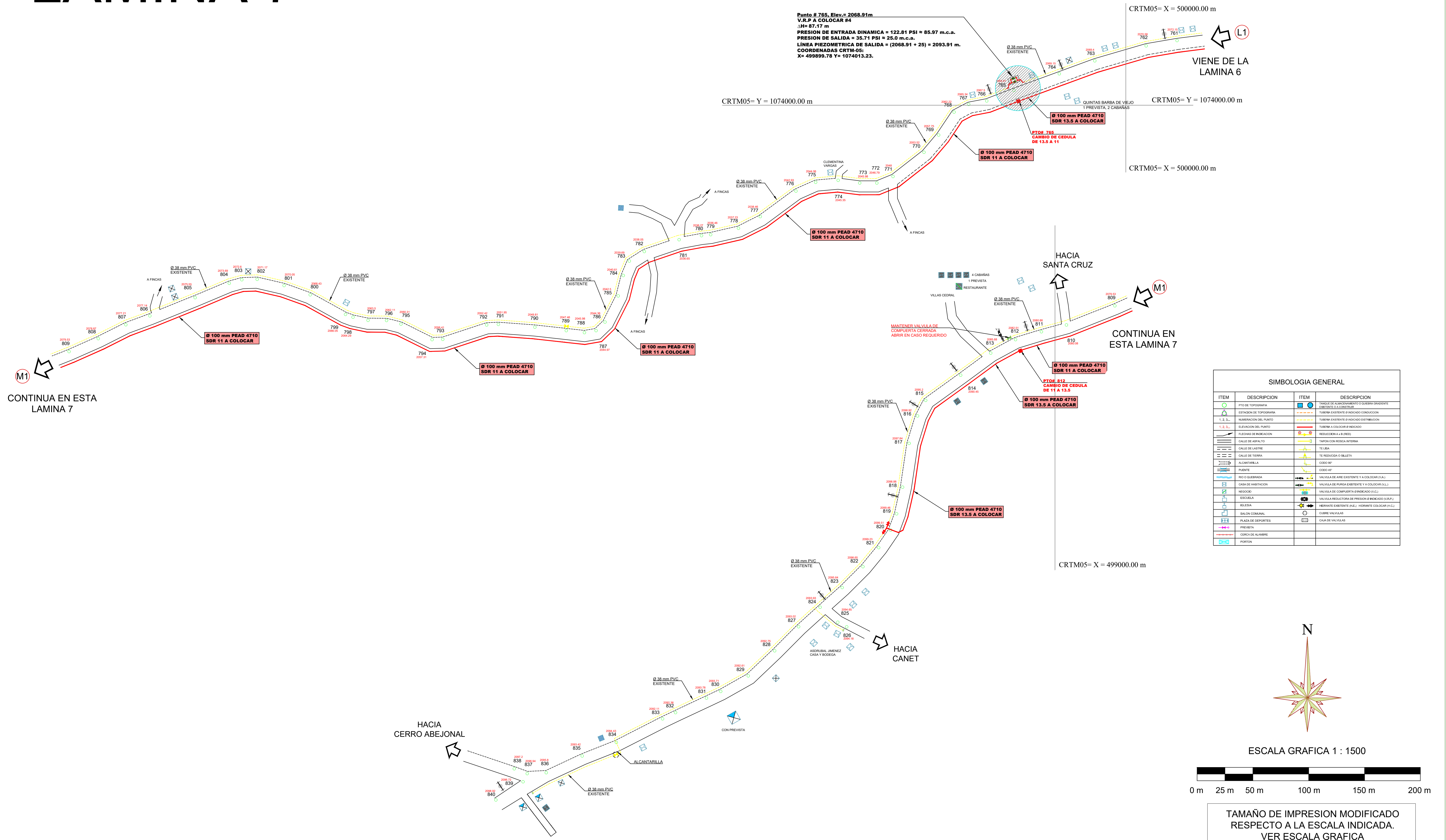
VIENE DE ESTA LAMINA 5

CONTINUA EN LA LAMINA 6

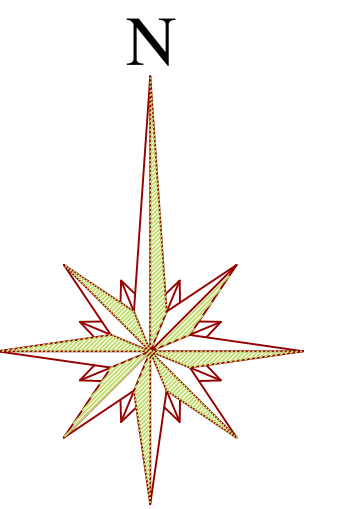
J1

SIMBOLOGIA GENERAL			
ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
	PTO DE TOPOGRAFIA		TANQUE DE ALMACENAMIENTO O GUERRA SUPLENTE
	ESTACION DE TOPOGRAFIA		EXISTENTE O A COLOCAR
	NUMERACION DEL PUNTO		TUBERIA EXISTENTE O INDICADO CONDUCCION
	NUMERACION DEL PUNTO		TUBERIA EXISTENTE O INDICADO DISTRIBUCION
	NUMERACION DEL PUNTO		TUBERIA A COLOCAR O INDICADO
	REDUCCION DE SECCION		REDUCCION A B IBIERD
	CALLE DE ASFALTO		TAPON CON ROSCA INTERNA
	CALLE DE LASTRE		TE USA
	CALLE DE TIERRA		TE REDONDA O BILUETA
	ALCANTARILLA		COUDO 90°
	FUENTE		COUDO 45°
	RIO O GUERRERA		VALVULA DE AIRE EXISTENTE Y A COLOCAR (V.A.)
	CASA DE PARTICION		VALVULA DE PURGA EXISTENTE Y A COLOCAR (V.P.)
	MECADO		VALVULA DE COMPUESTA O INDICADO (V.C.)
	ESCUELA		VALVULA PRODUCTORA DE PRESION O INDICADO (V.A.P.)
	WELDER		HERMANTE EXISTENTE (H.E.) HERMANTE A COLOCAR (H.A.C.)
	SALON COMUNAL		COBRE VALVULAS
	PLAZA DE DEPORTES		CAJA DE VALVULAS
	PRESBITA		
	CERCA DE ALAMBRE		
	PORTON		

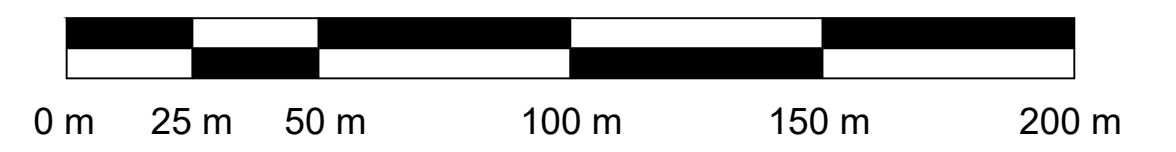
LAMINA 7



SIMBOLOGIA GENERAL			
ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
PTO	PTO DE TOPOGRAFIA	VALVULA	VALVULA DE ALMACENAMIENTO O QUEBRA GRUENTE (EXISTENTE O A COLOCAR)
ESTACION	ESTACION DE TOPOGRAFIA	TUBERIA	TUBERIA EXISTENTE O INDICADO DISTRIBUCION
1, 2, 3...	NUMERACION DEL PUNTO	TUBERIA	TUBERIA EXISTENTE O INDICADO DISTRIBUCION
1, 2, 3...	ELEVACION DEL PUNTO	TUBERIA	TUBERIA A COLOCAR O INDICADO
FLECHAS	FLECHAS DE INDICACION	REDUCCION	REDUCCION A B (RED)
CALLE	CALLE DE ASFALTO	TARJON	TARJON CON ROSCA INTERNA
CALLE	CALLE DE LASTERIA	TELERA	TELERA
CALLE	CALLE DE TIERRA	REDUCCION	REDUCCION O BULETA
ALCANTARILLA	ALCANTARILLA	SOBOS 90°	SOBOS 90°
PUENTE	PUENTE	SOBOS 45°	SOBOS 45°
PRO O QUEBRADA	PRO O QUEBRADA	VALVULA	VALVULA DE AIRE EXISTENTE Y A COLOCAR (V.A.)
CASA DE HABITACION	CASA DE HABITACION	VALVULA	VALVULA DE PURGA EXISTENTE Y A COLOCAR (V.U.)
NEGOCIO	NEGOCIO	VALVULA	VALVULA DE CUMPLIERTA O INICADO (V.C.)
ESCUELA	ESCUELA	VALVULA	VALVULA REDUCTORA DE PRESION O INICADO (V.R.P.)
KG.ESA	KG.ESA	HERMATE	HERMATE EXISTENTE (H.E.) / HERMATE A COLOCAR (H.C.)
SALON COMUNAL	SALON COMUNAL	CUBRE VALVULAS	CUBRE VALVULAS
PLAZA DE DEPORTES	PLAZA DE DEPORTES	CAJER VALVULAS	CAJER VALVULAS
PREVISTA	PREVISTA		
CORDA DE ALAMBRE	CORDA DE ALAMBRE		
PORTON	PORTON		



ESCALA GRAFICA 1 : 1500



TAMAÑO DE IMPRESION MODIFICADO RESPECTO A LA ESCALA INDICADA. VER ESCALA GRAFICA

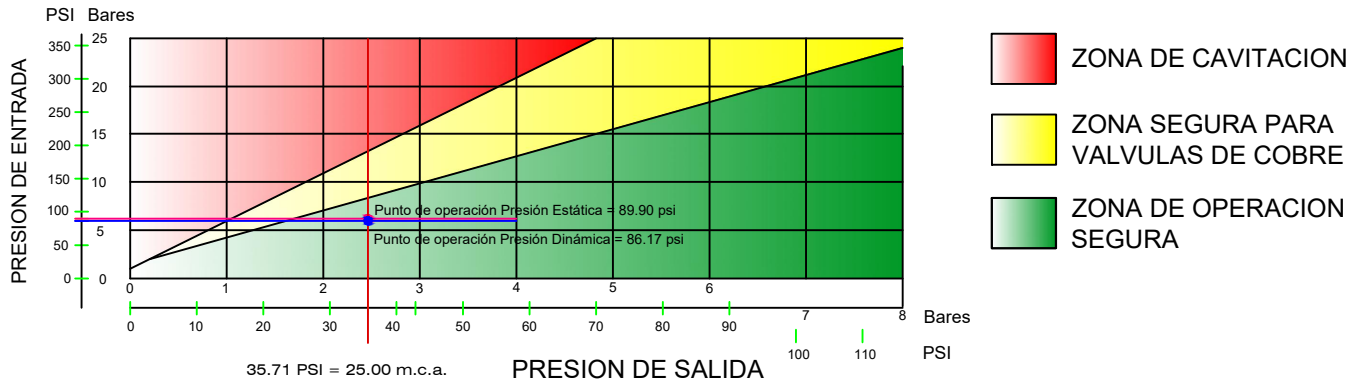
Anexo 4

Diagramas de cavitación para válvulas reductoras de presión

**DETALLE DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION #1, A INSTALAR
PUNTO #644, ELEV: 2140.27 m**

LINEA DE PRESION ESTATICA ENTRE LOS PUNTOS (# 548 - # 644) = (2203.13 - 2140.27) = 62.86 m.c.a.= 89.80 p.s.i.
 LINEA DE PRESION DINAMICA RESPECTO AL PUNTO # 644=60.32 m.c.a. = 86.17 p.s.i.
 PRESION DE SALIDA 25 m.c.a. = 35.71 p.s.i.
 LINEA PIEZOMETRICA (ESTATICA) DE SALIDA DE LA V.R.P. = 2165.27 m

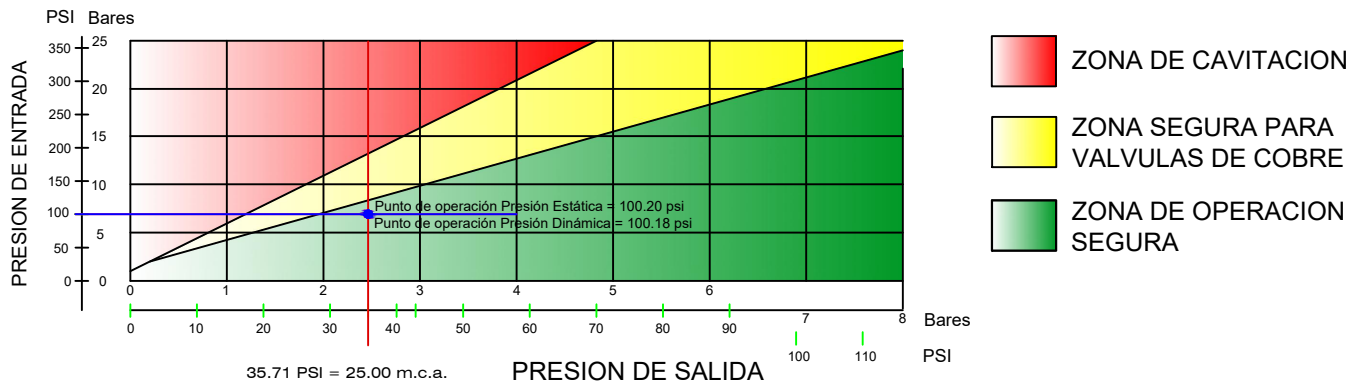
DETALLE DE CAVITACION VALVULA REDUCTORA DE PRESION, PUNTO # 644.



**DETALLE DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION #2, A INSTALAR
PUNTO #662, ELEV: 2095.13 m**

LINEA DE PRESION ESTATICA ENTRE LOS PUNTOS (#644 - # 662) = (2165.27 - 2095.13) = 70.14 m.c.a.= 100.20 p.s.i.
 LINEA DE PRESION DINAMICA RESPECTO AL PUNTO # 662= 70.13 m.c.a. = 100.18 p.s.i.
 PRESION DE SALIDA 25 m.c.a. = 35.71 p.s.i.
 LINEA PIEZOMETRICA (ESTATICA) DE SALIDA DE LA V.R.P. = 2120.13 m

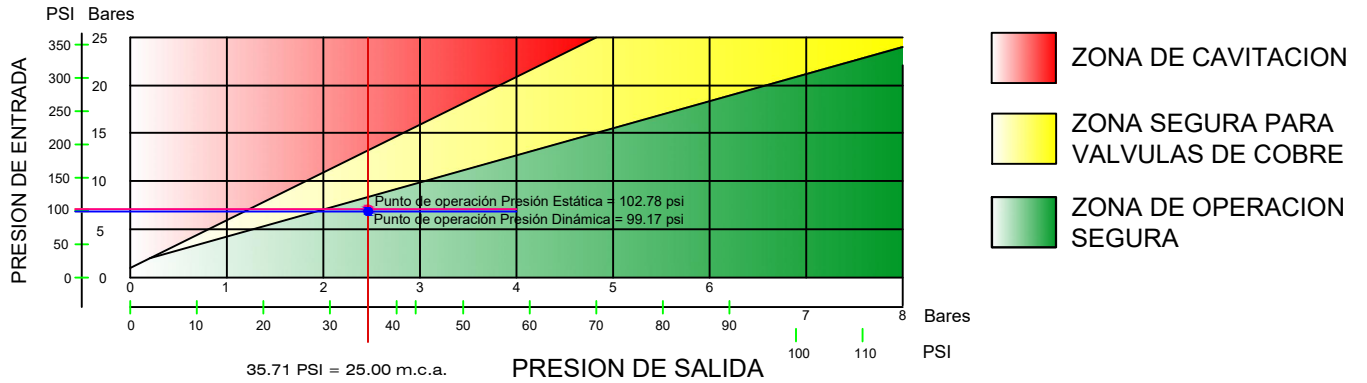
DETALLE DE CAVITACION VALVULA REDUCTORA DE PRESION, PUNTO # 644.



**DETALLE DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION #3, A INSTALAR
PUNTO #739, ELEV: 2131.08 m**

LINEA DE PRESION ESTATICA ENTRE LOS PUNTOS (# 548 - # 739) = (2203.13 - 2131.08) = 71.95 m.c.a.= 102.78 p.s.i.
 LINEA DE PRESION DINAMICA RESPECTO AL PUNTO # 644= 69.42 m.c.a. = 99.17 p.s.i.
 PRESION DE SALIDA 25 m.c.a. = 35.71 p.s.i.
 LINEA PIEZOMETRICA (ESTATICA) DE SALIDA DE LA V.R.P. = 2156.08 m

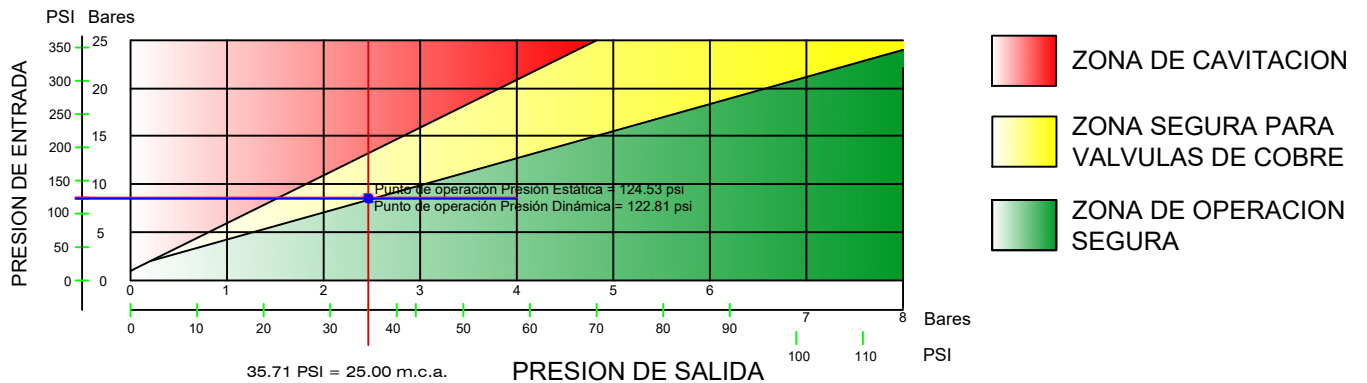
DETALLE DE CAVITACION VALVULA REDUCTORA DE PRESION, PUNTO # 644.



**DETALLE DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION #4, A INSTALAR
PUNTO #765, ELEV: 2068.91 m**

LINEA DE PRESION ESTATICA ENTRE LOS PUNTOS (# 739 - # 765) = (2156.08 - 2068.91) = 87.17 m.c.a.= 124.53 p.s.i.
 LINEA DE PRESION DINAMICA RESPECTO AL PUNTO # 644= 85.97 m.c.a. = 122.81 p.s.i.
 PRESION DE SALIDA 25 m.c.a. = 35.71 p.s.i.
 LINEA PIEZOMETRICA (ESTATICA) DE SALIDA DE LA V.R.P. = 2093.91 m

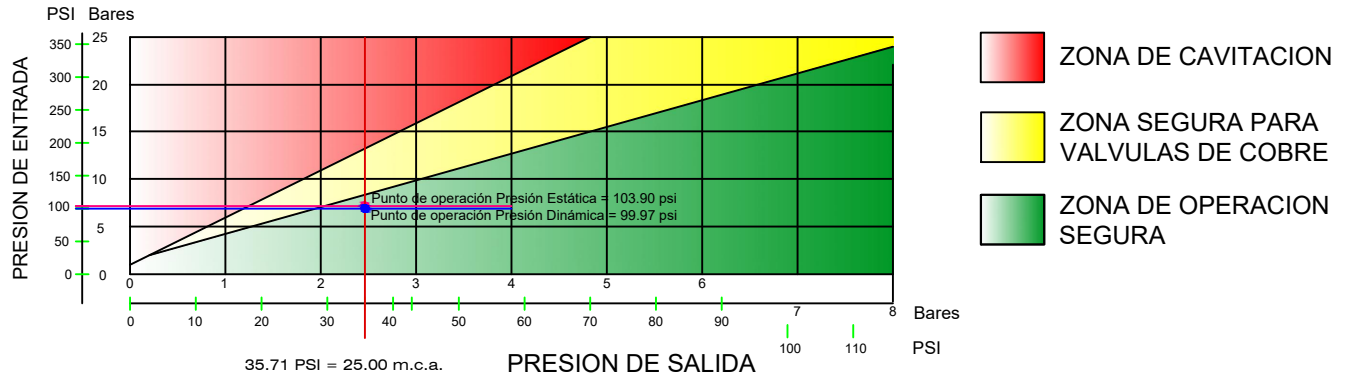
DETALLE DE CAVITACION VALVULA REDUCTORA DE PRESION, PUNTO # 644.



**DETALLE DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION #5, A INSTALAR
PUNTO #464, ELEV: 2091.16 m**

LINEA DE PRESION ESTATICA ENTRE LOS PUNTOS (#396 - #464) = (2163.89 - 2091.16) = 72.73 m.c.a.= 103.90 p.s.i.
 LINEA DE PRESION DINAMICA RESPECTO AL PUNTO # 464= 69.98 m.c.a. = 99.97p.s.i.
 PRESION DE SALIDA 25 m.c.a. = 35.71 p.s.i.
 LINEA PIEZOMETRICA (ESTATICA) DE SALIDA DE LA V.R.P. = 2116.16 m

DETALLE DE CAVITACION VALVULA REDUCTORA DE PRESION, PUNTO # 644.



**DETALLE DE VALVULA REDUCTORA DE PRESION #6, A INSTALAR
PUNTO #498, ELEV: 2054.26 m**

LINEA DE PRESION ESTATICA ENTRE LOS PUNTOS (#464 - # 498) = (2116.16 - 2054.26) = 61.90 m.c.a.= 88.43 p.s.i.
 LINEA DE PRESION DINAMICA RESPECTO AL PUNTO #498 = 59.35 m.c.a. = 84.78 p.s.i.
 PRESION DE SALIDA 25 m.c.a. = 35.71 p.s.i.
 LINEA PIEZOMETRICA (ESTATICA) DE SALIDA DE LA V.R.P. = 2079.26 m

DETALLE DE CAVITACION VALVULA REDUCTORA DE PRESION, PUNTO # 644.

