



**UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA**

Universidad Latina de Costa Rica

**Facultad de Ingeniería y Tecnología de
Información**

Escuela de Ingeniería Civil

Licenciatura en Ingeniería Civil

Proyecto Final de Graduación

**Propuesta de diseño de un acueducto por
gravedad para el tramo Zona Protectora El
Chayote - Tanque Los Gemelos, para la
Municipalidad de Zarcero**

Autor: Cristopher Osvaldo Rodríguez Zúñiga

Tutor: Ing. Manuel Bernal Pacheco

Septiembre 2020

“Carta autorización del autor (es) para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación”

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016, revisada el 24 de Abril de 2020

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):

Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

Cristopher Osvaldo Rodríguez Zúñiga

De la Carrera / Programa: **Ingeniería Civil**

autor(es) del trabajo final de graduación titulado:

Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipalidad de Zarcero

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página Web institucional, así como medios electrónicos en general, Internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de la misma.

La presente autorización se extiende el día (Día, fecha) 1 del mes 10 de año 2020 a las 9pm. Asimismo doy fe de la veracidad de los datos incluidos en el documento y eximo a la Universidad de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores

Según orden de mención al inicio de ésta carta:





TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: *Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipalidad de Zarcero* por el (la) estudiante: **Cristopher Osvaldo Rodríguez Zúñiga**, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil:

Manuel Bernal Pacheco

Tutor

Leonardo Moya González

Lector

Giovanni Arguedas Morales

Representante



COMITÉ ASESOR

Ing. Manuel Bernal Pacheco

Tutor

Ing. Leonardo Moya González

Lector

Ing. Giovanni Arguedas Morales

Representante

CARTA DE APROBACION POR PARTE DEL TUTOR Y DEL LECTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 29 de setiembre de 2020

Sres. Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: **Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipalidad de Zarcero**. Elaborado por el estudiante: Cristopher Osvaldo Rodríguez Zúñiga, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Manuel Bernal Pacheco

Tutor TFG

Ced: 402130632

Ic-28023

CARTA DE APROBACION POR PARTE DEL TUTOR Y DEL LECTOR DEL TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Heredia, 24 de setiembre de 2020

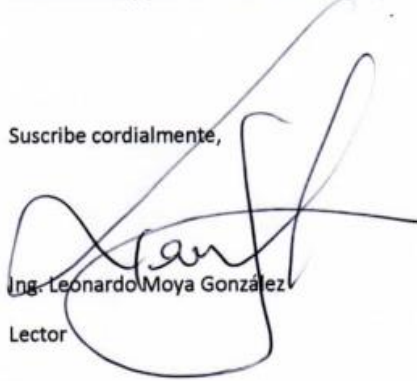
Sres. Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: **"Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipalidad de Zarcero**. Elaborado por el estudiante: Christopher Osvaldo Rodríguez Zúñiga, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por Licenciatura en Ingeniería Civil.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Leonardo Moya González

Lector

San Ramón, 2 de octubre de 2020

Universidad Latina de Costa Rica

Facultad de Ingeniería y Tecnología de la información

Escuela de Ingeniería Civil

Carta de revisión filológica

Mediante esta misiva doy fe de que el Proyecto Final de Graduación intitulado: **"Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote – Tanque Los Gemelos, para la Municipalidad de Zarcero"**, para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, en la Universidad Latina de Costa Rica, del estudiante Christopher Osvaldo Rodríguez Zúñiga, cédula número 2 0701 0307, ha sido revisado y se le han realizado las correcciones pertinentes en los siguientes aspectos: construcción de párrafos, formato, puntuación, ortografía, morfosintaxis, citas y referencias bibliográficas; por lo tanto, se encuentra listo, según los requisitos de la Universidad Latina de Costa Rica, para ser presentado como Trabajo Final de Graduación.

Se respetó, a lo largo del trabajo, el estilo de los autores.



MSc. Wálter Barrantes Chacón

Carné 008612

Agradecimientos

Primeramente, debo dar gracias a Dios por el don de la vida, por mantenerme con salud y por permitirme elegir y concluir la carrera profesional que me apasiona, este ha sido un proceso difícil, un camino lleno de pendientes y de curvas pronunciadas, pero todo esto me ha dejado como resultado, sentir el placer y la satisfacción de que lo que nos cuesta, al final, lo valoramos mucho más.

También, quiero dar gracias a toda mi familia que siempre ha estado pendiente y alentándome para que lograra cumplir esta meta.

Por último, agradecer a todos los profesores que me guiaron, porque gracias a su trabajo, hoy soy un profesional.

Dedicatoria

Principalmente, quisiera dedicar esta meta cumplida a mi esposa Noelia y a mis hijos Juan David y Jose Alejandro, porque que han estado conmigo en todo momento.

A mis padres Carmen y Osvaldo, por su apoyo y amor incondicional, también, porque me enseñaron los principios y valores que me definen como una persona de bien.

A mis hermanos, porque siempre han estado dispuestos a colaborar y apoyar en lo que les sea posible.

A mi tío Johnny, por creer en mí y darme la oportunidad de iniciar este sueño.

A mi abuela Nidia, que en paz descanse, porque anhelaba verme como Ingeniero Civil.

Tabla de contenido

Resumen	xi
Summary	xii
Introducción	1
Antecedentes	2
Planteamiento del Problema	8
Objetivo General	10
Objetivos Específicos	10
Justificación	11
Alcances	11
Limitaciones	12
Impacto	13
Hipótesis	14
Capítulo I	15
1. Marco Teórico	16
1.1 Generalidades	16
1.2 Análisis de obra de captación	18
1.3 Diseño hidráulico de las líneas de conducción	22
1.4 Modelado por Software	58
Capítulo II	60
2.1 Marco metodológico	61
2.1.1 Enfoque metodológico	61
2.1.2 Recolección de Datos	67
2.1.3 Análisis de Resultados	68
Capítulo III	69
3.1 Análisis de resultados	70
3.1.1 Propuesta de diseño preliminar del sistema de conducción de agua potable que inicia en la Zona Protectora El Chayote y finaliza en Tanque Los Gemelos, Zarcero	70
3.1.2 Controlar el rebalse que se produce cuando los tres tanques de almacenamiento alcanzan su capacidad máxima	95
Capítulo IV	108
Propuesta	109

Conclusiones	111
Recomendaciones	113
Bibliografía	115
Anexos	118
Glosario	235

Índice de imágenes

Figura 1. Mapa cantón de Alfaro Ruiz.....	5
Figura 2. Captación tipo transversal.....	19
Figura 3. Captación tipo directa	19
Figura 4. Fuente de manantial ladera.....	20
Figura 5. Medidores de registro mensual de consumo.....	21
Figura 6. Relieve de Zarceró	23
Figura 7. Presiones nominales para tuberías PVC	27
Figura 8. Expansión súbita	32
Figura 9. Coeficiente de resistencia-expansión súbita.....	33
Figura 10. Expansión gradual.....	34
Figura 11. Coeficiente de resistencia-expansión.....	35
Figura 12. Reducción abrupta	36
Figura 13. Vena contracta en contracción súbita.....	36
Figura 14. Coeficiente de resistencia-reducción abrupta	37
Figura 15. Contracción gradual.....	38
Figura 16. Gráfico coeficiente de resistencia - contracción gradual $\theta \geq 15^\circ$	38
Figura 17. Gráfico coeficiente de resistencia - contracción gradual $\theta \leq 15^\circ$	39
Figura 18. Coeficiente de resistencia – entrada a tubería.....	40
Figura 19. Entrada a tubería.....	41
Figura 20. Válvula de compuerta	44
Figura 21. Válvulas de Globo	44
Figura 22. Válvula reguladora de nivel (flotador)	45
Figura 23. Válvula mariposa.....	46
Figura 24. Diagrama de Moody	48
Figura 25. Diagrama de Moody.....	49
Figura 26. Pérdidas menores.....	50
Figura 27. Sistema de conducción de agua en serie	53
Figura 28. Trazado de la línea de conducción	74
Figura 29. Perfil de la línea de conducción.....	75
Figura 30. Perfil Línea de Conducción escala real.....	75
Figura 31. Teorema de Pitágoras	80
Figura 32. Líneas de Presión Estática y Piezométrica.....	82
Figura 33. Línea Sobre Presión ΔH desde la válvula de cierre.....	89

Figura 34. Modelo Epanet.....	91
Figura 35. Modelo Epanet.....	93
Figura 36. Trazo de la línea de Conducción.....	96
Figura 37. Perfil de Tubería.....	97
Figura 38. Trazado línea de conducción Epanet.....	100
Figura 39. Conexión existente entre los 3 Tanques.....	107

Índice de tablas

Tabla 1. Tanques de abastecimiento de la comunidad de Zarcero.....	8
Tabla 2. Población diseño 2000 y 2011.....	24
Tabla 3. Dotación para distintas zonas de Costa Rica.....	25
Tabla 4. Caudal adicional por incendio.....	28
Tabla 5. Volumen adicional por incendio.....	30
Tabla 6. Coeficiente de resistencia-accesorios.....	42
Tabla 7. Coeficiente de resistencia-accesorios.....	43
Tabla 8. Coeficiente de resistencia (K) según el tipo de válvula.....	46
Tabla 9. Rugosidad absoluta para un material.....	47
Tabla 10. Coeficientes máximos según tipo de material.....	52
Tabla 11. K para diferentes materiales.....	55
Tabla 12. Tiempo de llenado del recipiente.....	71
Tabla 13. Datos y resultados para Zona Protectora El Chayote.....	72
Tabla 14. Datos y resultados para la Zona de Palmira.....	73
Tabla 15. Longitudes inclinadas.....	81
Tabla 16. Datos para obtener diámetro exacto.....	83
Tabla 17. Diámetros comerciales.....	84
Tabla 18. Detalles tubería.....	85
Tabla 19. Punto crítico.....	88
Tabla 20. Válvulas y accesorios en la línea de conducción.....	90
Tabla 21. Pérdidas menores.....	92
Tabla 22. Resumen propuesta conducción El Chayote – Los Gemelos.....	94
Tabla 23. Características de la tubería.....	95
Tabla 24. Características técnicas tubos.....	95
Tabla 25. Elementos en la línea de conducción.....	98
Tabla 26. Características de tramos verticales de la tubería.....	98
Tabla 27. Coeficientes de perdidas menores en la conducción.....	99
Tabla 28. Datos Generales.....	101
Tabla 29. Punto crítico.....	103
Tabla 30. Datos Generales.....	104
Tabla 31. Punto crítico.....	106
Tabla 32. Características Tanques.....	107

Resumen

La Municipalidad de Zarcero desea mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable para el distrito de Zarcero. Este sistema cuenta con captaciones en el sector de la Reserva Forestal El Chayote (en adelante El Chayote), así como también en Palmira, en ambos sectores las captaciones son de tipo ladera, siendo fusionadas en una cámara de reunión de caudales, posteriormente, el agua es conducida por una longitud aproximada de tres (03) kilómetros, para el caso de El Chayote, hasta llegar a un tanque de almacenamiento (Los Gemelos). Para el caso del sistema de conducción Palmira – Zarcero, el agua es dirigida por una longitud aproximada de ocho (08) kilómetros, donde es descargada en un reservorio (Virgilio), que este a su vez está acoplado con otro llamado Los Alpes y este con Los Gemelos.

A través del presente proyecto final de graduación se pretende plantear, analizar, modelar, y finalmente, demostrar si el actual sistema de tubería es capaz de soportar la sobrepresión por golpe de ariete que se presentaría si se coloca una válvula mecánica - hidráulica que cierre cuando cada tanque se encuentra en su máximo de capacidad.

También, se propondrá un diseño preliminar de un sistema de conducción de agua potable de El Chayote a Zarcero.

Los análisis y toma de decisiones se realizarán con la ayuda de software y códigos ingenieriles como: Epanet, Auto Cad 2018, Civil 3D 2018, Excel, Word, Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.

Summary

The municipality of Zarcero wants to improve the drinking water supply system for the district of Zarcero. This system has catchments in the El Chayote Forest Reserve sector (hereinafter El Chayote), as well as in Palmira, in both sectors the catchments are of the hillside type, being merged in a flow meeting chamber, later, the water is conducted for an approximate length of three (03) kilometers, in the case of El Chayote, until it reaches a storage tank (Los Gemelos). In the case of the Palmira - Zarcero conduction system, the water is directed for an approximate length of eight (08) kilometers, where it is discharged into a reservoir (Virgilio), which in turn is coupled with another called Los Alpes and this with The Twins.

Through this final graduation project, it is intended to propose, analyze, model and finally demonstrate if the current pipeline system is capable of withstanding the overpressure due to water hammer that would occur if a mechanical-hydraulic valve is placed that closes when each tank it is at its maximum capacity.

Also, a preliminary design of a potable water pipeline system from El Chayote to Zarcero will be proposed.

The analysis and decision making will be carried out with the help of software and engineering codes such as: Epanet, Auto Cad 2018, Civil 3D 2018, Excel, Word, Technical Standard for the Design and Construction of Drinking Water, Sanitation and Rainwater Systems 2017.

Introducción

La Municipalidad de Zarcero requiere de servicios ingenieriles en el área de hidráulica para la solución a un problema de rebalse de agua potable en el sistema de conducción y almacenamiento, además, proponer un diseño preliminar de un sistema de conducción de agua potable, con tubos de Coluro de Polivinilo (PVC). El presente proyecto se orienta tanto a brindar una revisión general del sistema hidráulico que contempla: la captación del recurso hídrico, tuberías de conducción, acoples, válvulas y tanques de almacenamiento. Estos elementos se evaluarán mediante un análisis hidráulico estructural para conocer sus capacidades estructurales e hidráulicas, para finalmente, brindar a la Municipalidad el método que mejor se adecue a sus necesidades.

A través de este Proyecto de Graduación se explicará, esquematizará y se demostrará paso a paso una solución al problema planteado, mediante los requerimientos del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en edificaciones Edición 2017 de Costa Rica y Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.

Antecedentes

Históricos

El agua, como elemento natural, genera un importante impacto económico en todas las áreas de la vida. Podemos ver claramente varios ejemplos de lo indispensable que se vuelve dicho recurso.

La energía hidroeléctrica es una energía limpia y renovable, desde los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, podemos observar cómo sirven para abastecer tanto a las áreas remotas y sin acceso, como también las grandes ciudades, generando beneficios económicos por su venta.

Este recurso es indispensable para la humanidad, en el desarrollo de sus actividades cotidianas o bien, para desarrollarse económicamente, ya que tanto en el campo con la agricultura y ganadería, su uso es fundamental para brindar el mantenimiento indispensable de dichas actividades. En la industria, de igual manera, se requiere de este suministro siempre.

Con los ejemplos anteriores, podemos ver la necesidad de la sociedad cuando recurre al agua para generar y mantener el crecimiento económico y la prosperidad, a través de actividades tales como: la agricultura, la pesca comercial, la producción de energía, la industria, el transporte, el turismo... el agua es esencial para los ecosistemas naturales y la regulación del clima, pero, ante todo no existe estrato social, todo el mundo tiene derecho a una acometida en sus casas.

A pesar de nuestra dependencia a este recurso hídrico, se sabe que el agua se ve afectada de muchas maneras, ambientalmente está siendo atacada y devastada en la actualidad. La contaminación del agua es un factor preocupante a nivel mundial, los océanos y los mares que nos rodean se han convertido en un gran vertedero de plásticos, lo cual redundará en el detrimento de la calidad del agua, tanto es así, que se está provocando un cambio climático global, además, la flora y fauna también se están viendo afectadas.

El agua ha sido transportada desde hace muchos años por la Municipalidad del cantón a poblados y tierras de cultivos, para hacer posible la vida y la manutención de los campos de cultivo, ya que esta es una de las principales actividades lucrativas que se da en este pueblo, es importante que siempre se tenga un buen abastecimiento del recurso, para que los agricultores, y el pueblo en general, puedan acceder al recurso sin ningún problema o restricción.

Este transporte de agua se logra gracias a una línea de conducción, este es un sistema utilizado comúnmente en hidráulica, para transportar agua limpia (ubicada a inicios de una naciente) hasta un punto de interés establecido (puede ser una planta potabilizadora), después de este punto, pasará a una red para abastecer un pueblo o ciudad, (es gracias a este sistema que la Municipalidad de Zarceró ha logrado abastecer del servicio al pueblo).

Los sistemas de conducción han sido utilizados desde hace mucho tiempo, los romanos, por ejemplo, utilizaron canales, estos poseen las mismas funciones de las conducciones, con la diferencia que no poseen presión. Desde entonces no ha cambiado su funcionalidad, pero sí se ha mejorado el diseño de las conducciones, todo esto gracias a las nuevas tecnologías desarrolladas, que buscan a diario encontrar nuevas maneras de optimizar estos sistemas para que cada día sean más funcionales, y de esta manera, cubrir las necesidades de sus usuarios.

En la actualidad, para diseñar una buena conducción es necesario seguir algunos parámetros, tales como:

- a. Un levantamiento topográfico.
- b. Considerar caudal requerido, presión estática y sobrepresión (golpe de ariete), diámetros y dimensión de tubos.
- c. Accesorios como: válvulas de paso, de purga y/o de aire y anclajes.

A pesar de que hace muchos años se transporta agua potable a las residencias y comercios en el distrito, fue hasta hace poco tiempo que se abrió un departamento para

el acueducto, con el objetivo de dar un mantenimiento profesional y cumplir con los estándares de salud adecuados para el consumo humano.

Físicos

Ubicación Geográfica y Extensión territorial

El cantón de Zarcero es el número 11 de la provincia de Alajuela y se creó por Ley No. 27, el 21 de junio de 1915. Las coordenadas geográficas medias del cantón de Zarcero están dadas por 10°13'13" latitud norte y 84°25'06" longitud oeste.

Zarcero limita al Norte con el cantón de San Carlos, al Sur con Naranjo (río Espino), al Este con Valverde Vega y Naranjo y al Oeste con San Ramón y Naranjo. En la imagen 1 se puede referenciar su ubicación.

Cuenta con una extensión de 155,13 kilómetros cuadrados, aproximadamente, los cuales se dividen en siete distritos. Numerados a continuación:

- 1- Zarcero
- 2- Laguna
- 3- Tapezco
- 4- Guadalupe
- 5- Palmira
- 6- Zapote
- 7- Brisas

Las altitudes varían desde los 1736 m.s.n.m. hasta los 2010 m.s.n.m.

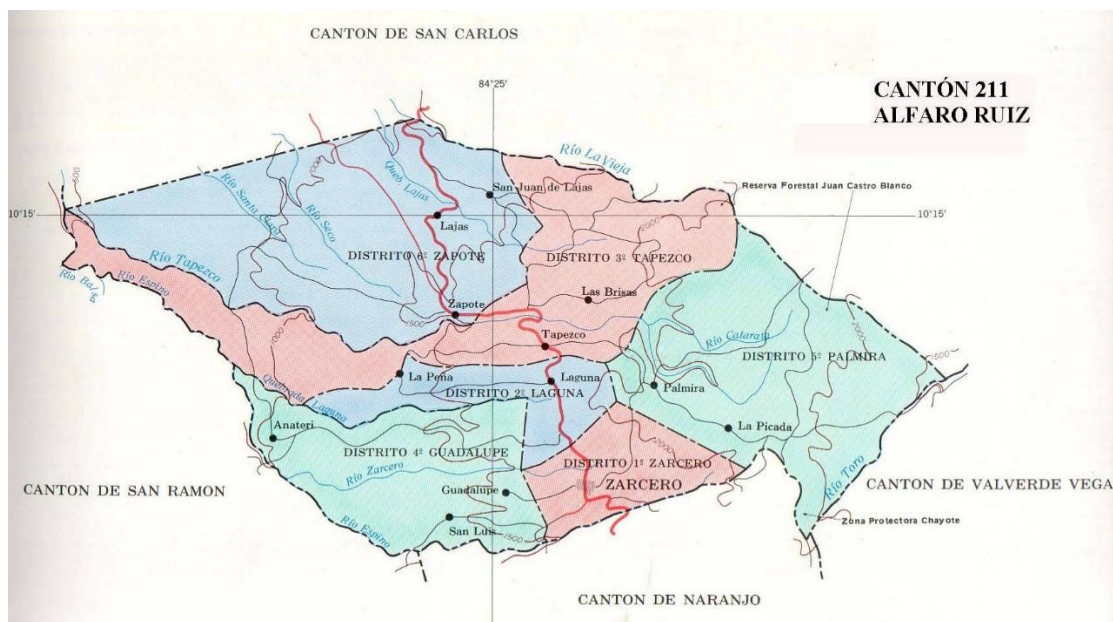


Figura 1. Mapa cantón de Alfaro Ruiz.

Fuente. (Guías Costa Rica, s.f.)

Datos Demográficos

Zarcero contaba con 10726 habitantes en 2010, de los cuales 53,6 % eran hombres y 46,4 % mujeres. Un 93,3 % sabe leer y escribir. Un 49,6 % de la población, es económicamente activa y se registró un desempleo del 7.3%. La tasa de natalidad corresponde a un 22,3 %, la tasa de mortalidad a un 3,9 % y la tasa de mortalidad infantil a un 5,8 %. (Zarcero, 2019)

Actividades Productivas

Dentro de las principales actividades socioeconómicas se establecen: la agricultura y la ganadería. En la cabecera de Cantón se puede observar variedad de comercios como: supermercados, tiendas de ropa y zapatos, ventas de electrodomésticos, restaurantes, entre otros.

Clima

El clima se define como bosque pluvial sempervirente montano. Algunos sectores de este piso altitudinal presentan neblina o nubosidad permanente a causa de la exposición a los alisios del noroeste. La comunidad arbórea es llamada bosque nuboso o bosque higrófilo por el alto grado de humedad en el aire.

Zarcero se caracteriza por sus bajas temperaturas, que rondan los 19° Celsius, y son frecuentes los fuertes vientos y la espesa niebla que suele cubrir el sector noroeste del cantón, por Zapote y Tapezco. Como un cantón dedicado a las actividades agropecuarias, gran parte de su territorio se encuentra cubierto por pastos, matorrales espesos y zonas de bosque secundario. Las precipitaciones anuales varían entre 1500 y 3500 mm. Al noreste de la región, se ubican, en parte dentro de la superficie del cantón, el Parque Nacional Juan Castro Blanco y al sureste la Zona Protectora El Chayote. (Zarcero, 2019)

Hidrografía

El sistema fluvial del cantón se encuentra dado por sectores de la cuenca de los ríos San Carlos y Sarapiquí, pertenecientes a la subvertiente Norte de la Vertiente Caribe del país.

Los ríos Espino, Tapezco, La Vieja y sus afluentes son parte de la cuenca del San Carlos. Espino y Tapezco drenan en el río Balsa, y estos tres ríos son límite cantonal con Naranjo, San Ramón y San Carlos. Todos estos ríos nacen en el cantón y presentan dirección este - oeste.

El río Toro forma parte de la cuenca del Sarapiquí y drena el este del cantón. Nace en La Picada y drena de suroeste a noreste, siendo límite cantonal con Valverde Vega. (Zarcero, 2019)

Conservación Natural

La Asociación Fuente Administradora de los Mantos Acuíferos del Cantón de Alfaro Ruiz (AFAMAAR) fue creada en 1999 para trabajar por el rescate y conservación de los mantos acuíferos. Con el transcurrir de los años ha adquirido alrededor de quinientas hectáreas de tierra. AFAMAAR se ha interesado también en la recuperación biológica de la zona.

Las Asociaciones Administradoras de Sistemas de Agua Potable y Saneamiento (Asadas) son entes operadores en las comunidades, de los sistemas de agua potable. Una de sus características primordiales es la participación organizada de las colectividades involucradas: un desarrollo comunal con participación social. La primera cañería se instaló en 1910, en el primer gobierno de Cleto González Víquez, cuyas aguas corrían por una zanja de tierra, a la que después se le puso tubos de cemento. En el Área de Salud de Zarcero, en el año 2012, de 4217 hogares, 4213 tenían acceso a cañería, dos usaban pozo y dos aguas de río.

La municipalidad de Zarcero, en mayo del 2011, declaró un derecho humano el acceso al agua potable para todos los habitantes del cantón. (Zarcero, 2019)

Planteamiento del Problema

La Municipalidad desea mejorar el sistema de agua potable.

Actualmente se presentan dos principales problemas:

1. No se cuenta con un sistema para controlar el rebalse de agua potable de los tres tanques existentes, los mismos se encuentran posicionados uno seguido del otro, cada uno a una altura diferente respecto al nivel del mar. El mecanismo que está funcionando, es de llenar el tanque de mayor altura (Tanque Virgilio Gamboa), cuando este ya esté al límite, se conducirá el rebalse al segundo tanque (Los Alpes), siguiendo la misma metodología para conducir el líquido al tercer tanque (Los Gemelos), para cuando este se completa, el sobrante es descargado al alcantarillado pluvial, con un aforo volumétrico aproximado de 50 litros por minuto. Para abastecer el distrito de Zarcerro, actualmente se extraen 7 nacientes tipo ladera, 4 ubicadas en la zona de Palmira y 3 Ubicadas en la Zona Protectora el Chayote. A dicho distrito se le suma una población aproximada de 4360 habitantes (según INEC), se estima un caudal de demanda de 11.95 l/s, (este dato fue brindado por la Municipalidad) debido a la topografía de la zona, el agua es transportada de forma natural por diferencia de alturas (no existen mecanismos eléctricos ni de combustión para la conducción del agua).

Es importante destacar algunas características de cada tanque de almacenamiento:

Tabla 1. Tanques de abastecimiento de la comunidad de Zarcerro
Fuente. Elaboración propia.

Nombre	Virgilio Gamboa	Los Alpes	Los Gemelos
Altura sobre nivel del mar	1835	1811	1758
Material estructural	Acero Vitrificado	Mampostería	Mampostería
Capacidad (m3)	350	127	235

Debido a la falta de agua potable que se ha venido experimentando año tras año a nivel mundial, este rebalse debe ser controlado lo más pronto posible para ayudar a disminuir esta problemática del agua antes mencionada, además, a nivel institucional dar un buen ejemplo respecto al cuidado y manejo sostenible de este preciado elemento natural.

2. Se trazará y se propondrá un diseño preliminar de un sistema de conducción de agua potable, el cual iniciará en El Chayote y finalizará en tanque Los Gemelos, Zarcero, esto porque la municipalidad de Zarcero considera que esa tubería está obsoleta, con más de 40 años de construida y muchas reparaciones realizadas. Al ser una tubería tan vieja, posee materiales de dicha época, que, en la actualidad, algunos se consideran perjudiciales para la salud, por ejemplo: asbesto cemento. Por otra parte, se desconoce el trazo de algunos tramos, por lo que existe la posibilidad de tener fugas. Es importante exponer que esta propuesta deberá contemplar el cierre mecánico - hidráulico de una válvula en el reservorio Los Gemelos, para evitar el rebalse.

Objetivo General

Proponer el diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, con una longitud mayor a los tres kilómetros, para la Municipalidad de Zarceró, en el distrito central, mediante herramientas y software ingenieriles.

Objetivos Específicos

1. Evaluar si las nacientes explotadas por la municipalidad de Zarceró, en Palmira y en la Zona Protectora El Chayote, son capaces de satisfacer la demanda requerida para 25 años, periodo de diseño solicitado.
2. Proponer un diseño preliminar, de un sistema de conducción de agua potable desde la Zona Protectora el Chayote hasta el tanque de almacenamiento (Los Gemelos) en Zarceró, utilizando tubos de Coluro de Polivinilo (PVC).
3. Verificar si la tubería de conducción de agua potable Palmira – Zarceró, con una longitud mayor a ocho kilómetros, es capaz de soportar la sobrepresión por golpe de ariete, al cerrarse las válvulas mecánicas – hidráulicas en los tanques de almacenamiento.

Justificación

Es de suma importancia para el pueblo de Zarceró, realizar una restauración en una parte del sistema de conducción y almacenamiento de agua potable del acueducto municipal de Zarceró, ya que, actualmente se cuenta con dos situaciones comprometedoras, la primera es, un sistema muy antiguo para el tramo de la Zona protectora El Chayote – Tanque Los Gemelos, Zarceró, que no es capaz de satisfacer adecuadamente las necesidades requeridas por el pueblo, es necesario realizar un trazado adecuado y su respectivo diseño que requiere de la realización de los estudios pertinentes, para poder determinar los parámetros de dotación y demanda del acueducto para un periodo de diseño de 25 años. La segunda es, el gasto de agua que se presenta cuando los tanques de almacenamiento llegan a su nivel máximo, el agua rebalsada y es descargada al alcantarillado pluvial. Esta situación se encuentra en ambos tramos, Palmira – Zarceró y Zona Protectora El Chayote – Tanque Los Gemelos, Zarceró. Para esto, se requiere evaluar las presiones que se presentarán cuando en un tanque una válvula se cierra, luego, compararlas con la capacidad de los tubos.

De igual manera, es fundamental para el cantón de Zarceró, mejorar el acueducto de la comunidad, para que brinde el mejor rendimiento posible para los abonados que dependen de esto para el suministro de agua potable.

Alcances

1. Propuesta de sistema mecánico – hidráulico para la eliminación del rebalse en los tres tanques de almacenamiento.
2. En las captaciones se realizarán aforos volumétricos para evaluar su capacidad hidráulica, para la revisión estructural se realizará cualitativamente, observando, detallando formación de fisuras, deformaciones visuales por empuje o aspecto.
3. Propuesta de diseño preliminar de una tubería de conducción con una longitud aproximada de tres (03) kilómetros, para mejorar la calidad del agua y la eficiencia del sistema.

4. Análisis y Modelado mediante el software Epanet, de la tubería de conducción de Palmira – Zarcero con ocho (08) kilómetros aproximados de longitud, para observar el comportamiento cuando se cierran válvulas en puntos críticos.
5. La propuesta de diseño y revisiones, se realizarán principalmente a lo que indique la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.
6. Para el presente proyecto, se estudiarán y analizarán en total dos sistemas de conducción que, al ser sumados, se obtiene una longitud de 11,6 km.

Limitaciones

1. El estado estructural de los tanques de almacenamiento se supondrá como excelente, esto porque la Municipalidad indica que reciben mantenimiento a menudo, inclusive, recientemente se construyó un tanque (Virgilio), así que se analizará únicamente la capacidad volumétrica.
2. La capacidad de soporte del terreno correspondiente a la trayectoria de la tubería a diseñar, de acuerdo al Código Sísmico de Costa Rica 2010, Zarcero se encuentra en Zona III, para esto se supondrá tipo de suelo S_3 , con una capacidad admisible de $12 \text{ Ton}/\text{m}^2$ y un factor de seguridad (FS) igual a 3.
3. Este proyecto contemplará el sistema de conducción y almacenamiento de agua potable (captación, conducción y tanques de almacenamiento), no se analizará la red de distribución del agua potable hacia las viviendas.
4. Se utilizarán las curvas de nivel brindadas por la Municipalidad, tanto para realizar la modelación del sistema en el software Epanet, como para el trazado y confección de planos preliminares.
5. Para el trazado de la tubería, la Municipalidad se encargará de realizar los trámites pertinentes en temas de negociación y expropiación con los respectivos propietarios.

6. Las pérdidas locales se despreciarán para la memoria de cálculo, aunque sí se explicarán en el capítulo I. Además, sí serán tomadas en cuenta para la modelación de los sistemas.
7. La evaluación para garantizar el cumplimiento de las presiones, se realizará únicamente por métodos teóricos. No se realizarán pruebas en campo.

Impacto

El impacto de este proyecto es catalogado como importante y urgente para la Municipalidad, por lo que se espera cumplir con las expectativas que estos tienen de este trabajo y satisfacer sus necesidades de la manera más pertinente posible, pero con los resultados de este proyecto, no se beneficia solo a la Municipalidad, sino también a los agricultores, ganaderos y demás pobladores de la comunidad de Zarcero que dependen de este recurso hídrico para sus actividades y para su supervivencia.

Es importante concluir exitosamente este proyecto, debido al compromiso que tiene la Municipalidad de Zarcero de contribuir al desarrollo del pueblo, brindándole la mejor calidad en el servicio y abastecimiento del agua, además de cuidar y proteger al medio ambiente y al recurso hídrico, todo esto será posible al mejorar y rediseñar parte del sistema actual de abastecimiento de agua potable del acueducto municipal del pueblo.

Al realizarse un modelado de la tubería actual en un software, donde se pueda observar específicamente la captación, las líneas de conducción, válvulas y los tanques de almacenamiento, en sus condiciones actuales, será posible definir, de una manera más oportuna y realista, una solución viable para el problema actual de este acueducto, de manera que se pueda ofrecer para la Municipalidad y para el pueblo, una pronta y satisfactoria respuesta a las necesidades que existen.

Se espera que para el momento en que se concluya ese trabajo, tanto la Municipalidad como el pueblo, queden satisfechos con los resultados obtenidos, para que posteriormente continúen el proyecto y que finalmente puedan gozar de un nuevo y mejorado sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto municipal.

Hipótesis

Al realizar una búsqueda de información y antecedentes acerca del tema de investigación, se encontró que en el pasado se han realizado gran cantidad de proyectos que intentaban dar soluciones a problemas similares al planteado en este proyecto. Bajo este argumento, se omitirá la hipótesis de este proyecto.

Capítulo I

1. Marco Teórico

1.1 Generalidades

La Municipalidad de Zarcero requiere una revisión y rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto municipal de Zarcero utilizando tubos de Coluro de Polivinilo (PVC), con la misión de ayudar al pueblo, se ofrece el conocimiento de ingeniería para realizar esta labor y ayudar tanto a la Municipalidad, como a la comunidad de Zarcero, proponiendo una posible solución para que se evalúe su viabilidad.

Examinando el problema planteado, se hace evidente la necesidad de diseñar una conducción nueva para el tramo El Chayote – Zarcero, además de eliminar el rebalse del tanque Los Gemelos, este es el de menor elevación con respecto a la conexión de 3 tanques de abastecimiento con los que cuenta la comunidad de Zarcero.

La propuesta se divide en dos partes:

La primera, consta de realizar un diseño preliminar de una línea de conducción de agua potable para el tramo de la Zona Protectora El Chayote – tanque Los Gemelos, Zarcero, iniciando por visitar la zona para realizar los aforos volumétricos correspondientes, valorar el estado de las captaciones, así, como conocer mejor su topografía. Luego se realizará el trazado de la línea de conducción desde el software Civil 3D, donde se trabajará tanto en vista elevada (en planta), como de perfil. Se proyectará una vida útil para realizar el debido análisis de diseño, se modelará con el software Epanet para garantizar el análisis elaborado, finalmente se confeccionarán los planos preliminares de diseño.

La segunda, consta en colocar válvulas de cierre mecánico para los tanques de almacenamiento, de modo que, al cerrarse las tres válvulas, el agua seguirá su curso natural desde el origen (Cámara reunión de caudales), en esta parte será necesario revisar el sistema de conducción de agua potable Palmira – Zarcero. Para esto, inicialmente, se deberá solicitar a la Municipalidad de Zarcero información importante, como las curvas de nivel, el trazado de la línea de conducción y la ubicación de los

tanques de almacenamiento, también es necesario que proporcionen para una correcta planificación de la solución, las características técnicas que poseen los tubos utilizados en cada tramo, todo esto con el fin de obtener los datos necesarios para alimentar y modelar dicho sistema en el software Epanet, esto para la obtención de presiones en los puntos críticos.

Epanet es un software utilizado comúnmente para el análisis de sistemas de distribución de agua potable, por lo que será de gran ayuda para el objetivo final de este proyecto.

También, se revisará el caudal en el inicio (naciente), para ser comparados con las valoraciones de demanda estimadas para veinticinco años en el futuro, esto es importante para determinar si será necesario diseñar una captación nueva.

Para este proyecto, es indispensable utilizar un software que permita agilizar el proceso de análisis de información, que provea datos con la mayor exactitud posible, de manera que sea posible tener una solución más exacta para este problema, en este análisis se trabajará con el programa Epanet, este es un software de confianza y de fácil manejo para el usuario, que, además satisface las características requeridas.

Epanet es un paquete de software desarrollado por EPA División de Investigación del Agua Potable, para modelar el comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en los sistemas de distribución de agua, a partir de una descripción geométrica de la red de tuberías, un conjunto de condiciones iniciales, las estimaciones de consumo de agua, y un conjunto de reglas sobre cómo funciona el sistema. Epanet predice todos los flujos, presiones y niveles de calidad del agua en toda la red durante un prolongado periodo de funcionamiento. (Rossman, 1995)

Después de obtener los resultados del programa, se procederá a analizarlos mediante las fórmulas correspondientes, para así determinar, si al tener en funcionamiento las válvulas, el sistema de tubería actual es capaz de soportar la sobrepresión o golpe de ariete.

Los datos obtenidos abarcan tramos de tuberías que empiezan en la naciente, pasan por montaña en su mayoría y potreros con una topografía quebrada, llegando a los

tanques de almacenamiento, cabe rescatar que la topografía es aprovechada al máximo, facilitando que todo el sistema pueda ser accionado por gravedad.

1.2 Análisis de obra de captación

Para analizar una captación, debemos empezar por entender que su diseño depende del tipo de fuente por extraer el recurso. Es importante tener en cuenta dos aspectos fundamentales en las fuentes de abastecimiento: la capacidad de suministrar y la condición de sanidad o la calidad del agua. Algunos tipos de fuentes que se pueden encontrar con frecuencia son:

- **Lluvia:**

Este método se emplea cuando no existe la posibilidad de extraer agua superficial de buena calidad, además, se debe tener presente que la zona donde se vaya a realizar sea un lugar con un régimen de lluvia importante.

- **Superficiales:**

Se clasifican como fuentes superficiales: ríos, arroyos, canales, lagos, lagunas, embalses. Aunque podemos observar muchas fuentes de este tipo en nuestro país, por ejemplo, la que es extraída de la represa hidroeléctrica Cachí, igualmente que la anterior, se utiliza cuando existen limitaciones para obtener el agua de mejor calidad, uno de los principales factores es la exposición a contaminantes a los que se somete antes de llegar a la planta potabilizadora.

- **Subterráneas:**

Este tipo de fuente se produce debido a que gran parte de las precipitaciones en una cuenca se filtra en el suelo, concentrándose donde el suelo es impermeable, que posteriormente se satura. En algunas ocasiones el agua sale a la superficie por cavitación debido a la presión producida en ese punto de concentración, o también por la configuración del relieve que permite el flujo hacia la superficie por medio de una ladera.

Cualquiera que sea la fuente por utilizar, se realiza su debido estudio para corroborar su calidad.

Existen diferentes diseños para una captación, los cuales dependen de las condiciones en la naturaleza que se van a enfrentar y la demanda requerida, a continuación, se muestran algunas imágenes que pueden mostrar mejor sus diseños:

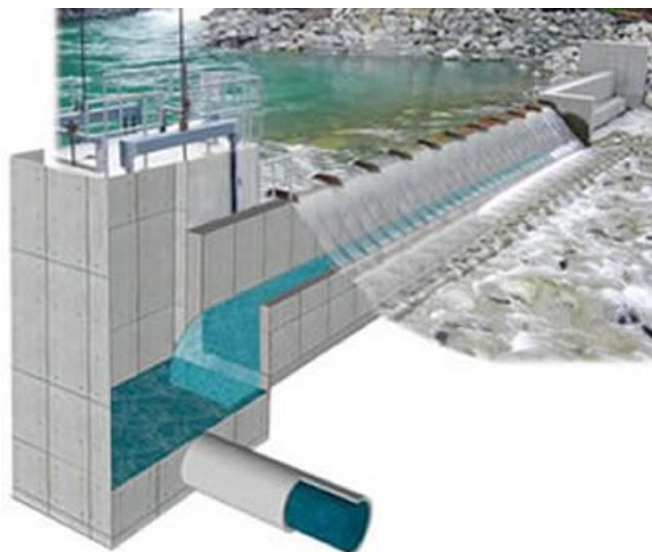


Figura 2. Captación tipo transversal
Fuente. (CoandaScreen, s.f.)

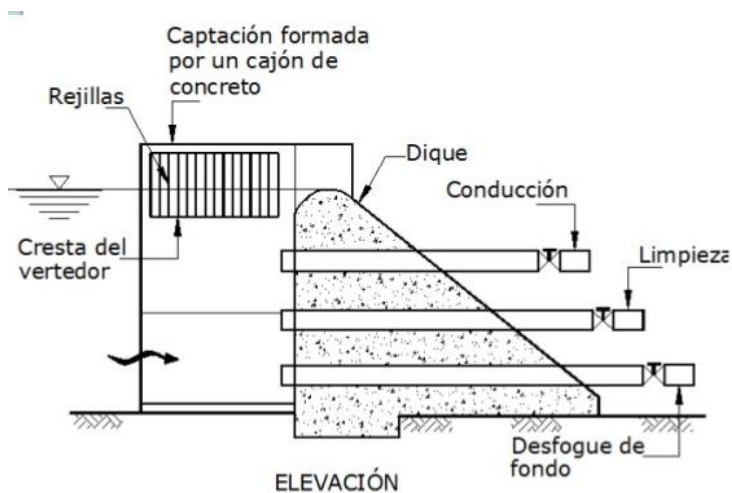


Figura 3. Captación tipo directa
Fuente. (Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación)

Para el presente proyecto, las fuentes de captación existentes son manantiales de ladera.

Se le conoce como manantial de ladera al lugar donde florece un agua subterránea a la superficie de forma horizontal. Un ejemplo se puede ver en la siguiente imagen.

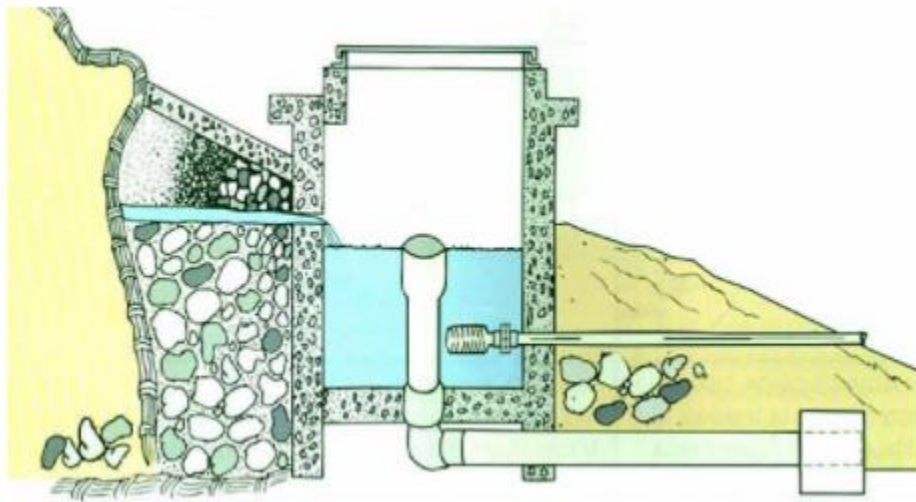


Figura 4. Fuente de manantial ladera

Fuente. (*Gestión de agua y saneamiento sostenible en zonas rurales de México*)

Para el diseño hidráulico se tomarán en cuenta algunos parámetros.

a) Población

El cálculo de la población se efectuará mediante la información brindada por el Instituto Nacional de Estadística y Censos.

b) Registros de demanda del sistema

La Municipalidad cuenta con un sistema de medidores en cada una de las previstas domiciliarias a las cuales se les brinda servicio, esto con el fin de llevar un registro mensual del consumo de los usuarios.



Figura 5. Medidores de registro mensual de consumo.
Fuente. *Municipalidad de Zarceró.*

c) Medición de caudal en la fuente de captación

Las mediciones correspondientes a los caudales, se realizan mediante aforo volumétrico en la naciente en la que se utiliza una salida específicamente para dichas mediciones, se utiliza un recipiente de 22 litros y se toman los tiempos de llenado de este, el ejercicio se repite cinco veces, posteriormente, se toman esos cinco datos y se promedian, finalmente se ingresan en la fórmula (que aparece a continuación) para determinar el caudal en la fuente de captación:

$$Caudal = Q = \frac{Volumen}{Tiempo} \left[\frac{\text{litros}}{\text{segundo}} \right]$$

Ecuación 1. Caudal

1.3 Diseño hidráulico de las líneas de conducción

Se define como línea de conducción, a la estructura que transporta el agua desde la captación hasta la siguiente estructura (puede ser una planta potabilizadora o un tanque de almacenamiento). La fuente hídrica puede ser transportada por dos métodos: por gravedad, se aplica cuando la obra de captación y/o tanque de almacenamiento se encuentra en un nivel superior a la red de distribución y se garantiza presión suficiente en toda la red. Por bombeo, puede aplicarse cuando la ubicación de la obra de captación o tanque de almacenamiento no garantiza presión suficiente en toda la red, por lo que es necesario utilizar dispositivos y equipos que impulsen el agua a través de la red.

Normalmente el material utilizado es PVC, sin embargo, cada sistema presenta condiciones particulares que exige utilizar otros materiales.

El sistema de diseño de conducciones a presión por gravedad, por sí mismo genera movimiento sin necesidad de un elemento externo que lo promueva, esto ocurre por la diferencia de alturas de un punto a otro, en el trayecto que va a tener el agua, sufrirá ciertas pérdidas de energía, las cuales son de suma importancia considerar, esto quiere decir, que de acuerdo con las pérdidas que ocurren dentro de la conducción, así será la altura a la cual se podrá descargar el agua en el punto de llegada.

Otro motivo necesario para tomar en cuenta, son los niveles más bajos donde estará la tubería con respecto al nivel de captación, porque aquí es donde se presentarán las presiones más altas, críticas, que podrían hacer fallar la estructura. Para considerar los parámetros anteriores, es necesario recurrir a algunas fórmulas que serán explicadas una a una en los siguientes apartados.

Para los cálculos, se trabajará con la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017 y para modelar se trabajará con el software Epanet.

1.3.1 Topografía

Es indispensable conocer los perfiles del terreno para obtener las presiones de operación bajas y altas, es aquí donde se analizarán los puntos críticos y se solucionarán

con la colocación de válvulas, tanques quebra gradientes o algún otro elemento especial que cumpla con su función respectiva.

Para este proyecto, se realizará una visita para conocer el lugar de trazado, además, la Municipalidad de Zarcero nos brindará un archivo formato .dwg del levantamiento topográfico de la zona en estudio. El cual nos permitirá desarrollar trazados y perfiles de la tubería.

Para ilustrar el relieve del terreno que se va a trabajar se mostrará una imagen:

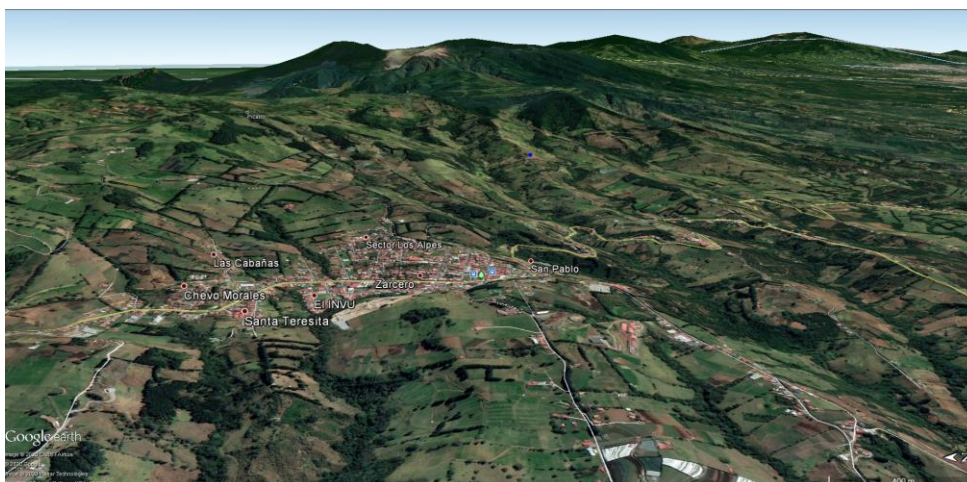


Figura 6. Relieve de Zarcero
Fuente. (Google Earth, 2020)

1.3.2 Periodo de diseño

El periodo de diseño se define como el mayor tiempo previsto para el cual cada una de las obras que constituyen un sistema de acueducto funcione eficazmente. Para este proyecto se realizará una proyección para trabajar 25 años.

1.3.3 Población de diseño

La población de diseño, es la población proyectada al periodo de diseño seleccionado, como se sabe, al pasar el tiempo los poblados sufren cambios, ya sea por natalidad, mortalidad, migración o inmigración. Para lograr efectuar una proyección, es necesario conocer la tasa de crecimiento de la comunidad, valor que se puede obtener mediante los censos que realiza el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

En la siguiente tabla se muestran los datos de los dos censos realizados por dicha institución para el distrito de Zarcero:

Tabla 2. Población diseño 2000 y 2011.

Fuente. (Censo, 2000-2011)

Año Censo	Número de Habitantes
2000	3790
2011	4004

(Romero, 1993), menciona que, “De acuerdo con las características socioeconómicas y crecimiento del distrito, según informa la Municipalidad, además de revisar otros proyectos similares se puede determinar que el crecimiento poblacional es de tipo geométrico, se puede estimar mediante el siguiente procedimiento”

$$P_f = P_{c2} * (1 + r)^n$$

Siendo

$$r = \left[\frac{P_{c2}^{1/t}}{P_{c1}} \right] - 1$$

Ecuación 2. Población futura

Ecuación 2.1. Tasa de Crecimiento poblacional

Donde:

P_f = Población futura. (hab)

P_{c1} = Población Primer censo. (hab)

P_{c2} = Población último censo. (hab)

r = Tasa de Crecimiento. (%)

n = Intervalo de año de proyección y último censo. (años)

t = Diferencia entre los dos censos. (años)

De igual forma, se efectuará una proyección de crecimiento poblacional a 25 años, es decir, hasta el año 2045. De acuerdo al crecimiento y características de la comunidad, se utilizará el método geométrico, para estimar la proyección de los habitantes.

1.3.4 Dotación de diseño

Al consumo de agua que se le asigna a una persona por día, se le conoce como dotación y se expresa en litros por persona por día (l/p/d). Para establecer una dotación, el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados ha elaborado una dotación para distintas zonas del país. La cual se puede observar en la tabla 3

Tabla 3. Dotación para distintas zonas de Costa Rica
Fuente. (Alcantarillados A. y., 2017)

Zonas	Dotación (l/p/d)
Metropolitanas	375
Costeras	375
Urbanas	300
Rurales	200

Para el diseño en este proyecto, se tomará una dotación de 200 l/p/d para zonas rurales, de acuerdo con la normativa del AyA para acueductos rurales.

Otro factor importante por considerar, es el agua no contabilizada (ANC), se define como el porcentaje de agua producida que no se cobró en los recibos de los abonados. Algunas causas de este efecto son: medidores en mal estado, fugas, conexiones clandestinas, entre otros. El ANC representa un porcentaje muy alto, de hecho, ha provocado problemáticas en la gran área metropolitana. De acuerdo con los registros del AyA se pueden encontrar zonas donde el ANC alcanza el 55 %. Para este proyecto se propondrá un ANC de 20 %, valor que se utiliza frecuentemente en este tipo de análisis, además, la Municipalidad ha estado realizando mejoras para marginar el ANC al máximo posible. Se expresa.

$$\text{Dotación} = \text{ANC} * \text{Dotación Rural} + \text{Dotación Zona Rural}$$

Ecuación 3. Dotación diseño

1.3.5 Elementos del sistema

Para un correcto y eficaz funcionamiento de todo el sistema, es necesario que todos los elementos que lo conforman se encuentren operando de una manera satisfactoria.

1.3.6 Fuentes de captación

Las mismas deberán tener la adecuada infraestructura de captación y estar en buenas condiciones para dar abasto a la demanda actual y a la demanda futura.

El acueducto municipal cuenta con 7 captaciones, 4 de ellas ubicadas en Palmira y 3 en la Zona Protectora el Chayote. Según los registros de la Municipalidad, de acuerdo con el consumo mensual, los abonados demandan en promedio diario 11.95 l/s.

Será necesario realizar un aforo volumétrico para conocer la capacidad de las nacientes y así determinar si podrán abastecer la población al periodo de diseño.

1.3.7 Tuberías de aducción

Una tubería de aducción, es en la que fluye agua sin tratar, estas se diseñarán de 25 a 50 años. El periodo elegido deberá coincidir con el de la captación. Así mismo la tubería ya existente deberá estar en buen estado para soportar los caudales, las velocidades y las presiones a las cuales estarán expuestas.

1.3.8 Tuberías de conducción

La tubería de conducción transporta agua tratada, y será proyectada para 25 años. Estas tendrán que estar en buenas condiciones para poder soportar los caudales, las velocidades y las presiones a las cuales estarán expuestas. La figura 7 muestra las capacidades de presión nominal de trabajo para tuberías de PVC certificadas en Costa Rica.

	SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
psi	100	125	160	200	250	315
Kg/cm ²	7,03	8,93	11,25	14,06	17,58	22,15
kPa	690	862	1103	1379	1724	2172

Figura 7. Presiones nominales para tuberías PVC

Fuente: (Durman, 2015)

1.3.9 Factores de demanda máxima (Caudal de diseño)

El cálculo del caudal de diseño se basa en lo estipulado en la norma de diseño de agua potable del AyA. Donde se establece que:

- a) Factor máximo diario (f_{md}) = 1.2
- b) Factor máximo horario (f_{mh}) = 1.8

De acuerdo con lo anterior, para este proyecto se utilizará únicamente el factor máximo diario, porque se estudiará únicamente la parte de conducción de agua potable y no la distribución a los abonados.

1.3.10 Caudal de incendio

El caudal de incendio debe ser definido de forma tal que se cumpla con los requerimientos técnicos que establece el Benemérito Cuerpo de Bomberos. Se tomará en consideración la siguiente tabla.

Tabla 4. Caudal adicional por incendio
Fuente. (Alcantarillados I. C., 2001)

Población (habitantes)	Número de hidrantes operando simultáneamente	Caudal adicional para incendio (l/s)
0 a 5.000	0	0
de 5000 a 15.000	1	8
de 15.000 a 30.000	2	16
de 30.000 a 60.000	3	24
de 60.000 a 120.000	5	40
de 120.000 a 200.000	6	48
de 200.000 a 300.000	8	64

En poblaciones rurales dispersas, no se considerará la demanda por incendio.

1.3.11 Caudal coincidente

El caudal coincidente será la suma del caudal máximo diario y caudal de incendio.

1.3.12 Caudal de producción

Como este proyecto cuenta con abastecimiento propio y además se contempla el almacenamiento, se trabajará con el caudal máximo diario de acuerdo con la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.

1.3.13 Caudal máximo diario

Apegándose al Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, solicita para diseño de conducciones que se utilice un factor de 1,2 del caudal promedio diario,

este se obtiene de registros de demanda, sin embargo, el AyA indica para cuando no existan datos reales del patrón de consumo, que se deben utilizar las dotaciones de la tabla 3.

El caudal máximo diario se define como, el caudal promedio del día de máximo, consumo del año y se expresa.

$$Q_{md} = f_{md} * Q_{prom} \quad \text{Siendo} \quad Q_{prom} = \frac{\text{poblacion} * \text{dotacion}}{86400}$$

Ecuación 4. Caudal máximo diario

Ecuación 4.1. Caudal promedio

Donde:

f_{md} = Factor máximo diario.

Q_{prom} = Caudal promedio.

1.3. 14 Tanques de almacenamiento

Los tanques de almacenamiento deberán ser capaces de acaudalar.

a. Regulación del consumo.

La Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable especifica que, el volumen (V_{ra}) que compensa las fluctuaciones de demanda horaria. Para el caso de este proyecto se utilizará un volumen igual a 14 % del volumen promedio diario (V_{prom}). Debido a que el caudal de entrada al tanque es constante.

$$V_{Prom} = Q_{prom} * 86400 \text{ s}$$

$$V_{ra} = V_{prom} * 14 \%$$

Ecuación 5. Volumen promedio diario

Ecuación 5.1. Volumen regulación de almacenamiento

b. Reserva para incendios

Corresponde al volumen necesario para suministrar el caudal de incendio. Se trabajará con la siguiente tabla.

Tabla 5. Volumen adicional por incendio
Fuente. (Alcantarillados I. C., 2001)

Tamaño de la población (habitantes) (l/s)	Caudal de incendio l/s	Duración del incendio (horas)	Volumen del almacenamiento (m ³)
5000 a 15000	8	3	90
15000 a 30000	16	3	170
30000 a 60000	24	3	260
60000 a 120000	40	4	580
120000 a 200000	48	4	690
200000 a 300000	64	4	920

c. Reserva por interrupciones

Es el volumen utilizado para satisfacer la demanda cuando se presente alguna interrupción del servicio y será equivalente a cuatro horas del caudal promedio diario.

d. Volumen total de almacenamiento

Será la sumatoria de volúmenes indicados anteriormente.

1.3.15 Velocidad

En líneas de conducción, la norma técnica que se utiliza en este trabajo especifica que la velocidad máxima no debe sobrepasar los 5 m/s y no debe ser menor a 0.6 m/s.

1.3.16 Presiones

- a. **Presiones máximas:** las presiones máximas en las líneas de conducción, no deberán de sobrepasar las presiones de trabajo máximas admisibles por cada tramo de tubería de 50 m.c.a. (Metros Columna de Agua). Sin embargo, la presión máxima permitida será de 70 m.c.a.
- b. **Presiones mínimas:** las presiones mínimas, deberán ser suficientes para evitar la entrada de aire al sistema y el consecuente riesgo de contaminación ocasionado por la entrada de agua contaminada. Se recomienda mantener al menos 2 m.c.a. (Metros Columna de Agua) sobre la línea de terreno.

1.3.17 Dimensionamiento de tuberías

Para los diámetros mínimos, se utilizará la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017, la cual indica dimensionar con las fórmulas de Hazen-Williams preferiblemente, además, establece que, en líneas de conducción el diámetro mínimo será el que determine el cálculo hidráulico.

a. Cálculo de pérdidas menores:

Se conoce como pérdidas menores a los desgastes de energía que sufre el fluido conforme pasa por un accesorio, (codo, expansión o contracción de sección de flujo, o por una válvula) afectando directamente su velocidad. Esto ocurre debido a que el fluido se desplaza uniformemente a una velocidad constante, conocido como flujo laminar, al toparse con un obstáculo, (accesorio) este cambiará la dirección de la corriente, alterando el flujo y ocasionará turbulencia. Los valores de pérdida de energía se conocen con un coeficiente de resistencia conocido como (K), para determinar la pérdida de un accesorio se utiliza la siguiente fórmula:

$$h_m = K * \frac{v^2}{2g}$$

Ecuación 6. Pérdida de energía

Donde:

- h_m = Pérdida menor (m).
- K = Coeficiente de resistencia.
- v = Velocidad media donde ocurre la pérdida (m/s).
- g = Gravedad = $9.81 (m/s^2)$.

Para obtener los coeficientes de resistencia (K) se trabajará con gráficos para facilitar los cálculos, los cuales variarán dependiendo de la condición a analizar, ya sea expansión súbita o gradual, contracción súbita o gradual, pérdidas en la entrada de la tubería, válvulas o acoplamientos. A continuación, se desarrollarán algunos que pueden ser aplicados para este proyecto.

a) Pérdidas por expansión súbita.

Al momento que un fluido experimenta el cambio de un conducto pequeño a uno más amplio repentinamente, disminuye su velocidad, produciendo lo que conocemos como turbulencia, que esta a su vez, provoca pérdidas de energía como se muestra en la siguiente figura:

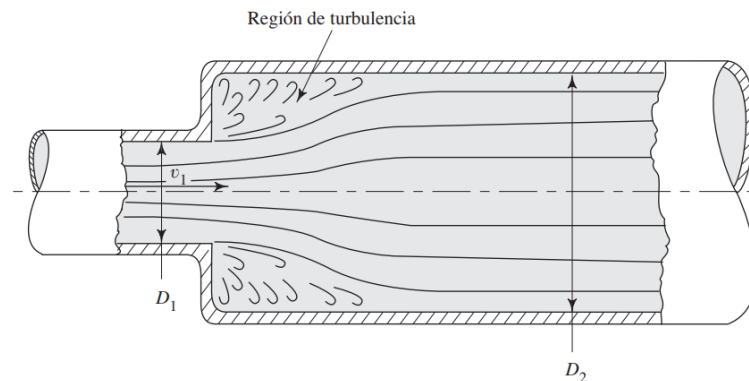


Figura 8. Expansión súbita
Fuente. (Mott, 2006)

Para este caso el coeficiente de resistencia (K) dependerá de los diámetros de las dos tuberías y de la velocidad, justo antes de que el flujo entre en turbulencia.

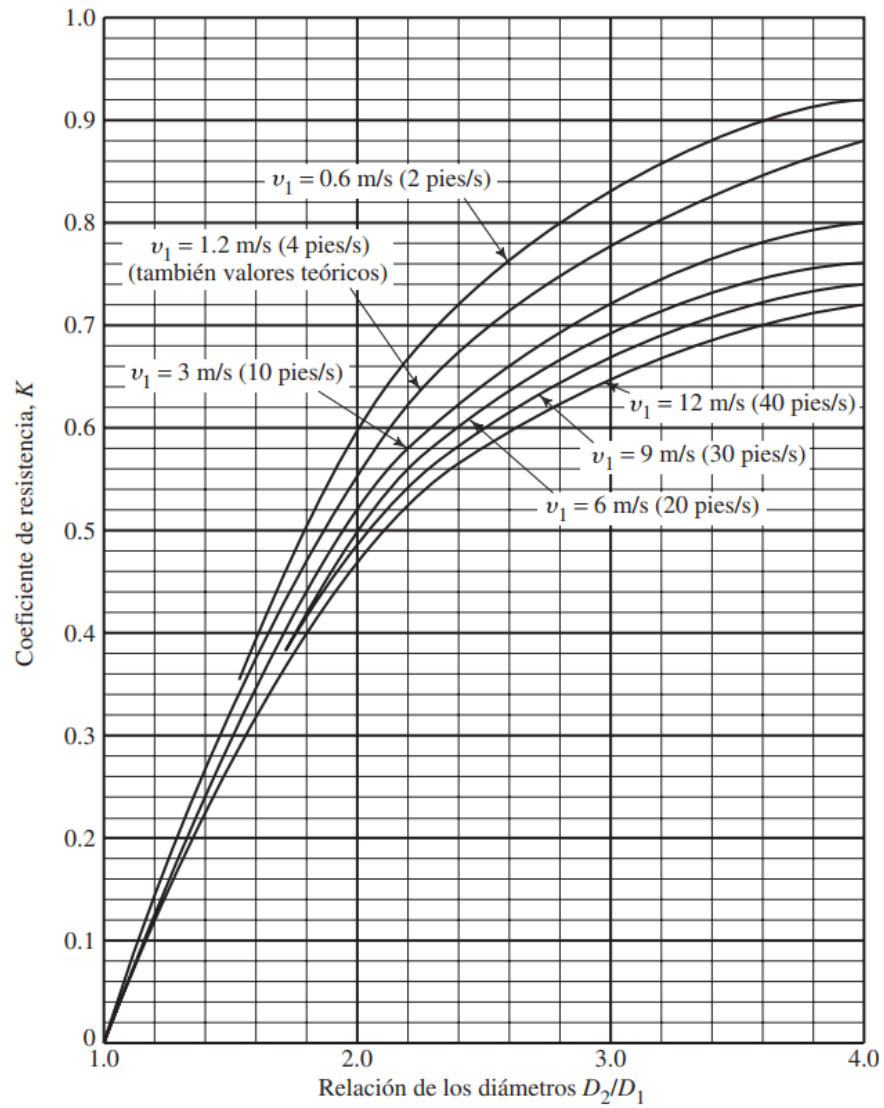


Figura 9. Coeficiente de resistencia-expansión súbita
Fuente. (Mott, 2006)

b) Pérdidas por expansión gradual

Si la transición del cambio de diámetro en la tubería se realiza de forma gradual (cónica), las pendientes de las paredes guiarán el líquido, logrando reducir las pérdidas de energía, dicho de otra manera, conforme el ángulo del cono se reduce, también lo hará la turbulencia y por consiguiente la pérdida. Para ilustrar lo dicho se puede observar la siguiente figura:

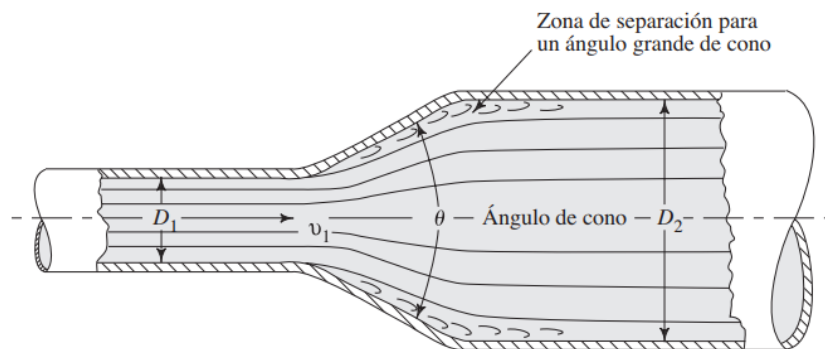


Figura 10. Expansión gradual
Fuente. (Mott, 2006)

Para determinar el coeficiente de resistencia se recurre al siguiente gráfico, para este caso el coeficiente de resistencia depende del ángulo de cono (θ) y de los diámetros de la tubería:

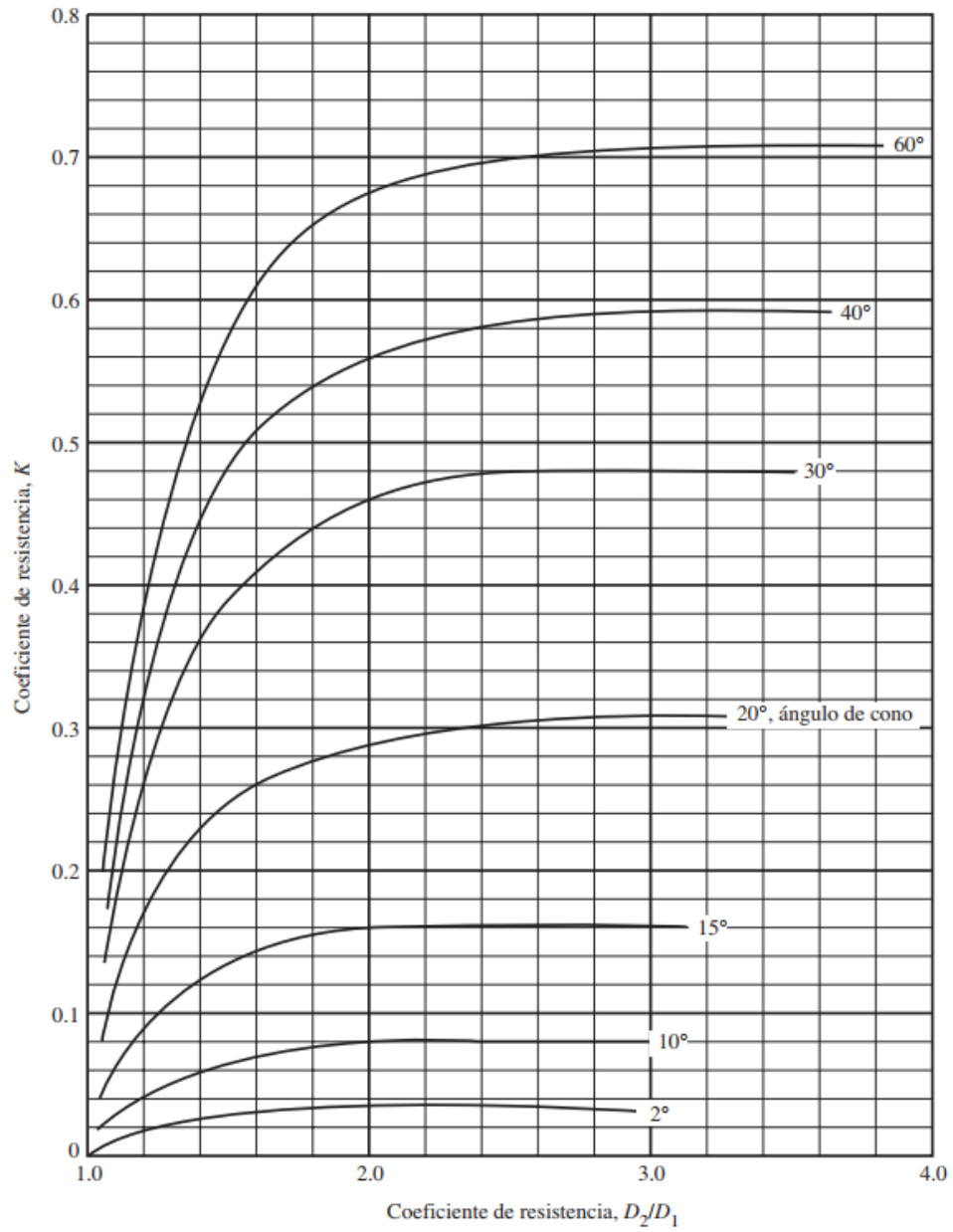


Figura 11. Coeficiente de resistencia-expansión.
Fuente. (Mott, 2006)

c) Pérdidas por contracción súbita

Cuando el diámetro de la tubería es reducido de manera abrupta, como se muestra en la figura 10, el valor para el coeficiente de resistencia (K) dependería de los diámetros de la tubería y de la velocidad del fluido en el tubo de menor diámetro, como se muestra en el gráfico de la figura 11.

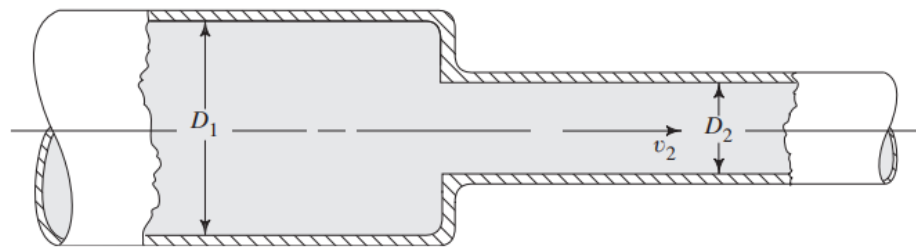


Figura 12. Reducción abrupta
Fuente. (Mott, 2006)

Para entender de manera ilustrativa como se pierde la energía por contracción súbita, se presentará la siguiente figura:

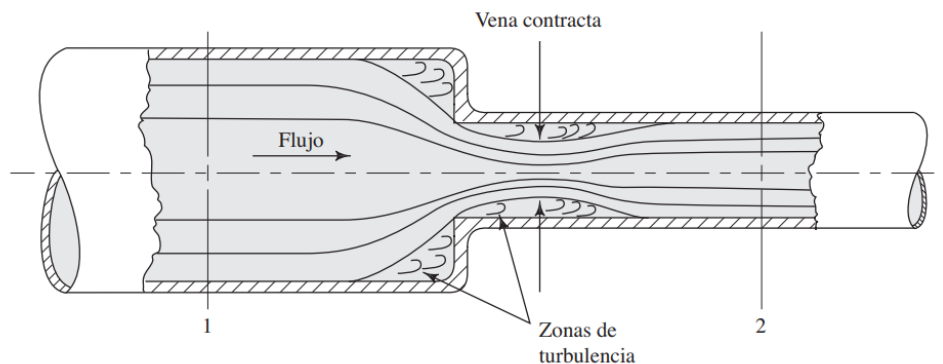


Figura 13. Vena contracta en contracción súbita
Fuente. (Mott, 2006)

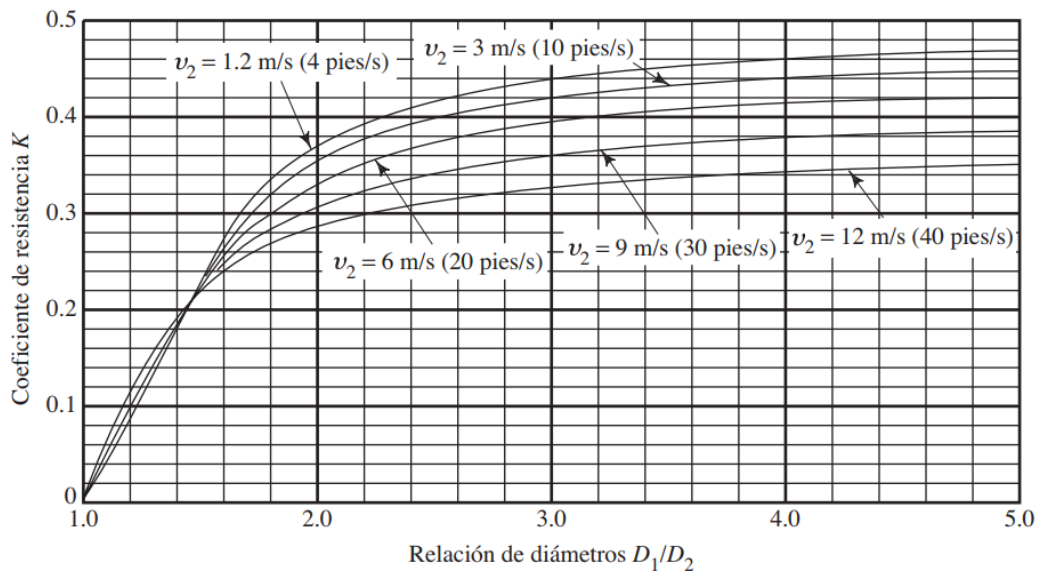


Figura 14. Coeficiente de resistencia-reducción abrupta
Fuente. (Mott, 2006)

d) Pérdidas por contracción gradual

De igual forma que en una expansión gradual, el coeficiente de resistencia (K) disminuirá conforme el ángulo del cono (θ) se acreciente. Se observará la figura 13 para ilustrar, y seguidamente, se mostrarán dos gráficos 15 y 16 respectivamente, para encontrar el coeficiente de resistencia (K), uno para ángulos mayores a 15° y el otro para menores de 15° :

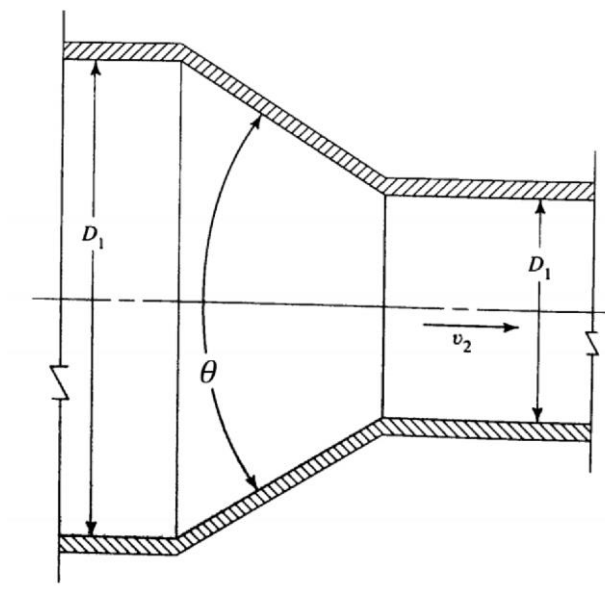


Figura 15. Contracción gradual
Fuente. (Mott, 2006)

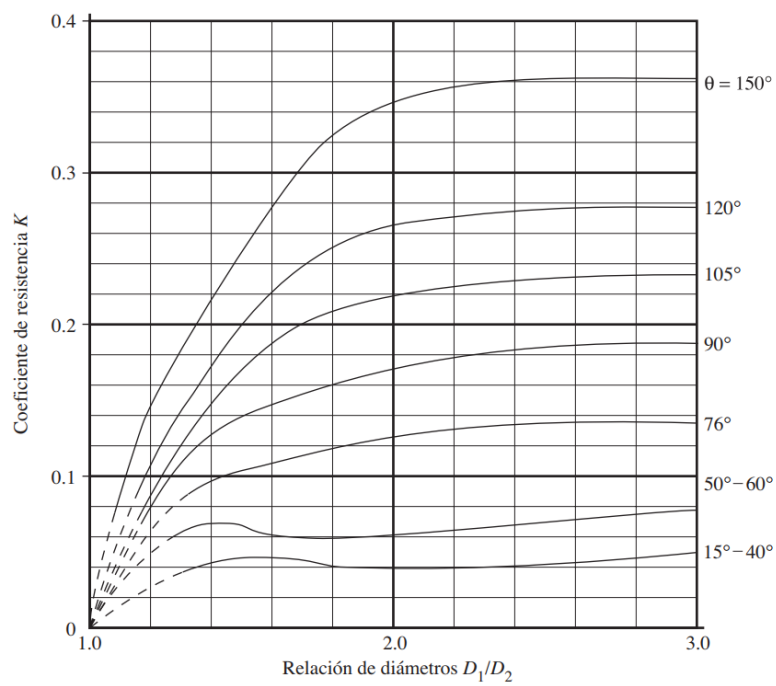


Figura 16. Gráfico coeficiente de resistencia - contracción gradual $\theta \geq 15^\circ$
Fuente. (Mott, 2006)

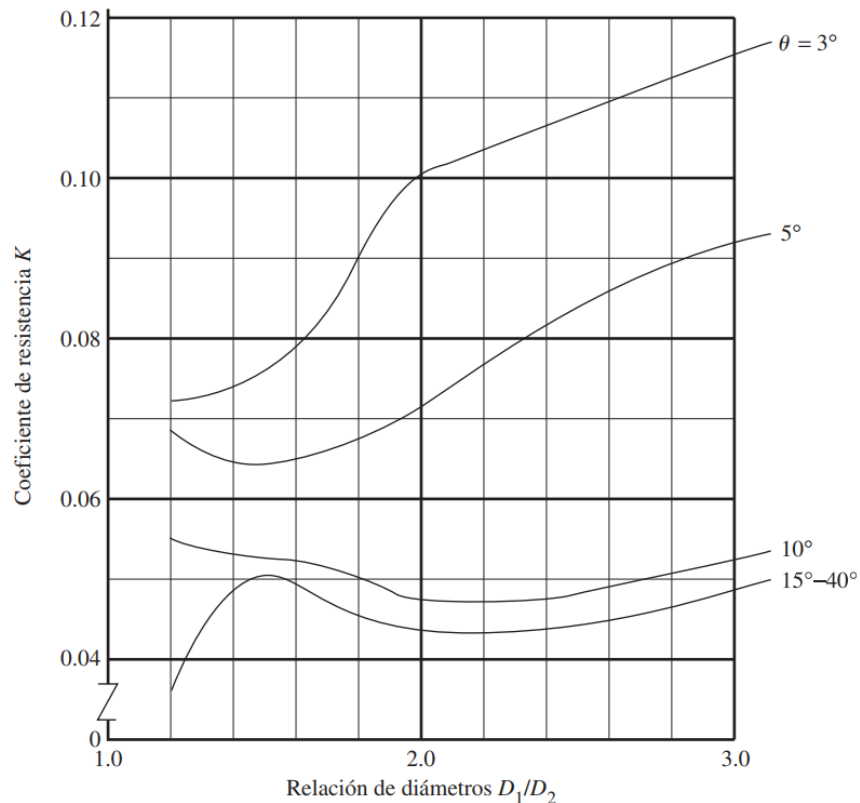


Figura 17. Gráfico coeficiente de resistencia - contracción gradual $\theta \leq 15^\circ$.
Fuente. (Mott, 2006)

e) Pérdidas en la entrada de la tubería

Cuando un fluido se mueve de un tanque a una tubería, ocurre una contracción, lo que genera una pérdida de energía, el coeficiente de resistencia (K) que ocurrirá, aumentará o disminuirá dependiendo de la forma geométrica con que esté diseñada la transición de tanque – tubería. A continuación, una figura para describir lo que ocurre en la entra de la tubería, además se verá el coeficiente K y la turbulencia que generan estos tipos de diseño.

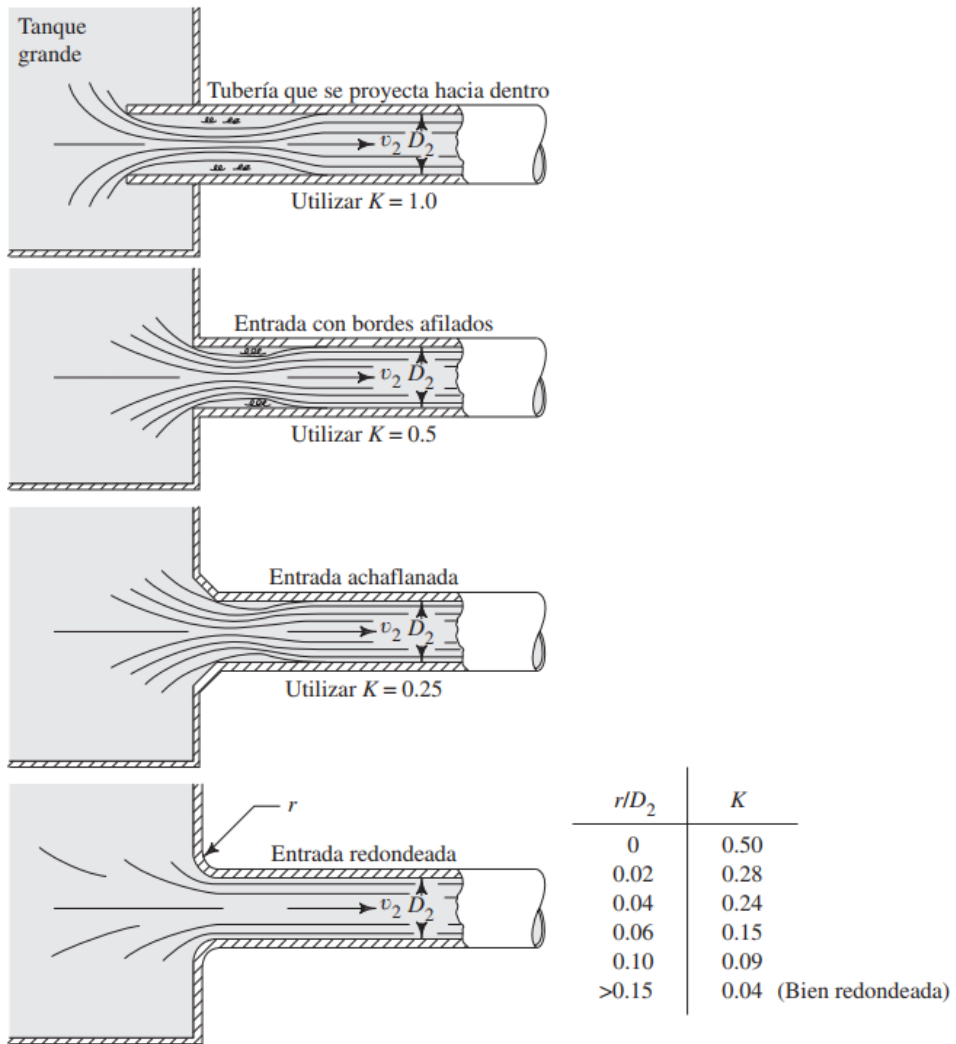


Figura 18. Coeficiente de resistencia – entrada a tubería.
Fuente. (Mott, 2006).

f) Pérdidas en la salida de la tubería

Cuando el fluido es descargado a un tanque o depósito estático, en este proceso se perderá una parte de energía, llamado pérdida de energía en salida, en este caso el valor del coeficiente de resistencia será $(K) = 1$, en la conexión del tubo con la pared, sin importar la geometría de la salida.

En la siguiente figura se mostrará un ejemplo.

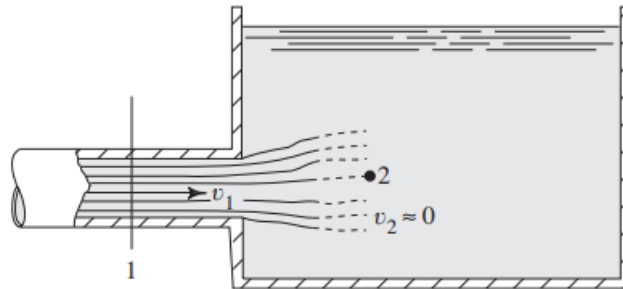


Figura 19. Entrada a tubería.
Fuente. (Mott, 2006).

g) Pérdidas por Válvulas y acoplamientos (accesorios)

Los acoplamientos o accesorios en un sistema de conducción de agua, son el conjunto de piezas moldeadas que se unen a los tubos para dirigir la trayectoria del flujo, también cambian el tamaño de la tubería. Estos se especifican por el diámetro nominal de la tubería, nombre del accesorio y, materiales utilizados, así como su resistencia. Algunos acoples se son: codos, tes, reductores de diámetro, entre otros.

Las válvulas son mecanismos empleados en una conducción para controlar la cantidad del fluido, iniciando, deteniendo o regulando su circulación, mediante una pieza movable, abre y cierra en forma parcial o total. Dentro de los diferentes tipos de válvulas

podemos mencionar: válvulas de compuerta, globo, mariposa, de flotador, reguladoras de presión, o de aire.

El método para calcular el coeficiente de resistencia (K) será diferente que el utilizado para los casos anteriores. Se trabaja con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L_e}{D} f_T$$

Ecuación 7. Coeficiente de resistencia

Donde:

- L_e/D = Relación de longitud equivalente.
- f_T = Factor de fricción del material.

Para calcular el factor de resistencia de accesorios se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 6. Coeficiente de resistencia-accesorios
Fuente. (Colegio federado de ingenieros y arquitectos de Costa Rica, 2017)

Accesorio	Diámetro nominal (mm)						
	12	18	25	32	38	50	62
	Coeficiente K						
Codo roscado 90°	2,10	1,69	1,44	1,28	1,16	0,99	0,88
Codo roscado 90° (R.L.)	1,29	0,92	0,73	0,61	0,52	0,41	0,35
Codo bridado 90°	-	-	0,43	0,41	0,39	0,38	0,35
Codo bridado 90° (R.L.)	-	-	0,41	0,37	0,34	0,30	0,26
Codo roscado 45°	0,37	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
Codo bridado 45°	-	-	0,25	0,24	0,22	0,20	0,19
Codo roscado 180°	2,10	1,69	1,45	1,29	1,17	1,00	0,89
Codo bridado 180°	-	-	0,42	0,40	0,38	0,35	0,33
Unión en T roscada (F.L.)	0,93	0,93	0,91	0,93	0,93	0,93	0,93
Unión en T roscada (F.T.)	2,69	2,49	2,23	2,05	1,92	1,72	1,58
Unión en T bridada (F.L.)	-	-	0,26	0,23	0,21	0,19	0,17
Unión en T bridada (F.T.)	-	-	0,96	0,92	0,88	0,81	0,77
Válvula globo roscada (A)	13,09	10,67	9,23	8,25	7,52	6,50	5,61
Válvula globo bridada (A)	-	-	12,40	11,14	10,20	6,89	7,96
Válvula compuerta roscada (A)	0,34	0,26	0,21	0,18	0,16	0,13	0,11
Válvula compuerta bridada (A)	-	-	0,74	0,58	0,47	0,34	0,27
Válvula antirretorno roscada	7,11	6,84	6,08	4,56	4,17	3,63	3,25
Válvula antirretorno bridada	-	-	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula angular roscada	9,72	6,23	4,54	3,55	2,91	2,12	1,66
Válvula angular bridada	-	-	3,84	3,43	3,13	2,71	2,42
Válvula de pie con colador	-	-	2,75	2,46	2,25	1,95	1,75
Acoples o Uniones	0,12	0,09	0,06	0,07	0,08	0,05	0,06

Tabla 7. Coeficiente de resistencia-accesorios
Fuente. (Colegio federado de ingenieros y arquitectos de Costa Rica, 2017)

Accesorio	Diámetro nominal (mm)						
	75	100	150	200	250	300	350
	Coeficiente K						
Codo roscado 90°	0,79	0,66	0,55	-	-	-	-
Codo roscado 90° (RL)	0,30	0,23	0,17	-	-	-	-
Codo bridado 90°	0,33	0,31	0,28	0,26	0,25	0,24	0,23
Codo bridado 90° (RL)	0,24	0,21	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
Codo roscado 45°	0,29	0,28	0,26	-	-	-	-
Codo bridado 45°	0,17	0,16	0,14	0,12	0,11	0,11	0,10
Codo roscado 180°	0,80	0,69	0,56	-	-	-	-
Codo bridado 180°	0,32	0,30	0,27	0,25	0,24	0,23	0,22
Unión en T roscada (FL)	0,93	0,93	0,93	-	-	-	-
Unión en T roscada (FT)	1,46	1,33	1,14	-	-	-	-
Unión en T bridada (FL)	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,08	0,08
Unión en T bridada (FT)	0,73	0,67	0,60	0,56	0,53	0,50	0,48
Válvula globo roscada (A)	5,30	4,59	3,74	-	-	-	-
Válvula globo bridada (A)	7,31	6,37	5,24	4,56	4,10	3,76	3,49
Válvula compuerta roscada (A)	0,10	0,08	0,60	-	-	-	-
Válvula compuerta bridada (A)	0,22	0,16	0,10	0,08	0,06	0,05	0,04
Válvula antirretorno roscada	2,98	2,59	2,13	-	-	-	-
Válvula antirretorno bridada	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula angular roscada	1,36	0,99	0,83	-	-	-	-
Válvula angular bridada	2,21	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Válvula de pie con colador	1,60	1,39	1,14	0,99	0,88	0,81	0,75
Acoples o Uniones	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01

Para el caso de válvulas, se mostrarán las más utilizadas para acueductos en conducción de agua más comunes.



Figura 20. Válvula de compuerta
Fuente. (Virtual Expo Group, s.f.)

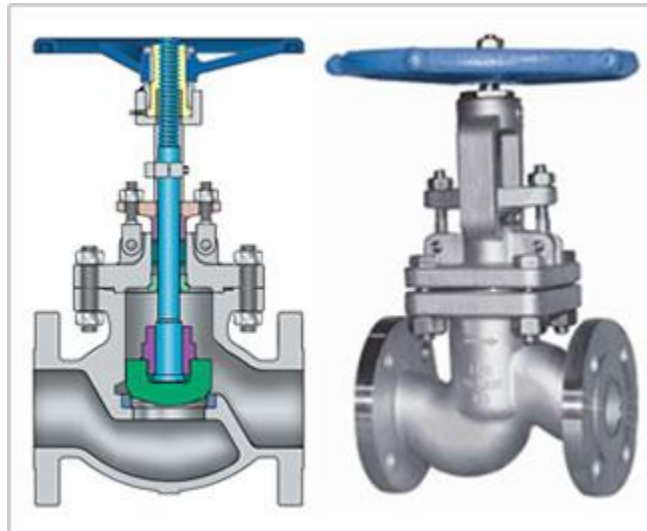


Figura 21. Válvulas de Globo
Fuente. (Tuvacol, s.f.)



Figura 22. Válvula reguladora de nivel (flotador)
Fuente. (Emo Iran, s.f.)



Figura 1. Válvula reguladora de presión
Fuente. (OICOMP, s.f.)



Figura 2. Válvula expulsora de aire.
Fuente. (Reforesta Sistemas para Agua y Gas, s.f.)



Figura 23. Válvula mariposa.
Fuente. (OICOMP, s.f.)

Para obtener el coeficiente de resistencia (K), se empleará la siguiente metodología: primero se expresará el coeficiente (K) en la tabla 6 o 7, luego se determinará el factor de fricción de acuerdo con el material en que está fabricada la válvula en análisis.

Tabla 8. Coeficiente de resistencia (K) según el tipo de válvula
Fuente. Elaboración propia.

Tipo de Válvula	Coeficiente de resistencia (K)
Válvula de compuerta	$8f_T$
Válvula de globo	$340f_T$
Válvula de ángulo	$150f_T$
Válvula mariposa	$45f_T$

Para determinar el factor de fricción (f_T) para un material y diámetro en específico, primero se calculará el número de Reynolds (Re).

$$Re = \frac{vD}{\eta}$$

Ecuación 8. Número de Reynolds

Donde:

- v = Velocidad promedio (m/s).
- D = Diámetro interno de la tubería. (m)
- η = Viscosidad. (m^2/s)

De acuerdo con el valor obtenido, así será su clasificación:

Si $Re < 2000$ se considera flujo laminar.

Si $Re > 4000$ se considera flujo turbulento.

En caso de que Re se encuentre entre los dos valores, se conoce como región crítica y es imposible en que flujo se encuentre, por lo tanto, se deberán cambiar las dimensiones del diámetro de la tubería o la velocidad del flujo hasta que el número de Reynolds se encuentre en alguna de las zonas bien demarcado.

Seguidamente, se determina la rugosidad absoluta (ε) dependiendo del tipo de material.

Tabla 9. Rugosidad absoluta para un material
Fuente. (Colegio federado de ingenieros y arquitectos de Costa Rica, 2017)

Tipo de Tubería	Rugosidad ε (mm)	
	Rango	Diseño
PVC, PE		0,0015
Cobre		0,0015
Hierro fundido		
nuevo		0,26
Con revestimiento de asfalto	0,06-0,20	0,12
oxidado	1,00-1,50	
Con incrustaciones	1,50-3,00	
centrifugado		0,05
Hierro galvanizado	0,06-0,25	0,15
Acero soldado		
nuevo	0,03-0,10	0,046
Con revestimiento de asfalto	0,01-0,02	0,015
con corrosión ligera	0,10-0,20	
con corrosión fuerte	1,00-3,00	
Acero remachado	0,90-9,10	1,83

Con los datos anteriores se podrá extraer el factor de fricción del diagrama de Moody.

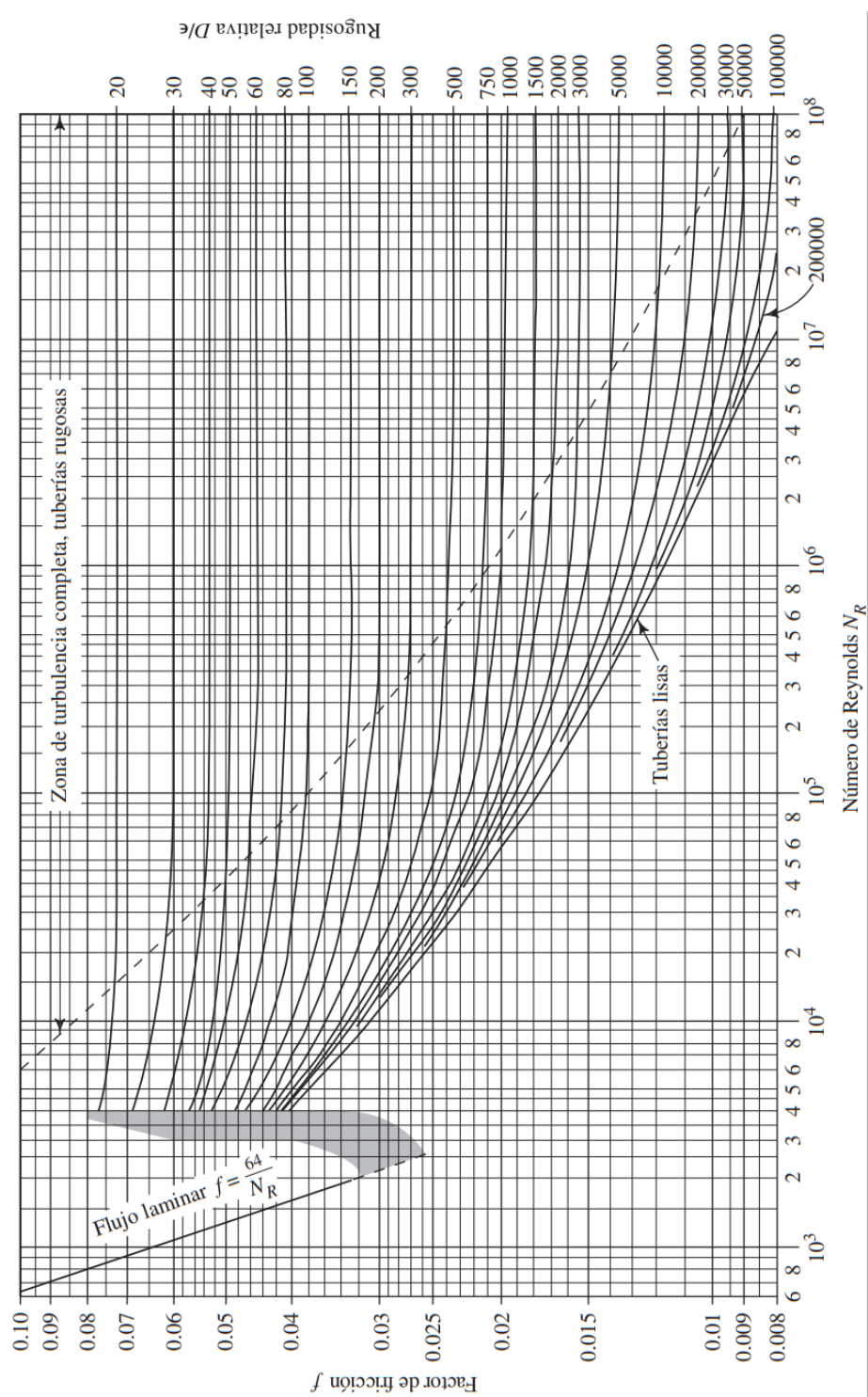


Figura 24. Diagrama de Moody
Fuente. (Mott, 2006)

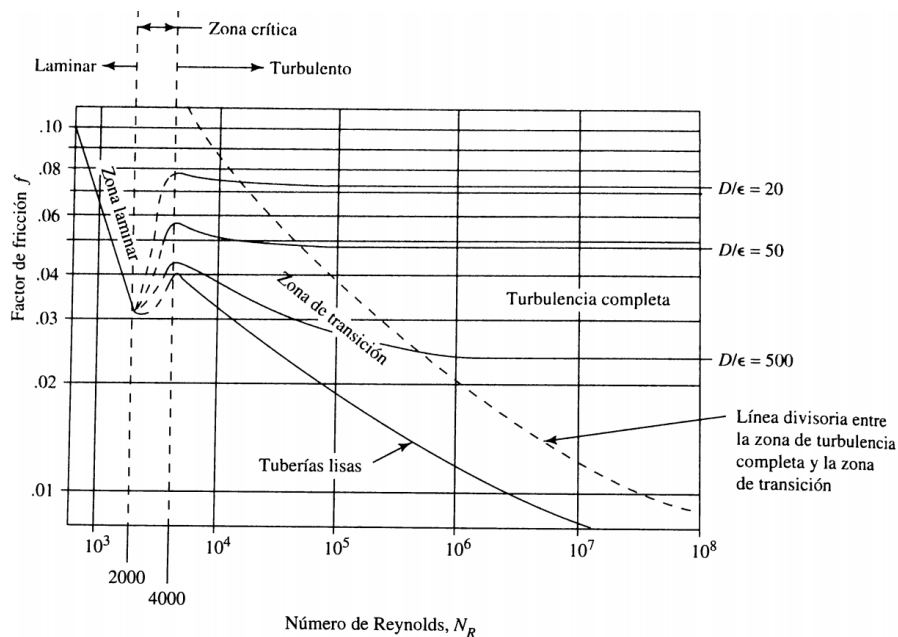


Figura 25. Diagrama de Moody
Fuente. (Mott, 2006)

Para obtener el resultado de pérdidas menores en un sistema de tuberías, se ejecutará una sumatoria de todas las pérdidas menores (h_m). Luego el valor resuelto se agregará a la pérdida por fricción (h_f), en la ecuación de Hazen – Williams, para contemplar estas pérdidas al diseño del diámetro de la tubería que sigue a continuación.

En el caso del diagrama, se agregará cada pérdida en la ubicación correspondiente a cada válvula o accesorio al gradiente hidráulico.

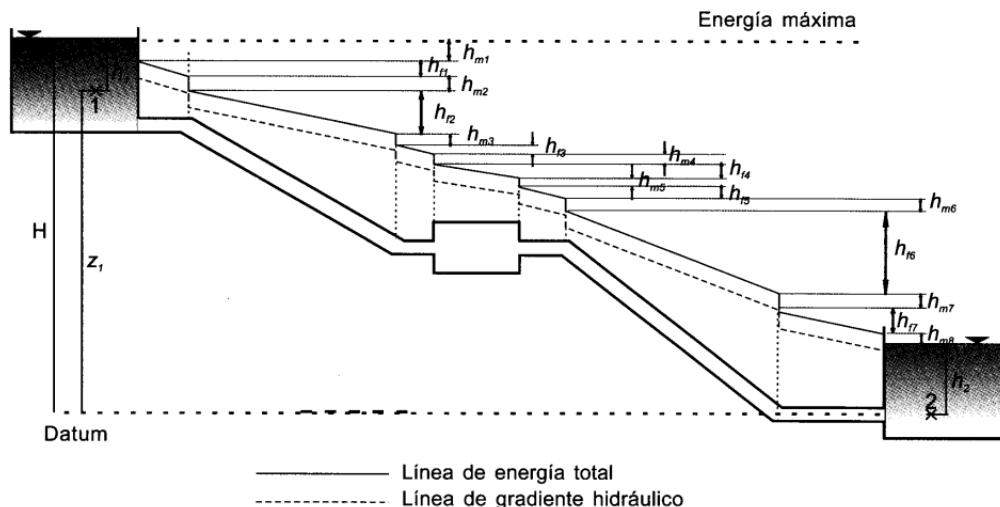


Figura 26. Pérdidas menores.
Fuente. (Saldarriaga, 2007)

b. Hazen-Williams:

La ecuación de Hazen – Williams se obtuvo por resultados empíricos, a diferencia de la ecuación de Darcy – Weisbach que es extraída de teorías físicas, como se puede deducir la ecuación de Hazen – Williams ganó popularidad en sistemas simples de abastecimiento de agua, por ser menos compleja, sin embargo, su uso se limita a: el flujo debe ser agua a temperaturas normales, el diámetro debe ser igual o superior a 75 mm (3"), la velocidad del fluido debe ser menor a 3 m/s. Esta fórmula es necesaria para determinar un diámetro ideal para la conducción de dos puntos (naciente – tanque de almacenamiento). Debido a que las posibilidades de que este diámetro no será uno comercial, será necesario utilizar este como intermedio de dos diámetros que se escogerá en un catálogo de diámetros comerciales ya estandarizados.

Para agregar las pérdidas menores al sistema, es necesario agregar la sumatoria de pérdidas menores (h_m) a la pérdida por fricción (h_f).

La ecuación de Hazen – Williams para obtener pérdidas por fricción es:

$$h_f = \frac{10.675 * l * Q^{1.852}}{C_H^{1.852} * d^{4.87}}$$

Ecuación 9. Hazen – Williams

Donde:

h_f = Pérdidas por altura (m).

l = Longitud total del tramo (m)

Q = caudal (máximo diario) (m³/s).

C_H = constante del tubo.

d = diámetro exacto (m).

De la ecuación anterior se puede calcular un diámetro ideal para la tubería de forma directa, como sigue:

$$d = \frac{1.626 * l^{0.205} * Q^{0.38}}{C_H^{0.38} * h_f^{0.205}}$$

Ecuación 10. Diámetro ideal para la tubería de forma directa

A continuación, los coeficientes máximos (C_H) para la fórmula, según el tipo de material:

Tabla 10. Coeficientes máximos según tipo de material
Fuente. (Alcantarillados A. y., 2017)

Material	Valor máximo de C (Adimensional)
Polietileno de Alta Densidad (PEAD)	130
Cloruro de Polivinilo (PVC)	130
Concreto	120 - 140
Hierro galvanizado	120
Hierro dúctil	120
Hierro fundido ^a	130
Hierro fundido (10 años de edad)	107 - 113
Hierro fundido (20 años de edad)	89 - 100
Hierro fundido (30 años de edad)	75 - 90
Hierro fundido (40 años de edad)	64 - 83
Acero	130
Acero ^a	140 - 150
Acero rolado	110
Cobre	130 - 140

1.3.18 Identificar los límites de cada diámetro

De ser necesario, el diseño se transformará en un sistema en serie, esto quiere decir, que se agregará otro diámetro al sistema o se cambiará la rugosidad (material) de la tubería para mejorar el desempeño del sistema. Para ejemplificar, se puede observar la figura 27. Otro motivo para ejercer este procedimiento, es buscar eficiencia y economía en el sistema.

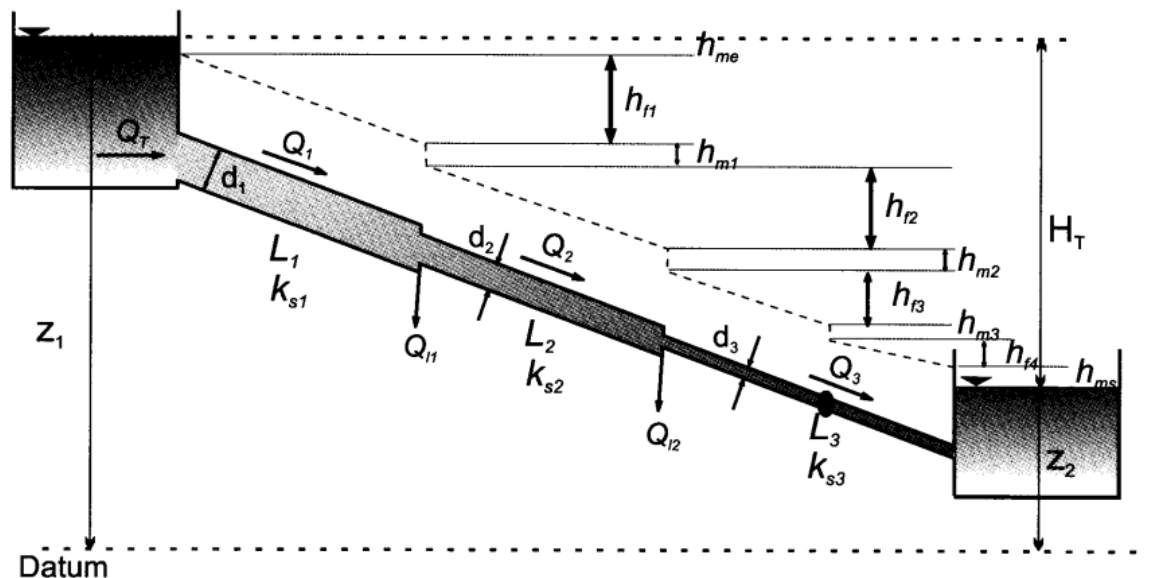


Figura 27. Sistema de conducción de agua en serie

Fuente. (Saldarriaga, 2007)

Dado este caso, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

Sí se establecen las siguientes dos ecuaciones por Darcy:

$$h_T = M_1 * Q_1^n + M_2 * Q_2^n$$

$$k = \frac{M}{l}$$

Y se combinan, se obtendrá:

$$h_T = (K_1 l_1) * Q_1^n + (K_2 l_2) * Q_2^n$$

Donde:

- h_T = pérdida por altura (m).
- M = módulo de caudal.
- Q = caudal (m^3/s).
- l = longitud total (m)

Como $k_{1,2} = \frac{10.675}{C_H^{1.852} * d_{1,2}^{4.87}}$, se combinará a la ecuación y se despejará l_1 .

Ecuación 11. Despejando Ecuación de Darcy

Se obtiene,

$$l_1 = \frac{\left(\frac{h_T}{Q^n} - l_T * k_2\right)}{k_1 - k_2}$$

Donde:

- l_1 = long. del diámetro 1. (mayor)
- l_T = long. total. (m)

Ecuación 11.1. Despejando Ecuación de Darcy

Esto se hace con el fin de establecer la longitud de las tuberías, donde se introducirá las variables conocidas anteriormente, variando por dos diámetros comerciales, los cuales serán elegidos por criterio del diseñador, comparados previamente con el diámetro ideal de la ecuación de Hazen – Williams.

Es importante tener en cuenta que el diámetro mayor se colocará de primero en la parte de mayor altura.

1.3.18 Determinar sobrepresión o golpe de ariete.

Consiste en la alternancia de depresiones y sobrepresiones debido al movimiento oscilatorio del agua en el interior de la tubería, es decir, básicamente es una variación de presión, y se puede producir tanto en impulsiones, como en abastecimientos por gravedad.

En sistemas de presión por gravedad, normalmente ocurre cuando una válvula de cierre rápido es actuada. Otra característica de este efecto, es que la longitud a la que se desempeña es directamente proporcional a su magnitud. El golpe de ariete puede provocar daños en las tuberías y reducir la vida útil, por eso es importante considerarlo al evaluar el diseño de las tuberías. En muchos casos, este efecto no es muy bien entendido y al pasarlo por alto se muestran los fallos causados.

Para sistemas de gravedad, la mejor solución para contrarrestar esta sobrepresión, no es siempre colocar una tubería más resistente que otra, cuando no

existe el golpe de ariete, muchas veces se puede evitar colocando válvulas de cierre lento, válvulas reguladoras de presión, cámaras de aire, entre otros.

Para determinar el golpe de ariete, se deben seguir varios pasos propuestos por Allievi:

a) Cálculo de celeridad.

Es la velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua contenida en la tubería. Una propuesta por Allievi, que permite una evaluación rápida del valor de la celeridad cuando el fluido circulante es agua limpia, es la siguiente:

$$C_w = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

Ecuación 12. Celeridad

Donde:

- C_w = celeridad (m/s).
- d = diámetro (m).
- e = espesor (m)
- k = constante del material.

Tabla 11. K para diferentes materiales.

Fuente. Hidráulica de tuberías

Material de la tubería	ϵ (kg/m ²)	K
Palastros de hierro y acero	$2 \cdot 10^{10}$	0.5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón (sin armar)	$2 \cdot 10^9$	5
Fibro cemento	$1.85 \cdot 10^9$	5.5 (5-6)
PVC	$3 \cdot 10^8$	33.3 (20-50)
PE baja densidad	$2 \cdot 10^7$	500
PE alta densidad	$9 \cdot 10^7$	111.11

Si existen dos o más diámetros en la conducción, habrá tantas celeridades como diámetros de tubería y se obtendrá una equivalente, que será la suma de todas las velocidades parciales, de la siguiente manera:

$$C_{eq} = \frac{l_T}{\sum \left(\frac{l_i}{C_i} \right)}$$

Ecuación 13. Suma de velocidades parciales

b) Tiempo de cierre (t_c)

Para conducciones por gravedad, se define como tiempo, al intervalo que se tarda para ejercer la acción al cerrar la válvula, es variable, este se clasifica como cierre rápido o cierre lento. En todo momento se debe evitar que el cierre sea rápido, esto produciría una celeridad muy alta, y al mismo tiempo un choque elevado en la tubería, lo que puede dañarla. En las siguientes ecuaciones se definirá si un cierre es rápido o lento.

$$T = \frac{2 * l}{Ceq}$$

Ecuación 14. Tiempo de cierre

Donde:

- T = Periodo (s)
- l = Longitud de la conducción (m)
- Ceq = Celeridad equivalente (m/s)

Si $t_c < T \rightarrow$ Se considera cierre rápido.

Si $t_c > T \rightarrow$ Se considera cierre lento.

Cuando el tiempo de cierre es lento se trabajará con la fórmula propuesta por Michaud Vensano.

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

Ecuación 15. Sobrepresión cierre lento

Donde:

- ΔH = Sobrepresión (m)
- l = Longitud de la conducción (m)
- v = Velocidad equivalente (m/s)
- g = Constante de gravedad (m/s^2)
- t_c = Tiempo de cierre (s)

Cuando el tiempo de cierre se considera rápido se ejecuta la fórmula propuesta por Allievi.

$$\Delta H = \frac{Ceq * v}{g}$$

Ecuación 16. Sobrepresión cierre rápido

Donde:

- ΔH = Sobrepresión (m)
- Ceq = Celeridad equivalente (m/s)
- v = Velocidad equivalente (m/s)
- g = Constante de gravedad (m/s^2)

Para realizar este cálculo es necesario encontrar el área y la velocidad equivalentes para sistemas en serie, de la siguiente manera:

Área equivalente:

$$A_{eq} = \frac{l_T}{\sum \left(\frac{l_i}{A_i} \right)}$$

Ecuación 17. Área equivalente.

Donde:

- A_{eq} = Área equivalente (m^2)
- l_T = Longitud de la conducción (m)
- l_i = Longitud de tramo i (m)
- A_i = Área de tramo i (m^2)

Velocidad equivalente:

$$V_{eq} = \frac{Q}{A_{eq}}$$

Ecuación 18. Velocidad equivalente

Donde:

- V_{eq} = Velocidad equivalente (m/s)
- A_{eq} = Área de equivalente i (m^2)

c) Revisar presiones

Finalmente, se revisa el valor de sobrepresión con los puntos más críticos de la conducción.

$$H_{max} = h_{crit} + \Delta H$$

Ecuación 19. Valor de Sobrepresión en punto crítico

Donde:

- H_{max} = Presión para revisar (m)
- h_{crit} = Presión en punto a analizar (m)
- ΔH = Sobrepresión (m)

1.4 Modelado por Software

Este modelado se realizará por medio del programa de modelo hidráulico de flujo a presión EPANET. La versión original del programa fue desarrollada en inglés por la EPA y ha sido traducida al español por varias instituciones. En España y Latinoamérica una de las de mayor difusión, es la desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia.

EPANET proporciona un entorno integrado bajo Windows, para la edición de los datos de entrada a la red, la realización de simulaciones hidráulicas y de la calidad del agua, y la visualización de resultados en una amplia variedad de formatos. Entre estos se incluyen mapas de la red codificados por colores, tablas numéricas, gráficas de evolución y mapas de isolíneas. (EPA, United States Environmental Protection Agency, 2020)

Dos de los requisitos fundamentales para poder construir con garantías un modelo de la calidad del agua, son la potencia de cálculo y la precisión del modelo hidráulico utilizado. EPANET contiene un simulador hidráulico muy avanzado que ofrece las siguientes prestaciones:

- 1) No existe límite en cuanto al tamaño de la red que puede procesarse.
- 2) Las pérdidas de carga pueden calcularse mediante las fórmulas de Hazen - Williams, de Darcy - Weisbach o de Chezy – Manning.
- 3) Contempla pérdidas menores en codos, accesorios, etc.
- 4) Admite bombas de velocidad fija o variable.
- 5) Determina el consumo energético y sus costes 1. Introducción Grupo REDHISP - IIAMA – UPV 2.
- 6) Permite considerar varios tipos de válvulas, tales como válvulas de corte, de Retención, y reguladoras de presión o caudal.
- 7) Admite depósitos de geometría variable (esto es, cuyo diámetro varíe con el nivel).
- 8) Permite considerar diferentes tipos de demanda en los nudos, cada uno con su propia curva de modulación en el tiempo.
- 9) Permite modelar tomas de agua cuyo caudal dependa de la presión (p.ej. rociadores).

10) Admite leyes de control simples, basadas en el valor del nivel en los depósitos o en la hora prefijada por un temporizador, y leyes de control más complejas basadas en reglas lógicas. (Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente, 2017)

Capítulo II

2.1 Marco metodológico

2.1.1 Enfoque metodológico

Para este proyecto se manejará una serie de conceptos aplicados a la práctica, estos serán utilizados para el desarrollo del análisis y los cálculos necesarios para dar una resolución al problema que fue planteado desde el principio, esto convierte a esta investigación en una indagación tipo descriptivo, analítico y operativo.

Esta es una investigación de tipo estudio aplicado, que según (Landeau, 2007), “está encaminado a la resolución de problemas prácticos (...) Este tipo de estudio, también conocido como activo o dinámico, corresponde a la asimilación y aplicación de la investigación a problemas definidos en situaciones y aspectos específicos”. (pág. 55)

Muchos ingenieros coinciden en que la causa principal del desperdicio de agua es por estructuras deficientes, también se menciona cómo a pesar de que este recurso hídrico es indispensable para la vida, no existe un interés ni una inversión para dar un mantenimiento adecuado en los acueductos del mundo.

En este estudio se detalla el proceso de análisis, los cálculos y la logística aplicada en este proyecto para resolver el problema principal, que es la revisión y propuesta de diseño preliminar de parte del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto municipal de Zarcero, Alajuela.

Las etapas para la elaboración de esta propuesta de diseño serán dos:

- 1) Propuesta de diseño preliminar del sistema de conducción de agua potable que inicia en la Zona Protectora El Chayote y finaliza en Tanque Los Gemelos, Zarcero.
- 2) Controlar el rebalse que se produce cuando los tres tanques de almacenamiento alcanzan su capacidad máxima.

Cada etapa cuenta con una serie de fases y actividades que se desglosarán a continuación:

1) Propuesta de diseño preliminar del sistema de conducción de agua potable que inicia en la Zona Protectora El Chayote y finaliza en Tanque Los Gemelos, Zarcero.

a) Fases y actividades.

I. Revisión del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto municipal.

1. Recopilación de información técnica en la Municipalidad.

La municipalidad como institución encargada del acueducto de Zarcero, posee información importante para trazar y diseñar la tubería, conoce la demanda de agua potable en la actualidad, realiza periódicamente análisis al agua, para controlar su calidad, todo esto de acuerdo a la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.

2. Visitar la zona para conocer la topografía y realizar aforos en las captaciones.

Conociendo la zona, se podrá adquirir un mejor criterio con respecto a las pendientes que pueden tener los tubos, conocer si se deberán aplicar pasos elevados, trabajabilidad del terreno (rocoso, fangoso o si es un terreno orgánico normal), será un análisis cualitativo pero importante.

3. Obtener los caudales que producen las nacientes captadas tanto en Palmira como en El Chayote, esto para conocer sus capacidades.

Es necesario identificar el flujo volumétrico total que las nacientes captadas ofrecen actualmente, donde se aplicará el método de aforo volumétrico con el procedimiento de llenar un recipiente medido en litros y medir el tiempo en segundos de llenado, a cada naciente se le realizarán 5 pruebas para obtener mejor exactitud. Gracias a este resultado se podrá determinar el caudal producido en litros por segundo.

4. Comparar las demandas de la población de acuerdo con los registros municipales con la capacidad de las nacientes explotadas, esto con ayuda de las actividades uno y dos.

La municipalidad brindará el promedio de la demanda actual, que registran mes a mes mediante los medidores colocados en las tomas domiciliarias de los abonados. Conociendo ya la producción total, se puede evaluar la condición de abastecimiento actual de las nacientes captadas.

II. Trazado y perfilado de la línea de conducción.

1. Trazar la línea de conducción de acuerdo con el levantamiento topográfico facilitado por la municipalidad y a la visita al campo. Esto se realizará mediante el software AutoCAD Civil 3D, es el encargado de procesar las curvas de nivel para crear una superficie que permita visualizar el trazado, tanto de vista elevada, como de perfil, facilitando un trazado idóneo. Para lograrlo es importante aprovechar este software para trazar la línea de presión estática para observar las condiciones del terreno, seguidamente se proyecta una línea de gradiente hidráulico deseado, de tal forma que no interseque con el terreno, finalmente se evalúa hasta mantener una aproximada visual de presiones de trabajo de 2,0 – 70 m.c.a. y velocidades de 0,60 – 5,0 m/s según la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.

III. Diseño de la línea de conducción.

1. Elegir el periodo de diseño.

La Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017, indica que para líneas de conducción se diseñará para un periodo de 25 años, por lo tanto, ese se utilizará.

2. Estimar la población para el periodo de diseño.

Con ayuda de los censos realizados en el año 2000 y 2011, por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), se extraerá la cantidad de habitantes contabilizados de esos dos años, en el distrito de Zarceró, luego, por el método

de proyección geométrica se estimará la cantidad de habitantes para el último año del periodo de diseño, que corresponde al año 2045.

3. Calcular el caudal de diseño.

El caudal de diseño se requiere para estimar el diámetro de los tubos, que sean lo suficientemente amplios para que transite el flujo deseado, pero no demasiado que generen gastos mayores a los necesarios. Para obtener el caudal de diseño, se debe formar mediante la dotación bruta que establece el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados y la población estimada para el año 2045. Donde ambas variables serán incrementadas por un factor de demanda y por un factor de agua no contabilizada (ANC). Solventando alguna eventualidad.

4. Revisar las capacidades de los reservorios, compararlas con las demandas de diseño.

La capacidad de almacenaje de los tanques actuales, deberá ser sometida a una evaluación para garantizar que cumplan con los requerimientos de abastecimiento para el año 2045, solicitados tanto por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillado, como por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica.

5. Determinar dimensiones con el programa Microsoft Excel, de acuerdo con la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento Pluvial.

Con la recopilación de los resultados de los puntos anteriores, se procede a estimar un diámetro ideal que garantice el buen funcionamiento del sistema, con la fórmula empírica Hazen – Williams, la variable de pérdida por fricción será la propuesta en la fase II, con la diferencia entre línea de presión estática y línea de gradiente hidráulica, probablemente este diámetro no coincidirá con los que ofrecen los fabricantes, por lo que será necesario elegir un diámetro mayor y uno menor del mercado (diámetros nominales), para mantener la eficiencia del sistema, luego se determinará la longitud para cada diámetro.

6. Revisar presiones en los puntos críticos.

Ya con los diámetros de tubería demarcados se verifica que la velocidad cumpla según lo establecido, luego se estima la sobrepresión que provocaría al cerrarse una válvula para un tiempo seleccionado en un punto crítico (tanque Los Gemelos). Con este dato podemos comprobar si existe en el mercado un tubo de PVC con la resistencia de soportar dichas presiones.

IV. Modelación del sistema con la ayuda de un software ingenieril.

1. Para garantizar el buen funcionamiento del nuevo sistema se modelará con el software Epanet.

Con la asistencia de la modelación en el software Epanet, se comprobará que los cálculos realizados cumplen los requerimientos, primero se trazará la tubería con ayuda de la superficie y perfil creados en AutoCAD Civil 3D, se indicará las características y propiedades de los tubos, válvulas y longitudes. Se inicia la modelación y se extraen los datos de interés, presiones de trabajo, velocidad, caudal. Se comparan con los cálculos hechos y finalmente, se procede a mostrar los tramos de diámetros con sus respectivas capacidades (SDR).

V. Confección de planos preliminares.

1. Finalmente, con ayuda del software AutoCAD se trazarán los planos constructivos preliminares, luego se presentarán a la Municipalidad para que determinen su viabilidad.

2. Con ayuda del software AutoCAD, se trazarán los planos constructivos preliminares.

Este diseño concluye con la elaboración de los planos preliminares, los cuales incluyen, vistas en planta y perfiles detallados, ubicación de elementos existentes (tanques o captaciones), válvulas y tramos de tubería como corresponda, también incluye detalles de colocación de válvulas.

2) Controlar el rebalse que se produce cuando los tres tanques de almacenamiento alcanzan su capacidad máxima.

a) Fases y actividades.

I. Análisis y evaluación de la situación actual.

1. Recopilación de información técnica en la municipalidad.

Al igual que en la etapa uno, la municipalidad brindará información importante para una modelación correcta y actualizada. Datos como curvas de nivel, trazado de la línea de conducción, ubicación de tanques, válvulas, en archivo .dwg, especificaciones de la tubería como: diámetro y resistencia hidráulica.

2. Visitar la zona para conocer la topografía.

Se visitará la zona para conocer el terreno, además, se realizarán aforos volumétricos al igual que en la etapa 1. De esta manera, conocer la capacidad de flujo volumétrico en litros por segundo (l/s) de estas nacientes, como también el caudal que transportan las tuberías.

II. Modelación del sistema actual mediante el software Epanet.

1. Modelando el comportamiento del sistema se podrá observar su comportamiento cuando se cierran válvulas.

Del software AutoCAD Civil 3D se extrae las elevaciones y trazo de la tubería para ser ingresados a Epanet, donde se realizará la modelación, los diámetros, longitudes y ubicación de válvulas y tanques también será necesario de ingresar. Teniendo todos los datos que solicita el software se puede iniciar la modelación. Finalmente se extraen los resultados de interés (presiones, velocidad, caudal) que presenta el software para analizarlos. Aunque para este análisis el resultado más importante son las presiones de trabajo, también se extraerán la velocidad y caudal para evaluar.

III. Análisis del sistema hidráulico estructural

1. Se realizan los estudios y cálculos necesarios para solucionar el problema planteado.

De acuerdo a los resultados que se generan en la modelación, se analizan y si son aceptables, se procede a realizar cálculos para determinar sobrepresión en puntos donde se ubicarán válvulas reguladoras de nivel, para finalmente evaluar si estas sobrepresiones pueden ser absorbidas por la capacidad hidráulica del tubo.

IV. Presentación de solución final al problema de desperdicio de agua potable por rebalse en los tanques.

En esta fase se presentará la propuesta para solucionar el rebalse que genera una problemática para la municipalidad.

En caso contrario de que la propuesta no sea efectiva, se deberá buscar otra alternativa para lograr presentar una propuesta a la municipalidad de Zarcero.

2.1.2 Recolección de Datos

Se consultarán fuentes que brinden información sobre el diseño de acueductos, como libros, tesis o proyectos similares a este, así como cuadernos de apuntes de cursos pasados. Para estimar la proyección de la cantidad de habitantes que pueden existir para el año 2045 se consultarán fuentes confiables como el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).

Para este proyecto, la Municipalidad de Zarcero se encargará de brindar datos importantes para su elaboración como: estudio de análisis de agua, curvas de nivel, el trazado de la línea de conducción y la ubicación de los tanques de almacenamiento, también proporcionarán las características técnicas que poseen los tubos utilizados, estos datos se tomarán para modelar dicho sistema en el software Epanet para la obtención de presiones en los puntos críticos; Epanet utilizado para el análisis de sistemas de distribución de agua potable, por lo que será de gran ayuda para el objetivo final de este proyecto.

De acuerdo con la información recopilada y los resultados obtenidos, se desarrollará el dimensionamiento de las tuberías en los tramos correspondientes, utilizando las fórmulas Hazen y Williams, esta ecuación es utilizada para determinar la

velocidad del agua en sistemas que trabajan a presión por gravedad; se expresa de la siguiente manera:

$$hf = 10,675 \frac{L}{D^{4,871}} \left(\frac{Q}{C_{HW}} \right)^{1,852}$$

Donde:

hf = pérdidas de carga en un conducto circular de longitud *L*(m).

L = longitud de la tubería (m).

D = diámetro interior o hidráulico de la conducción (m).

C_{HW} = coeficiente de pérdidas de Hazen – Williams (dim).

Q = caudal de circulación (m³/s) (Alegret Breña & Martínez Valdés, 2019)

Todos los datos obtenidos serán revisados y alineados de acuerdo como lo indique la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017.

2.1.3 Análisis de Resultados

Con los resultados obtenidos a partir del trabajo que se realizará, se pretende mejorar la calidad del agua, así como la eficiencia de la línea de conducción El Chayote – Zarcero. También se podrá determinar si la tubería actual tiene la capacidad suficiente para soportar las presiones, tanto estática, como la sobrepresión o golpe de ariete que se produce al cerrarse una válvula en un punto crítico. Si estas cumplen con lo requerido, se procederá a dar las recomendaciones de los resultados obtenidos a la Municipalidad de Zarcero, en caso contrario, se analizará el sistema y se buscarán posibles soluciones. Algunas posibles pueden ser: liberación de energía por medio de válvulas reguladoras de presión en uno o varios puntos críticos, retornar el agua a la fuente en un punto estratégico de la conducción, el cual sea de menor nivel al de la cámara de reunión de caudales, sugerir el cambio de algún tramo de tubería por uno de mayor capacidad estructural, además, la solución y viabilidad que se brindará de este proyecto, será determinado por la Municipalidad de Zarcero.

Capítulo III

3.1 Análisis de resultados

3.1.1 Propuesta de diseño preliminar del sistema de conducción de agua potable que inicia en la Zona Protectora El Chayote y finaliza en Tanque Los Gemelos, Zarcero.

3.1.1.1 Revisión del sistema de abastecimiento de agua potable del acueducto municipal.

I. Recopilación de información técnica en la Municipalidad.

La Municipalidad de Zarcero como institución encargada del acueducto del distrito de Zarcero, brindó la siguiente información:

- a) Archivo de levantamiento topográfico de la zona en formato .dwg.
- b) Promedio del caudal demandado por día, actualizado, que es de 11,95 l/s.
- c) Resultados de análisis de calidad del agua. (Ver anexos 1,2 y 3)

II. Visitar la zona para conocer la topografía y realizar aforos en las captaciones.

Después de visitar la zona se obtiene un mayor criterio para realizar el trazado de la tubería. Además, se verificó el buen estado de las captaciones, reservorios y cámara de reunión de caudales. En los anexos del 4 al 25 se pueden observar imágenes.

III. Obtener los caudales que producen las nacientes captadas tanto en Palmira como en El Chayote. Esto para conocer sus capacidades.

Los aforos volumétricos se utilizan para medir el caudal que una captación es capaz de brindar, como se mencionó en el capítulo I, se obtiene el caudal para cada prueba realizada por medio de ecuaciones que se presentan a continuación. Estos resultados se encuentran con los tiempos de cada prueba expuestos en la tabla 12.

Tabla 12. Tiempo de llenado del recipiente
Fuente. Elaboración propia

No. Prueba	Tiempo de llenado (s)
1	7,24
2	7,18
3	7,17
4	7,2
5	7,2

Para la Naciente 1, prueba 1 (ecuación 1):

$$V = 22 \text{ l}$$

$$t = 7,24 \text{ s}$$

$$Caudal = Q_{11} = \frac{V}{t} = \frac{22 \text{ l}}{7,24 \text{ s}} = 3,04 \text{ l/s}$$

Este procedimiento se realizará en todas las pruebas, luego se promediarán los caudales que corresponden a cada captación, sumando los caudales de cada prueba y dividiéndolos por el número de pruebas, esto se puede expresar con la siguiente fórmula:

$$Caudal \text{ medio} = Q_m = \sum \frac{Q_{11} + Q_{12} + \dots + Q_{1i}}{i}$$

Ecuación 20. Caudal medio

Finalmente, se suman todos los caudales promedio para obtener el caudal total que se extrae de las nacientes de la zona.

En la tabla 13 se mostrarán los datos y resultados calculados, como se ejemplificó anteriormente, para la Zona Protectora El Chayote.

Tabla 13. Datos y resultados para Zona Protectora El Chayote
Fuente. Elaboración propia

Aforos volumétricos Zona Protectora el Chayote						
Captación	Recipiente (litros)	Diámetro de Tubo (mm)	Prueba	Tiempo de llenado (s)	Caudal (l/s)	Caudal Promedio
1	22	50	1	7,24	3,04	3,06
			2	7,18	3,06	
			3	7,17	3,07	
			4	7,2	3,06	
			5	7,2	3,06	
2	22	50	1	6,37	3,45	3,31
			2	6,22	3,54	
			3	6,75	3,26	
			4	6,85	3,21	
			5	7,09	3,10	
3	22	50	1	9,49	2,32	2,32
			2	9,48	2,32	
			3	9,47	2,32	
			4	9,48	2,32	
			5	9,49	2,32	
Total =						8,69

En la siguiente tabla se mostrarán los datos y resultados calculados, como se ejemplificó anteriormente, para la Zona de Palmira.

Tabla 14. Datos y resultados para la Zona de Palmira.

Fuente. Elaboración propia

Aforos volumétricos Zona Palmira						
Captación	Recipiente (litros)	Diámetro de Tubo (mm)	Prueba	Tiempo de llenado (s)	Caudal (l/s)	Caudal Promedio
1	22	50	1	9,06	2,43	2,43
			2	9,22	2,39	
			3	8,58	2,56	
			4	9,34	2,36	
			5	9,17	2,40	
2	22	50	1	19,1	1,15	1,27
			2	17,85	1,23	
			3	17,65	1,25	
			4	16,4	1,34	
			5	16,18	1,36	
3	22	50	1	8,04	2,74	2,66
			2	8,26	2,66	
			3	8,04	2,74	
			4	8,92	2,47	
			5	8,17	2,69	
4	22	50	1	32,74	0,67	0,70
			2	31,49	0,70	
			3	31,37	0,70	
			4	30,71	0,72	
			5	30,57	0,72	
Total =						7,05

Ahora, para conocer la capacidad de las nacientes explotadas, se sumará el caudal de ambas zonas, como sigue.

$$Q_{total} = Q_{Chayote} + Q_{Palmira}$$

$$Q_{total} = 8,69 \text{ l/s} + 7,05 \text{ l/s}$$

$$Q_{total} = 15,74 \text{ l/s}$$

Ecuación 21. Caudal total

- IV. Comparar las demandas de la población de acuerdo con los registros municipales, con la capacidad de las nacientes explotadas:

Como se mencionó anteriormente, según los registros del acueducto municipal, la comunidad actualmente demanda en promedio $11,95 \text{ l/s}$ diarios. De acuerdo con estos datos se puede afirmar que las nacientes captadas cuentan con suficiente capacidad

para abastecer a los abonados, sin embargo, aún se debe demostrar si este caudal es suficiente para satisfacer las necesidades de la población de diseño. Lo cual se desarrollará más adelante.

3.1.1.2 Trazado y perfilado de la línea de conducción.

El trazado y perfilado de la línea de conducción se realizó gracias al software Auto CAD Civil 3D, en el cual se ingresaron las curvas de nivel de la zona en estudio, de acuerdo con el recorrido que se realizó con el ingeniero del acueducto y las indicaciones que dio de por dónde consideraba que debía pasar la tubería, se realizó un trazado preliminar, considerando que varias estructuras ya se encuentran en el sitio para el diseño, las estructuras son: las captaciones, el tanque de reunión de caudales y el reservorio Los Gemelos. El trazado se fue afinando, para tratar de mantener una pendiente constante no mayor al 30 %, hasta donde sea posible, con ayuda del software, hasta obtener el trazo y perfil que se muestran en las imágenes siguientes. Para la imagen 29 la escala en horizontal es 1:1000 y la vertical es 1:10, para la imagen 30 la escala en horizontal es 1:1000 y la vertical es 1:1

Respecto a las características técnicas del terreno, se considera estable y capaz de soportar las cargas del acueducto.

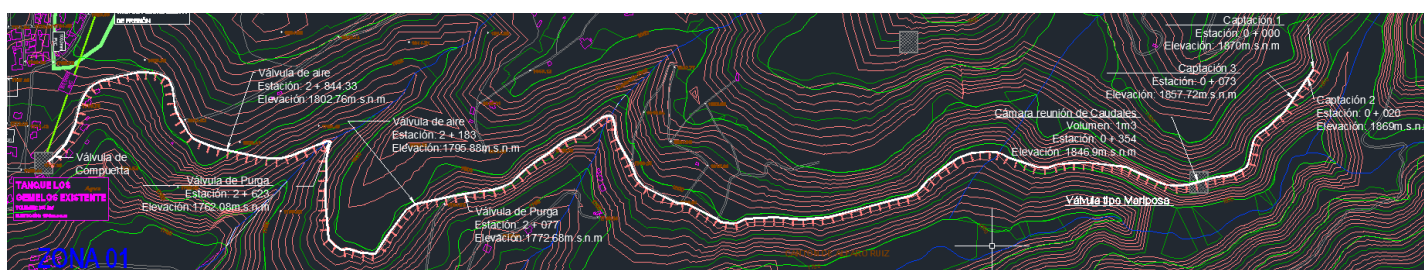


Figura 28. Trazado de la línea de conducción
Fuente. Elaboración propia.

Para este trazado se enumera las estaciones importantes:

- Captaciones (0 + 000; 0 + 020; 0 + 073), existente.
- Tanque reunión caudales (0 + 354), existente.
- Válvula Purga (2 + 077), propuesta.

- d. Válvula Aire (2 + 183), propuesta.
- e. Válvula Purga (2 + 623), propuesta.
- f. Válvula Aire (2 + 844), propuesta.
- g. Tanque Los Gemelos (3 + 400), existente.

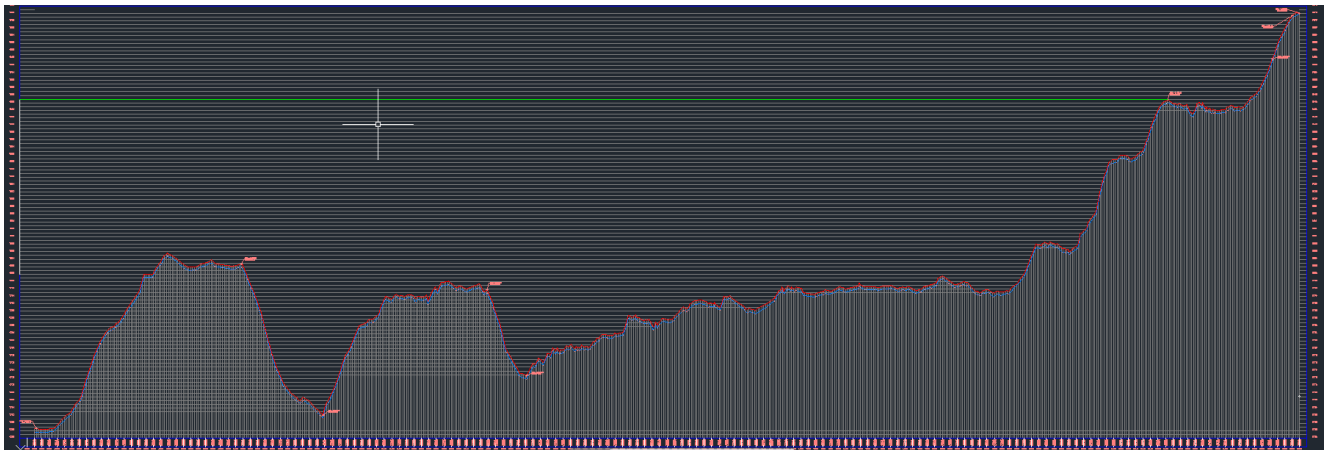


Figura 29. Perfil de la línea de conducción
Fuente. Elaboración propia



Figura 30. Perfil Línea de Conducción escala real
Fuente: Elaboración propia

A pesar de que el perfil a escala real es difícil de ver, lo que se pretende es dar a conocer que, en realidad las curvas no son tan marcadas como se muestran en el perfil con ampliación de 10 veces, para trabajar en el diseño se hace más sencillo con una escala vertical de 1:10.

3.1.1.3 Diseño de la línea de conducción

1) Elegir el periodo de diseño:

Como se estableció anteriormente, se propone un periodo de diseño para la obra de 25 años, esto significa que su operación óptima finiquitará para el año 2045.

2) Estimar la población para el periodo de diseño:

Por lo tanto, se debe estimar la población para esa fecha, la cual se conoce como población de diseño, de acuerdo con el método geométrico para estimación poblacional explicado se obtiene:

Primero se calcula la tasa de crecimiento (r) (ecuaciones 2 y 2.1), referenciando los censos.

Censo	Año Censo	Habitantes
Pc1	2000	3790
Pc2	2011	4004

$$r = \left[\frac{P_{c2}^{1/t}}{P_{c1}} \right] - 1$$

$$r = \left[\frac{2011^{1/11}}{2000} \right] - 1$$

$$r = 0,01$$

Luego se estima la población de diseño (P_f)

$$P_f = P_{c2} * (1 + r)^n$$

$$P_f = 2011 * (1 + 0,01)^{2045-2011}$$

$$P_f = 4745 \text{ habitantes}$$

El AyA indica que se debe utilizar una dotación bruta (tabla 3), sin embargo, a esta dotación se debe incluir el factor de agua no contabilizada, como se explicó anteriormente, se aplica la ecuación 3 de la siguiente manera:

$$\text{Dotación} = \text{ANC} * \text{Dotación Rural} + \text{Dotación Zona Rural}$$

$$\text{Dotación} = (20 \% * 200 \text{ l/p/d}) + 200 \text{ l/p/d}$$

$$\text{Dotación} = 240 \text{ l/p/d}$$

3) Calcular el caudal de diseño.

Para conocer el caudal de diseño, primero se debe verificar en la norma técnica del AyA, si la comunidad proyectada requiere añadir algún caudal en caso de incendio, indicando que para poblaciones menores a 5 000 habitantes no es necesario agregar un caudal para incendio.

Primeramente, se determinará el caudal promedio (Q_{prom}) para la población de diseño. (Ecuación 4.1)

$$Q_{prom} = \frac{\text{población} * \text{dotación}}{86400}$$

$$Q_{prom} = \frac{4745 \text{ hab.} * 240 \text{ l/p/d}}{86400}$$

$$Q_{prom} = 13,18 \text{ l/s}$$

Ya con el valor de caudal promedio, se procede a calcular el caudal máximo diario (Q_{md}), como se mencionó anteriormente, es el utilizado para líneas de conducción de agua potable. (Ecuación 4)

$$Q_{md} = f_{md} * Q_{prom}$$

$$Q_{md} = 1,2 * 13,18 \text{ l/s}$$

$$Q_{md} = 15,82 \text{ l/s}$$

Conociendo este resultado, se comparará con la capacidad de las nacientes captadas y se puede apreciar que estas tienen suficiente capacidad para satisfacer las

necesidades de la comunidad en el año 2045. Lo anteriormente mencionado, se puede expresar de la siguiente manera:

$$Q_{demanda\ 2045} = 15,82\ l/s$$

$$15,74\ l/s < 15,82\ l/s$$

$$Q_{Nacientes} = 15,74\ l/s$$

Ecuación 22. Comparación caudal oferta vs demanda

Al observar esta comparación, se refleja que las captaciones no son capaces de abastecer la población para el año 2045, entonces, se determinó que la diferencia no es tan abrumadora por lo que se decidió efectuar el diseño de las tuberías con el caudal de capacidad de las nacientes, además, se recomendará a la Municipalidad dar un buen mantenimiento al sistema de conducción, así como también disminuir el agua no contabilizada.

4) Revisar las capacidades de los reservorios, compararlas con las demandas de diseño.

Los tanques de almacenamiento también se deben evaluar para determinar si son capaces de almacenar el volumen demandado. Como se indicó anteriormente, el volumen total será la sumatoria de los volúmenes: regulación de almacenamiento, reserva para incendios, reserva por interrupciones.

En los siguientes procedimientos, se sumarán los volúmenes demandados para el año 2045 y luego se comparará con las capacidades de los tanques actuales.

a) Regulación de almacenamiento (V_{ra}). (Ecuación 4 y 4.1)

$$V_{Prom} = Q_{prom} * 86400s$$

$$V_{Prom} = 13,18\ l/s * 86400s$$

$$V_{Prom} = 1138752\ l = 1138,75\ m^3$$

$$V_{ra} = V_{prom} * 14\ %$$

$$V_{ra} = 1138,75\ m^3 * 14\ %$$

$$V_{ra} = 159,43 \text{ m}^3$$

b) Volumen reserva para incendios (V_{incen}).

A pesar de que la población de diseño no es suficiente para que se deba almacenar un volumen en caso de incendios, se agregará el volumen mínimo de la tabla 5, y se tendrá como un extra.

$$V_{incen} = 90 \text{ m}^3$$

c) Reserva por interrupciones (V_{int}).

$$V_{int} = Q_{prom} * 4 \text{ horas}$$

$$V_{int} = 13,18 \text{ l/s} * 14400 \text{ s}$$

$$V_{int} = 189792 \text{ l} = 189,79 \text{ m}^3$$

Ecuación 23. Reserva por interrupciones

d) Volumen demandado total (V_{dt}).

$$V_{dt} = V_{ra} + V_{incen} + V_{int}$$

$$V_{dt} = 159,43 \text{ m}^3 + 90 \text{ m}^3 + 189,79 \text{ m}^3$$

$$V_{dt} = 439,22 \text{ m}^3$$

Ecuación 24. Volumen demandado total

e) Volumen Total de Capacidad (V_{tc}).

$$V_{tc} = V_{Virgilio} + V_{Los Alpes} + V_{Los Gemelos}$$

$$V_{dt} = 350 \text{ m}^3 + 127 \text{ m}^3 + 235 \text{ m}^3$$

$$V_{tc} = 712 \text{ m}^3$$

Ecuación 25. Volumen total de capacidad

Después de analizar los resultados obtenidos, se nota claramente que la capacidad de volumen existente sobrepasa casi al doble de la demanda que se producirá para el

año 2045. Con respecto a este análisis se considera que los tanques son capaces de soportar las demandas para el año 2045.

5) Determinar dimensiones de diámetros de tubería con el programa Microsoft Excel, de acuerdo con la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial.

A continuación, se añadirán las pérdidas de presión que se producirán cuando el agua sufra un cambio al pasar por algún accesorio, entrada y salida a la tubería.

Ya con los resultados obtenidos, se puede iniciar a dimensionar la tubería de conducción. Donde primeramente se debe determinar la longitud de la tubería, ya que, si la guía es el perfil topográfico, este brinda longitudes horizontales. Para esto, se extrae de AutoCAD Civil 3D una tabla donde brinda las longitudes horizontales y verticales de cada tramo con su respectiva pendiente, con estos datos disponibles, se obtienen las distancias inclinadas por medio del Teorema de Pitágoras, para obtener la longitud total de la tubería, se suman todas.

El teorema de Pitágoras se puede recordar con la siguiente figura:

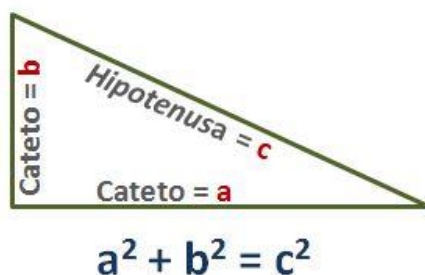


Figura 31. Teorema de Pitágoras
Fuente. (Spanish GED 365, 2012)

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos del software con las distancias inclinadas para cada tramo, calculadas como se ejemplificó anteriormente, para simplificar la tabla se ocultaron varios datos, los cuales se pueden consultar en el archivo Memoria de cálculo.xlsx.

Tabla 15. Longitudes inclinadas
Fuente. Elaboración propia

Nº	Estacion	Distacia Acumulada	Elevación m.s.n.m	Pendiente (%)	Distancia Vertical (m)	Distancia Horizontal (m)	Distancia Inclinada
67	0+354.08m	354,08	1.846,05	-16,91	0,00	0,00	0,00
68	0+356.45m	356,45	1.845,65	-2,53	-0,40	2,37	2,40
69	0+367.70m	367,70	1.845,36	-14,13	-0,28	11,25	11,25
70	0+376.27m	376,27	1.844,15	-23,16	-1,21	8,57	8,66
71	0+385.21m	385,21	1.842,08	-21,65	-2,07	8,94	9,18
72	0+397.06m	397,06	1.839,52	-32,3	-2,56	11,85	12,12
73	0+409.11m	409,11	1.835,62	-19,4	-3,89	12,05	12,66
74	0+413.00m	413,00	1.834,87	-36,27	-0,75	3,89	3,96
75	0+418.68m	418,68	1.832,81	-18,56	-2,06	5,68	6,04
486	3+285.74m	3285,74	1.764,77	-14,41	-0,39	3,77	3,79
487	3+290.00m	3290,00	1.764,15	-15,83	-0,61	4,26	4,30
488	3+300.00m	3300,00	1.762,57	-16,13	-1,58	10,00	10,12
489	3+303.40m	3303,40	1.762,02	-7,94	-0,55	3,40	3,44
490	3+315.00m	3315,00	1.761,10	-10,21	-0,92	11,60	11,64
491	3+331.33m	3331,33	1.759,43	-10,21	-1,67	16,33	16,41
492	3+348.25m	3348,25	1.757,71	-0,81	-1,73	16,92	17,01
493	3+374.28m	3374,28	1.757,49	-0,14	-0,21	26,03	26,03
494	3+385.79m	3385,79	1.757,48	0,87	-0,02	11,51	11,51
495	3+400.00m	3400,00	1.757,60	-0,91	0,12	14,21	14,21
496	3+400.53m	3400,53	1.757,60		-0,01	0,53	0,53
Total =						3046,45	3079,96
Diferencia =						33,51 m	

Con los resultados obtenidos, se garantiza la exactitud de la tubería, sumando más de 30 metros, que equivale a 5 tubos de 6 m aproximadamente. Entonces:

$$l = 3080 \text{ m}$$

Para la elección de los diámetros, la tubería se dividió en dos etapas, primero de las captaciones a la cámara de reunión de caudales, la segunda, de la cámara de reunión de caudales al tanque Los Gemelos. Para ser más precisos, se optó por realizar un análisis preliminar que consiste en proyectar la línea de presión estática (PE), en el perfil trazado en Civil 3D, luego se proyectó la línea de gradiente hidráulico o presión piezométrica (PP). Como se vio en el Capítulo I, esta se trazó de tal forma que garantice

que todas las presiones sean positivas y mayores a 2 m.c.a. En la figura 32 se puede ejemplificar.



Figura 32. Líneas de Presión Estática y Piezométrica.
Fuente. Elaboración propia

Para estimar el diámetro exacto desde la Cámara de reunión de caudales (estación: 0 + 354; elevación: 1846,9 m.s.n.m.) hasta el Tanque Los Gemelos (estación: 3 + 400; elevación: 1758 m.s.n.m.), garantizando presiones positivas mayores a 2 m.c.a. Primero se calcula la Presión estática en el tanque Los Gemelos, como sigue:

$$Pe = RC - LG$$

Ecuación 26. Presión estática

Donde:

Pe = Presión Estática (m.c.a)

RC = Elevación Cámara Reunión Caudales. (m.c.a)

LG = Elevación tanque Los Gemelos (m.c.a)

$$Pe = 1846,9 \text{ m. c. a} - 1758 \text{ m. c. a}$$

$$Pe = 88,4 \text{ m. c. a}$$

Según lo estudiado, esta presión estática se utiliza como gradiente hidráulico para obtener el diámetro más económico posible, sin embargo, para este proyecto no es posible, debido a que la tubería sobrepasaría la línea de gradiente hidráulico, por topografía. Pudiendo producir cavitación o sifones (presiones negativas). Para evitar esos problemas, se traza la línea de gradiente hidráulico de manera que supere como

mínimo 2 m el punto más alto del terreno, como se observa en la figura 32. Además, como se mencionó anteriormente, el caudal será el de la capacidad de las fuentes de captación de La Zona Protectora El Chayote, que equivale a $8,69 \text{ l/s} = 0,00869 \text{ m}^3/\text{s}$.

En este caso se estableció una pérdida piezométrica en el tanque Los Gemelos aproximada de 41 m.c.a.

Para determinar el diámetro exacto se utiliza la fórmula Hazen – Williams. (Ecuación 10)

$$d = \frac{1,626 * l^{0.205} * Q^{0.38}}{C_H^{0.38} * h_f^{0.205}}$$

Los datos para desarrollar esta fórmula son:

Tabla 16. Datos para obtener diámetro exacto.
Fuente. Elaboración propia

Datos		
Caudal Max. Diario (m^3/s)	Qmd =	0,00869 m^3/s
Longitud total del tramo (m)	l =	3.080,00 m
Constante tubo	CH =	130,00
Altura Salida	Hsalida =	1.846,90 m.s.n.m.
Altura Llegada	Hllegada =	1.758,50 m.s.n.m.

Al ingresar los valores se obtiene:

$$d = \frac{1,626 * 3080 \text{ m}^{0.205} * 0,00869 \text{ m}^3/\text{s}^{0.38}}{130^{0.38} * 41 \text{ m}^{0.205}}$$

$$d = 0,102 \text{ m} = 102\text{mm}$$

Seleccionar diámetros nominales comerciales, diámetro externo, interno y espesor del anexo 26, como se muestra en la tabla 17. Se prosigue con las operaciones pertinentes para determinar la longitud de cada tramo de diámetro. (Ecuación 11 y 11.1)

Tabla 17. Diámetros comerciales
Fuente. Elaboración propia

	Nominal (mm)	Externo (mm)	Interno (mm)	Espesor e
D1	100	114,3	107,57	6,73
D2	75	88,9	83,67	5,23

$$k_{1,2} = \frac{10,675}{C_H^{1,852} * d_{1,2}^{4,87}}$$

$$k_1 = \frac{10,675}{130^{1,852} * 0,10757 m^{4,87}}$$

$$k_1 = 67,45$$

$$k_2 = \frac{10,675}{130^{1,852} * 0,08367 m^{4,87}}$$

$$k_2 = 229,31$$

$$l_1 = \frac{\left(\frac{h_T}{Q^{1,852}} - l_T * k_2 \right)}{k_1 - k_2}$$

$$l_1 = \frac{\left(\frac{41 m}{0,016 m^3/s^{1,852}} - 3080 m * 229,31 \right)}{67,45 - 229,31}$$

$$l_1 = 2701,77 \text{ m}$$

$$l_2 = l - l_1$$

$$l_2 = 3080 \text{ m} - 2701,77 \text{ m}$$

$$l_2 = 378,23 \text{ m}$$

Con los resultados obtenidos se entiende que, el diámetro de 100 mm (d1) se va a extender por una longitud aproximada de 2701 m y el diámetro de 75 mm (d2) se extiende aproximadamente 378 m. En la tabla 18 se especifica la estación donde inicia, donde finaliza y la longitud de cada tramo, según corresponda el diámetro.

Tabla 18. Detalles tubería
Fuente. Elaboración propia

	Inicia	Finaliza	Longitud (m)
d1	0 + 354	3 + 030	2704
d2	3 + 030	3 + 400	376

Ya con los diámetros y longitudes establecidas, se procede a evaluar la sobre presión o Golpe de Ariete en el sistema. Antes se deben estimar ciertos valores.

Celeridad (Cw). (Ecuación 12)

$$Cw1 = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

$$Cw1 = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 * \frac{0,1076 \text{ m}}{0,00673 \text{ m}}}}$$

$$Cw1 = 540,08 \text{ m/s}$$

$$C_{w2} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 * \frac{0,08367 \text{ m}}{0,00523 \text{ m}}}}$$

$$C_{w2} = 539,88 \text{ m/s}$$

Celeridad Equivalente (C_{eq}). (Ecuación 13)

$$C_{eq} = \frac{l_T}{\sum \left(\frac{l_i}{C_i} \right)}$$

$$C_{eq} = \frac{3080 \text{ m}}{\frac{2704 \text{ m}}{540,08 \text{ m/s}} + \frac{376 \text{ m}}{539,88 \text{ m/s}}}$$

$$C_{eq} = 540,06 \text{ m/s}$$

Área Equivalente (A_{eq}). (Ecuación 17)

$$A_{eq} = \frac{l_T}{\sum \left(\frac{l_i}{A_i} \right)}$$

$$A_{eq} = \frac{3080 \text{ m}}{\frac{2704 \text{ m}}{\pi * \left(\frac{0,1076}{2} \right)^2} + \frac{376 \text{ m}}{\pi * \left(\frac{0,0867}{2} \right)^2}}$$

$$A_{eq} = 0,0084 \text{ m}^2$$

Velocidad Equivalente (V_{eq}).(Ecuación 18)

$$V_{eq} = \frac{Q}{A_{eq}}$$

$$V_{eq} = \frac{0.00869 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0084 \text{ m}^2}$$

$$V_{eq} = 1,03 \text{ m/s}$$

Límite para Tiempo de cierre lento (T). (Ecuación 14)

$$T = \frac{2 * l}{C_{eq}}$$

$$T = \frac{2 * 3080 \text{ m}}{540,06 \text{ m/s}}$$

$$T = 11,41 \text{ s}$$

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para Tiempo de cierre lento ($t_c > T$). (Ecuación 15)

$$t_c = 40 \text{ s}$$

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

$$\Delta H = \frac{2 * 3080 \text{ m} * 11,41 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2 * 40 \text{ s}}$$

$$\Delta H = 16,2 \text{ m. c. a}$$

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para Tiempo de cierre rápido ($t_c < T$). (Ecuación 16)

$$\Delta H = \frac{C_{eq} * v}{g}$$

$$\Delta H = \frac{540,06 \text{ m/s} * 11,41 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta H = 56,86 \text{ m. c. a}$$

Revisar presiones en los puntos críticos.

La sobrepresión se añade al punto crítico (más bajo), y así elegir con criterio qué tipo de tubería se va a utilizar. Esta presión se verifica para cuando la válvula se cierre en un lapso de 40 s. La sobrepresión cuando la válvula se cierra rápido, es para que sea tomada en cuenta de cómo se puede ver afectada la estructura.

La siguiente tabla muestra características del punto crítico (Pc) ubicado en la válvula de cierre (tanque Los Gemelos) con su estación, elevación y presión estática.

Tabla 19. Punto crítico
Fuente. Elaboración propia

	Estación	Elevación (m.s.n.m.)	Presión estática (m.c.a.)	sobrepresión (m.c.a.)
Pc	3 + 385	1.758,00	88,40	104,61

La presión estática para estos puntos, se obtiene con la diferencia de elevación entre la cámara de reunión de caudales (1846,9 m.s.n.m.) y el punto en análisis. Como sigue a continuación.

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para (Pc1) (Ecuación 19)

$$H_{max} = h_{crit} + \Delta H$$

$$H_{max} = 88,4 \text{ m. c. a.} + 16,2 \text{ m. c. a.}$$

$$H_{max} = 104,61 \text{ m. c. a.}$$

Como conclusión, se puede decir que cuando la válvula cierra en un lapso de 40 s, se producirá una sobrepresión equivalente a 105 m.c.a. Según la figura 7, para este punto se requiere como mínimo tubería con SDR 26. Se puede ver gráficamente con la figura 33.

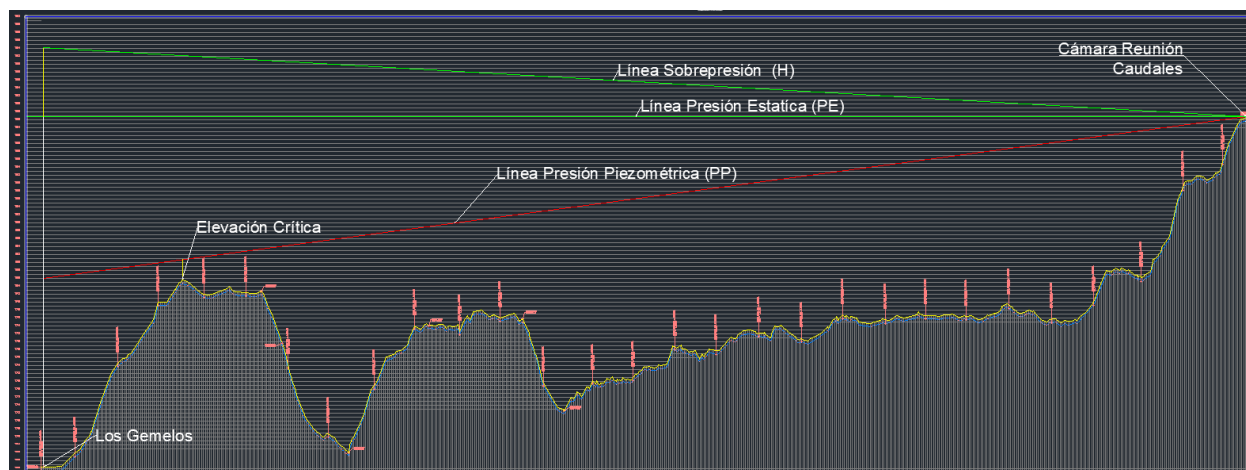


Figura 33. Línea Sobre Presión (ΔH) desde la válvula de cierre.
Fuente: Elaboración propia.

3.1.1.4 Modelación del sistema con la ayuda de un software ingenieril.

Para garantizar el buen funcionamiento del nuevo sistema, se modelará con el software Epanet. Para lograr mayor precisión del modelo, se tomaron en cuenta los coeficientes de resistencia (K) obtenidos de las tablas y figuras en la sección de pérdidas menores, para considerar las pérdidas de presión en la entrada de la tubería, válvulas compuerta, zonas de limpieza, válvulas de aire, válvula globo (flotador). Como se puede observar en la tabla 20.

Dichas constantes se ingresaron en el software de la siguiente manera, la columna Estación es una referencia, e indica la ubicación de la pérdida que posee en el software AutoCAD Civil 3D; la columna ID Tubería muestra los nombres de los tubos que presentan pérdidas en el software Epanet y la constante K es el coeficiente de pérdida que solicita el software para realizar el análisis de pérdida menor.

Tabla 20. Válvulas y accesorios en la línea de conducción
Fuente. Elaboración propia

Válvula o accesorio	Estación	ID Tubería Epanet	Constante K
Entrada a tubería	0 + 354	1	1,00
Válvula Compuerta	0 + 354	1	0,10
Reducción subita	2 + 396	p102	0,23
Válvula Purga (Tee)	2 + 077	p94	0,60
Válvula Aire (boquilla)	2 + 183	p96	2,75
Válvula Purga (Tee)	2 + 623	p109	0,67
Válvula Aire (boquilla)	2 + 844	p120	2,75
Válvula Compuerta	3 + 400	p159	0,16
Válvula Flotador (Globo)	3 + 400	p159	6,37
Salida de tubería	3 + 400	p159	1,00

Una variable que debe ser considerada e ingresada a Epanet, es la rugosidad del material (ϵ), donde la tabla 9 muestra un valor correspondiente para el PVC de 0,0015. Es importante mencionar que se utiliza este coeficiente porque se eligió el método de Darcy-Weisbach para la estimación de pérdidas menores. La imagen figura 34, muestra el modelo de la línea de conducción en Epanet. En los anexos del 27 al 31, se podrán verificar los resultados de presiones, elevaciones y altura piezométrica en los nodos. Finalmente, en los anexos del 32 al 36, se revisará las velocidades y caudales.

Como resultados importantes del software, se notó que todas las presiones son positivas, la presión máxima fue de 66,59 m. c. a. Velocidades de 0,96 m/s y 1,58 m/s .

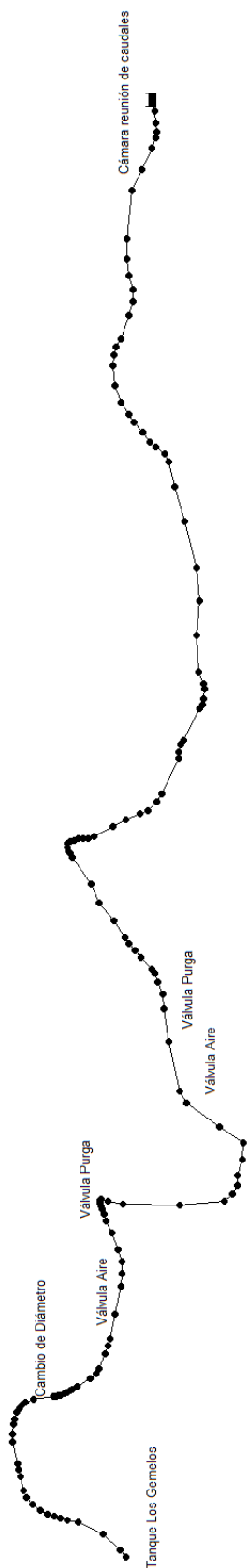


Figura 34. Modelo Epanet
Fuente: Elaboración Propia

Ya realizado el diseño y revisado con el software Epanet del tramo reunión de caudales (Estación:0 + 354) a tanque Los Gemelos (Estación: 3 + 400), se procede a diseñar la tubería del tramo y las captaciones (Estación:0 + 000; 0 + 020; 0 + 073) al tanque de reunión de caudales (Estación: 0 + 354). Como este diseño no es crítico, mantiene una pendiente constante y la diferencia de elevación entre el punto inicial y el punto final es de 23,1 m, por lo que se propuso un diámetro de 75 mm y luego se trazó en Epanet como muestra la figura 35.

Como se mostró anteriormente, para el diámetro nominal de 75 mm posee un diámetro interno de 83,67 mm, de la misma forma, se utilizó la misma rugosidad que el modelo anterior (0.0015). Para las pérdidas menores se tiene la siguiente tabla:

Tabla 21. Pérdidas menores.

Fuente. Elaboración propia.

Válvula o accesorio	Estación	ID Tubería Epanet	Constante K
Entrada a tubería	0 + 000	p1.1	1,00
Válvula Compuerta	0 + 000	p1.1	0,22
Entrada a tubería (Tee)	0 + 020	p1.2	0,73
Entrada a tubería (Tee)	0 + 073	p1.3	0,73
Válvula Compuerta	0 + 354	p22	0,22
Salida de tubería	0 + 354	p22	1,00

Finalmente, se modeló el sistema, para observar resultados en los que se revisó presiones en nudos (ver anexo 37), velocidades y caudal en tuberías (ver anexo 38).

En esta modelación todas las presiones son positivas, la presión máxima fue en el nodo n5 con un valor de 20,92 m. c. a. el sistema reportó una velocidad en las tuberías de 1,58 m/s .

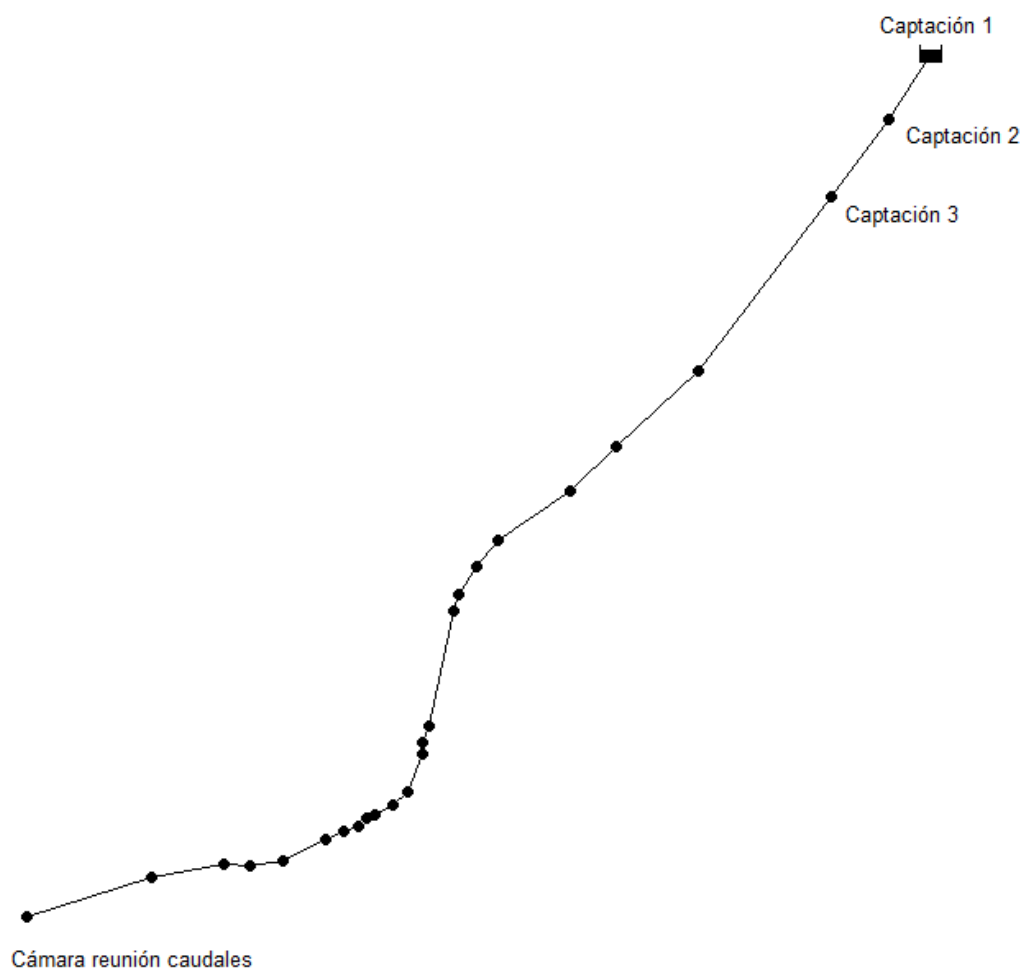


Figura 35. Modelo Epanet.
Fuente. Elaboración propia.

Ya con el análisis y revisión en todo el tramo, se puede aceptar la viabilidad del diseño propuesto. La siguiente tabla muestra un resumen general que detalla características para un tramo en específico desde la estación 0 + 000 hasta la 3 + 400.

Tabla 22. Resumen propuesta conducción El Chayote – Los Gemelos.

Fuente. Elaboración propia

Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Diámetro Nom. (mm)	SDR	Cant. Tubos	Observación
0 + 000	0 + 354	354,00	75	41	59	Captaciones (0 + 000; 0 + 020; 0 + 073)
0 + 354	1 + 420	1076,00	100	41	179	Tanque reunión caudales (0 + 354)
1 + 420	2 + 050	637,55	100	32,5	106	
2 + 050	2 + 100	41,35	100	26	7	Válvula Purga (2 + 077)
2 + 100	2 + 180	88,37	100	32,5	15	
2 + 180	2 + 460	278,00	100	41	46	Válvula Aire (2 + 183)
2 + 460	2 + 570	111,00	100	32,5	19	
2 + 570	2 + 760	201,50	100	26	34	Válvula Purga (2 + 623)
2 + 760	2 + 810	48,50	100	32,5	8	
2 + 810	3 + 030	222,00	100	41	37	Válvula Aire (2 + 844)
3 + 030	3 + 130	89,00	75	41	15	Cambio de diámetro (3 + 030)
3 + 130	3 + 250	134,00	75	32,5	22	
3 + 250	3 + 400	152,00	75	26	25	Tanque Los Gemelos (3 + 400)

Para la elección de tuberías, accesorios y válvulas, se utilizó el contenido de los anexos del 39 al 48.

Como detalle extra, en el anexo 49 se estimó el precio de los materiales principales, para generar una conciencia y tener un aproximado de cuánto puede llegar a valer un proyecto como este. Teniendo en cuenta que, para generar un presupuesto real, se debe contemplar: cargas sociales, estudios adicionales, todos los materiales, mano de obra, maquinaria, imprevistos, entre otros.

3.1.1.5 Confección de planos preliminares.

Finalmente, con ayuda del software AutoCAD Civil 3D, se trazarán los planos constructivos, seguidamente se presentarán a la Municipalidad para que determinen su viabilidad. (Planos adjuntos)

3.1.2 Controlar el rebalse que se produce cuando los tres tanques de almacenamiento alcanzan su capacidad máxima.

3.1.2.1 Evaluación, modelación y análisis de la situación actual.

Como propuesta, se estableció que para eliminar el rebalse que se desperdicia en el alcantarillado pluvial, se colocarían válvulas flotador (controladoras de nivel) en los tanques requeridos, para que cuando el fluido no sea requerido, se cierren todas las válvulas en el tanque de reunión de caudales, de esta manera, el rebalse se descargará al río correspondiente. Recopilación de información técnica en la Municipalidad. Antes de colocar las válvulas, es necesario verificar que la tubería es capaz de soportar la presión estática y la sobrepresión. Para revisar la capacidad de las tuberías, se modelará el sistema en el software Epanet. A continuación, se desarrollarán los debidos procedimientos.

Para lograr un análisis de la situación actual, la Municipalidad brindó el trazado de la línea de conducción y curvas de nivel en un archivo formato .dwg, así como las especificaciones de la tubería (ver tabla 23), luego se realizó una visita para conocer mejor la zona, como se mencionó anteriormente, se realizaron aforos en las captaciones.

Tabla 23. Características de la tubería.
Fuente. Elaboración propia.

Tubería		
Material	PVC	
Diámetro Nominal	200	mm
SDR	17,5	

Tabla 24. Características técnicas tubos.
Fuente. Elaboración propia.

Nominal (mm)	Externo (mm)	Interno (mm)	Espesor e	Presión Trabajo (m.c.a.)
200	219,08	206,18	12,9	175,8

Con respecto al archivo en formato .dwg, en AutoCAD Civil 3D, se encontró que la longitud de la tubería es de 8197 metros, en este software se creó una superficie de acuerdo con las curvas de nivel, luego una alineación para demarcar el perfil de la

tubería, con las imágenes siguientes se puede apreciar la alineación y el perfil de la tubería.

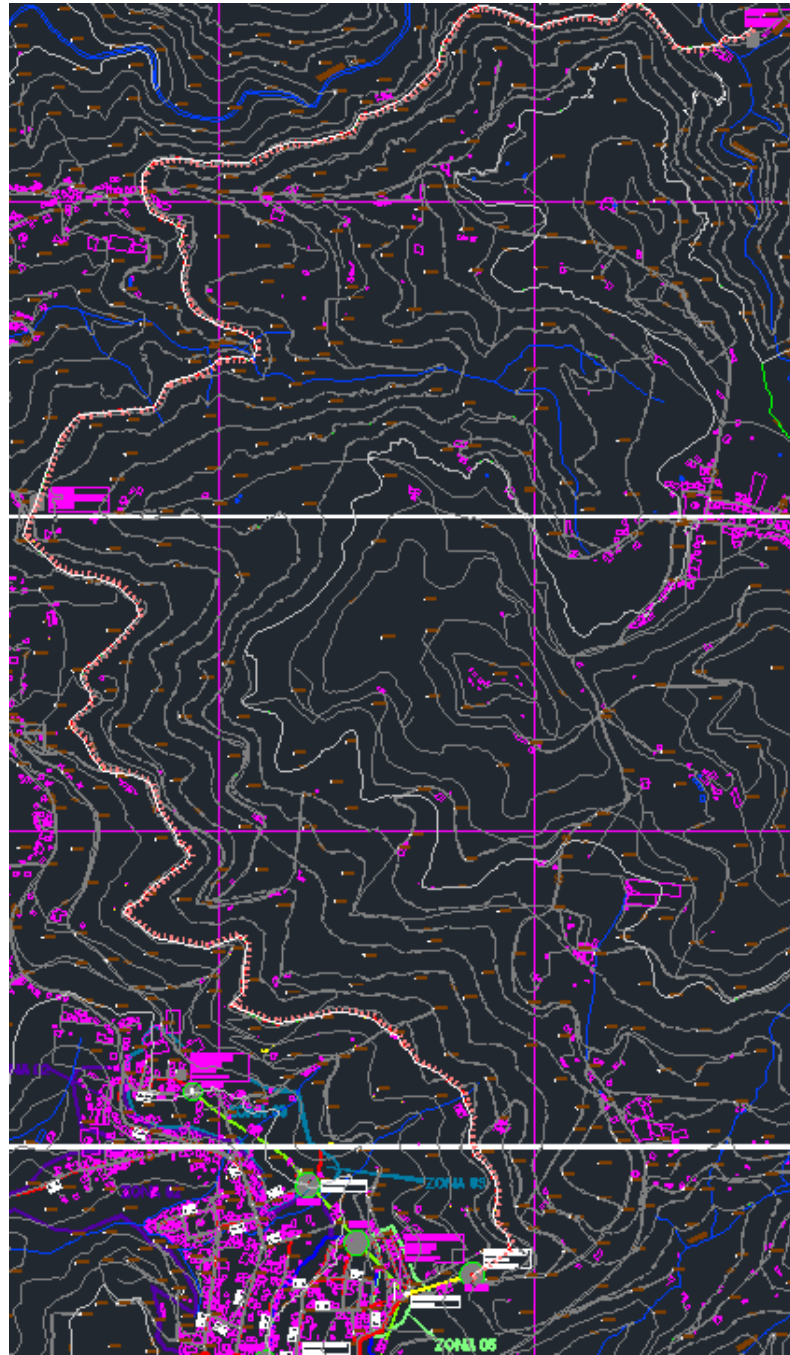


Figura 36. Trazo de la línea de Conducción.
Fuente. Elaboración propia.

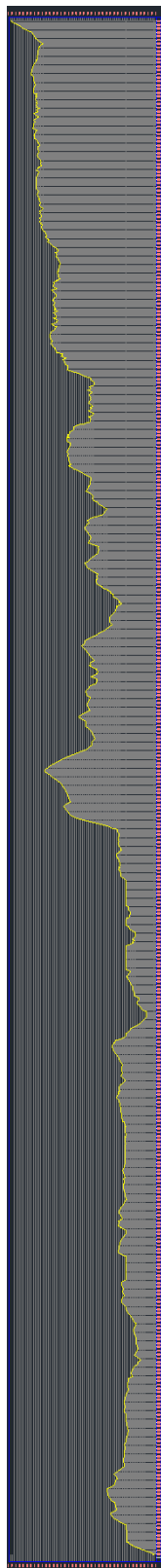


Figura 37. Perfil de Tubería.
Fuente. Elaboración propia.

La siguiente tabla muestra elementos importantes en el trayecto de la tubería.

Tabla 25. Elementos en la línea de conducción.
Fuente. Elaboración propia.

Elemento	Estación	Elevación (m.s.n.m.)
Cámara reunión caudales	0 + 000	1910,00
Válvula Purga	1 + 922	1866,70
Válvula Aire	2 + 291	1881,40
Válvula Purga	3 + 092	1852,20
Válvula Aire	3 + 319	1873,50
Tanque Quiebragradiante	4 + 030	1886,70
Tanque Virgilio	8 + 143	1835,00

De AutoCAD Civil 3D se extrae una tabla con: estaciones, elevaciones y pendientes, en Excel se modifica agregando: longitud horizontal acumulada, distancia vertical (diferencia de elevaciones), distancia horizontal (por diferencia de distancias acumuladas), distancia inclinada (Con el teorema de Pitágoras), finalmente se ubican los elementos en su estación respectiva, se puede apreciar en la tabla 25. La tabla 26 muestra los valores obtenidos, sin embargo, para simplificar, se muestran únicamente los valores de los elementos en la línea de conducción, el contenido completo de la tabla se puede consultar en el archivo Revisión Palmira.xlsx.

Tabla 26. Características de tramos verticales de la tubería
Fuente. Elaboración propia.

Nº	Estacion	Distacia Acumulada	Elevación m.s.n.m	Pendiente (%)	Distancia Vertical (m)	Distancia Horizontal (m)	Distancia Inclinada (m)	Distancia Inclinada Acum. (m)	Elemento
1	0+000,00	0,00	1.910,73	-0,1264	0,00	0,00	0,00	0,00	Cámara reunión caudales
323	1+922,90	1922,9	1.866,70	0,0081	-0,14	1,67	1,68	1937,94	Válvula Purga
383	2+291,28	2291,28	1.881,40	-0,1651	2,13	41,72	41,77	2311,33	Válvula Aire
498	3+092,84	3092,84	1.852,19	0,0763	-0,88	3,47	3,58	3120,09	Válvula Purga
543	3+319,06	3319,06	1.873,47	-0,1271	0,59	4,81	4,85	3348,21	Válvula Aire
621	4+029,49	4029,49	1.886,81	-0,1304	-1,08	7,93	8,00	4065,56	Tanque Quiebragradiante
1239	8+143,28	8143,28	1.835,65		0,16	4,04	4,04	8197,82	Tanque Virgilio

Teniendo el trazado y la ubicación de los elementos, se procede a dibujar los nodos y línea de conducción en Epanet, se agregan elevaciones, diámetro interno y longitudes de tubería, finalmente; se colocan los elementos hasta quedar como se muestra en la figura 38. Para este modelo se utiliza una rugosidad del material PVC de

(0,0015) (tabla 9) y para el caudal, se empleará el obtenido en los aforos en la zona de Palmira ($7,05 \text{ l/s}$). Para la colocación del coeficiente (k) de pérdidas menores se creó la tabla 27. Que especifica cada elemento.

Tabla 27. Coeficientes de pérdidas menores en la conducción.
Fuente. Elaboración propia

Válvula o accesorio	Estación	ID Tubería Epanet	Constante K
Entrada a tubería	0 + 000	p1	1,00
Válvula Compuerta	0 + 000	p1	0,08
Válvula Purga (Tee)	1 + 922	p77	0,56
Válvula Aire (boquilla)	2 + 291	p86	2,75
Válvula Purga (Tee)	3 + 092	p108	0,56
Válvula Aire (boquilla)	3 + 319	p115	2,75
Válvula Compuerta	4 + 030	p123.1	0,08
Válvula Flotador (Globo)	4 + 030	p123.1	4,56
Salida de tubería	4 + 030	p123.2	1,00
Válvula Compuerta	4 + 030	p123.2	0,08
Válvula Compuerta	8 + 143	p208	0,08
Válvula Flotador (Globo)	8 + 143	p208	4,56
Salida de tubería	8 + 143	p208	1,00

Las válvulas Flotador no existen, se ingresan en la modelación, debido a que es la propuesta para eliminar el rebalse.

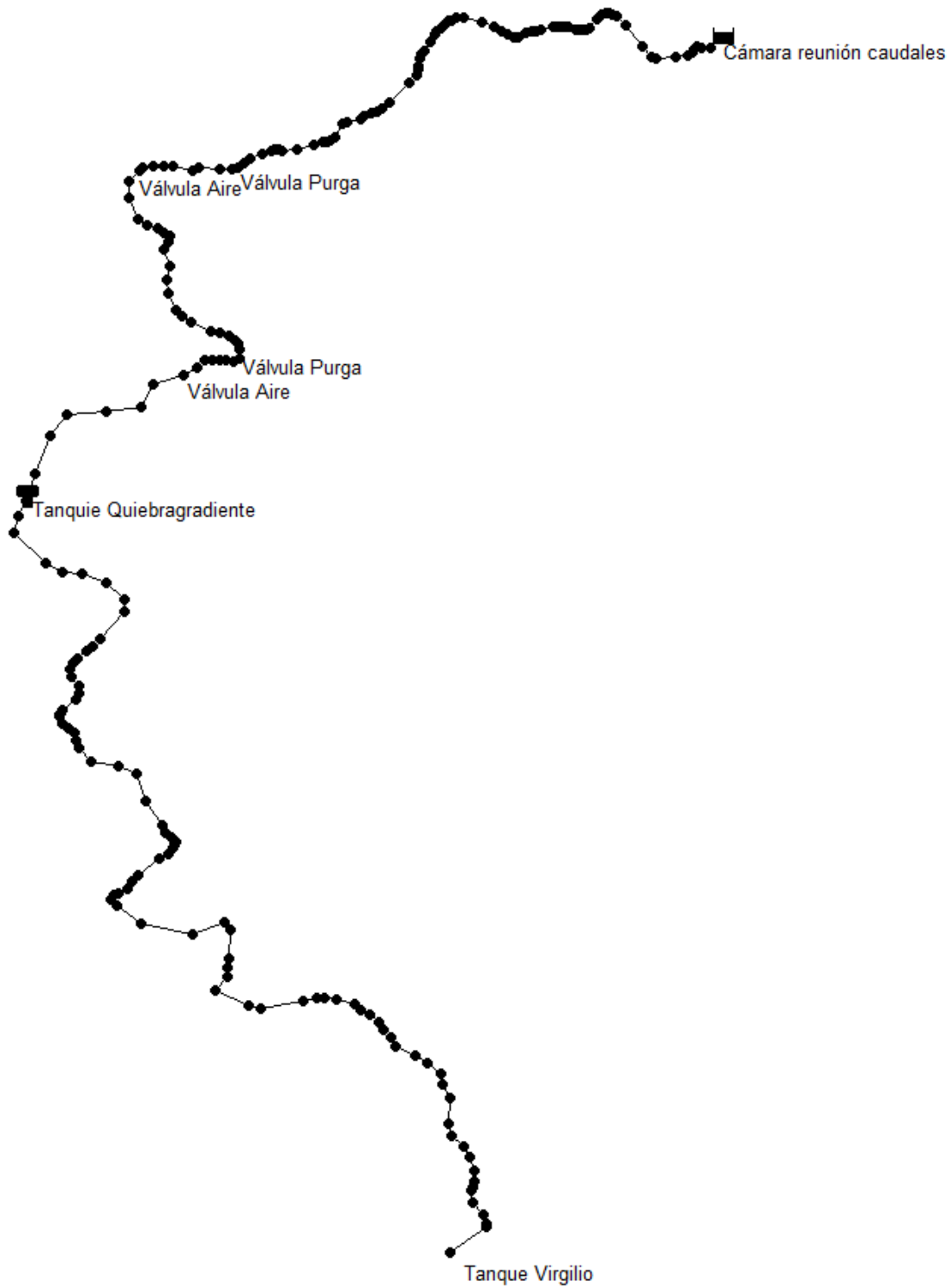


Figura 38. Trazado línea de conducción Epanet.
Fuente. Elaboración propia.

Después de haber ingresado todos los datos al software, se modela el sistema para observar los resultados.

En los anexos del 51 al 57, se pueden observar los resultados del sistema de conducción de agua potable, los cuales indican presión máxima en el nodo n109 de 56,05 m. c. a. y en el nodo n209 de 59,94 m. c. a esto para el tramo Cámara reunión de caudales – Tanque quiebra gradiente y Tanque quiebra gradiente – Tanque Virgilio, respectivamente. Por otra parte, la velocidad es de 0,22 m/s para ambos tramos. Con este análisis del modelo, se puede decir que la propuesta es viable y se puede avanzar con la revisión de sobrepresión o golpe de ariete. Esta revisión se dividirá en dos partes, Cámara reunión de caudales – Tanque quiebra gradiente y Tanque quiebra gradiente – Tanque Virgilio.

3.1.2.2 Revisión Cámara reunión de caudales – Tanque quiebra gradiente.

Tabla 28. Datos Generales.

Fuente. Elaboración propia.

Datos		
Caudal Max. Diario (m ³ /s)	Qmd =	0,00705 m ³ /s
Longitud total del tramo (m)	l =	4.065,00 m
Constante tubo	CH =	130,00
Altura Salida	Hsalida =	1.910,00 m.s.n.m.
Altura Llegada	Hllegada =	1.886,70 m.s.n.m.

Celeridad (C_w). (Ecuación 12)

$$C_w = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

$$C_w = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 * \frac{0,206,18 \text{ m}}{0,0129 \text{ m}}}}$$

$$C_w = 540,09 \text{ m/s}$$

Área (A).

$$A = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$A = \pi * \left(\frac{0,206,18 \text{ m}}{2}\right)^2$$

$$A = 0,0334 \text{ m}^2$$

Velocidad (V). (Ecuación 18)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,00705 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0334 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,21 \text{ m/s}$$

Límite para Tiempo de cierre lento (T). (Ecuación 14)

$$T = \frac{2 * l}{C_w}$$

$$T = \frac{2 * 4065 \text{ m}}{540,09 \text{ m/s}}$$

$$T = 15,05 \text{ s}$$

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para Tiempo de cierre lento ($t_c > T$). (Ecuación 15)

$$t_c = 40 \text{ s}$$

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

$$\Delta H = \frac{2 * 4065 \text{ m} * 0,21 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2 * 40 \text{ s}}$$

$$\Delta H = 4,4 \text{ m. c. a}$$

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para Tiempo de cierre rápido ($t_c < T$). (Ecuación 16)

$$\Delta H = \frac{Cw * v}{g}$$

$$\Delta H = \frac{540,09 \text{ m/s} * 0,21 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta H = 11,63 \text{ m. c. a}$$

Revisar presiones en los puntos críticos. (Ecuación 19)

Tabla 29. Punto crítico.
Fuente. Elaboración propia.

	Estación	Elevación (m.s.n.m.)	Presión estática	Sobrepresión
Pc	3 + 092	1.852,00	58,00	62,37

Para este tramo, es posible detectar que la sobrepresión es considerablemente baja con respecto a la capacidad de la tubería. Por lo tanto, es viable colocar válvula reguladora de nivel para este tramo.

Revisión Tanque quiebra gradiente – Tanque Virgilio.

Tabla 30. Datos Generales.

Fuente. Elaboración propia.

Datos		
Caudal Max. Diario (m ³ /s)	Qmd =	0,00705 m ³ /s
Longitud total del tramo (m)	l =	4.132,00 m
Constante tubo	CH =	130,00
Altura Salida	Hsalida =	1.886,70 m.s.n.m.
Altura Llegada	Hllegada =	1.835,00 m.s.n.m.

Celeridad (C_w). (Ecuación 12)

$$C_w = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

$$C_w = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 18 * \frac{0,206,18 \text{ m}}{0,0129 \text{ m}}}}$$

$$C_w = 540,09 \text{ m/s}$$

Área (A). (Ecuación 42)

$$A = \pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

$$A = \pi * \left(\frac{0,206,18 \text{ m}}{2}\right)^2$$

$$A = 0,0334 \text{ m}^2$$

Velocidad (V).(Ecuación 18)

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,00705 \text{ m}^3/\text{s}}{0,0334 \text{ m}^2}$$

$$V = 0,21 \text{ m/s}$$

Límite para Tiempo de cierre lento (T). (Ecuación 14)

$$T = \frac{2 * l}{Cw}$$

$$T = \frac{2 * 4132 \text{ m}}{540,09 \text{ m/s}}$$

$$T = 15,30 \text{ s}$$

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para Tiempo de cierre lento ($t_c > T$). (Ecuación 15)

$$t_c = 40 \text{ s}$$

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

$$\Delta H = \frac{2 * 4065 \text{ m} * 0,21 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2 * 40 \text{ s}}$$

$$\Delta H = 4,4 \text{ m. c. a}$$

Evaluar Sobrepresión (ΔH) para Tiempo de cierre rápido ($t_c < T$). (Ecuación 16)

$$\Delta H = \frac{C_w * v}{g}$$

$$\Delta H = \frac{540,09 \text{ m/s} * 0,21 \text{ m/s}}{9,81 \text{ m/s}^2}$$

$$\Delta H = 11,63 \text{ m. c. a}$$

Revisar presiones en el punto crítico. (Ecuación 19)

Tabla 31. Punto crítico.
Fuente. Elaboración propia.

	Estación	Elevación (m.s.n.m.)	Presión estática	Sobrepresión
Pc	8 + 143	1.835,00	51,70	56,15

Para este tramo, se detecta que la sobrepresión es considerablemente baja con respecto a la capacidad de la tubería. Por lo tanto, es viable colocar válvula reguladora de nivel para este tramo.

Después de finalizar este análisis, se confirma que la propuesta inicial es viable. Las tuberías tienen la capacidad de soportar sobrepresión cuando las válvulas cierran en un periodo de 40 s.

3.1.2.3 Revisión conexión de tres Tanques.

Para el caso de evaluación, la colocación de válvulas control de nivel en la conexión de los tanques Virgilio - Los Alpes – Los Gemelos, no se considera crítico por las siguientes características:

Tabla 32. Características Tanques.
Fuente. Elaboración propia.

Tanque	Elevación (m.s.n.m.)	Tramo	Distancia Tubería (m)	Diferencia Altura (m)	Material	SDR	Presión de Trabajo
Virgilio	1835,00						
Los Alpes	1811,00	Virgilio - Los Alpes	232,50	24,00	PVC	17,50	175,80
Los Gemelos	1758,00	Los Alpes - Los Gemelos	346,00	53,00	PVC	17,50	175,80

Analizando las características de este sistema, se determinó que no es necesario realizar un modelo hidráulico, pero será necesario restar presión de trabajo de la tubería con la diferencia de altura de un tanque a otro, resultan 158,8 *m.c.a* y 122,8 *m.c.a* respectivamente, la presión disponible para recibir el golpe de ariete es significativa.

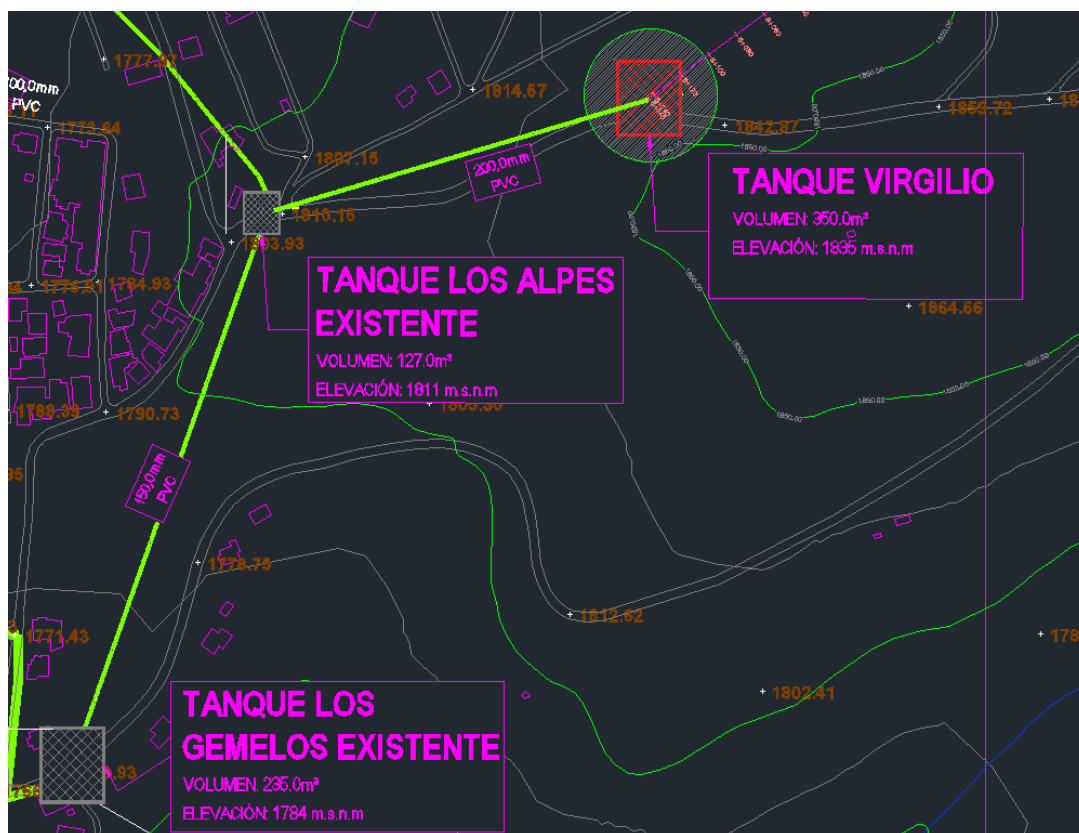


Figura 39. Conexión existente entre los 3 Tanques.
Fuente. Elaboración propia.

Capítulo IV

Propuesta

De acuerdo a la propuesta planteada, se desarrolló en el capítulo anterior y se analizó para cada etapa.

1) Propuesta de diseño preliminar del sistema de conducción de agua potable que inicia en la Zona Protectora El Chayote y finaliza en Tanque Los Gemelos, Zarcero.

Con los resultados obtenidos, apegándose a los lineamientos de la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial. Se trazó la línea de conducción, se estimó el caudal requerido para el año 2045 y capacidad de las nacientes explotadas, además, se evaluaron las capacidades volumétricas de los tanques de almacenamiento para el mismo periodo, en cuanto a estos elementos existentes, se observa un buen mantenimiento y construcción cuando es requerido, por ejemplo, en varias captaciones y el tanque Virgilio. Por lo que no se consideró necesario realizar un análisis profundo a dichos componentes del sistema.

La propuesta en general para esta etapa, consiste en hacer entrega de los planos preliminares para que la Municipalidad de Zarcero los evalúe y determine su viabilidad, en estos se estableció derivar la tubería en dos diámetros con tubos de diferentes capacidades, con esto se busca bajar costos en materiales, ya que la diferencia en costo de un tubo del mismo diámetro, pero capacidad de soportar presión diferente, es considerable, más aún en un tramo de más de 3 km, que requiere una cantidad considerable de tubos. A esta línea de conducción, también se le agregó válvulas de purga, aire, compuerta y flotador, donde se consideró necesario.

Como dato general, se estimó el precio de los materiales principales donde se obtuvo como resultado para el tramo, un total de ₡30 675 650 sin IVA.

2) Controlar el rebalse que se produce cuando los tres tanques de almacenamiento alcanzan su capacidad máxima.

En cuanto a esta etapa, se propuso inicialmente la colocación de válvulas reguladoras de nivel o flotador en los tanques de almacenamiento, Virgilio, Los Alpes y Los gemelos, así como también en el tanque quiebra gradiente en Laguna.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se demostró que la capacidad de las tuberías es suficiente para soportar la sobrepresión que se puede generar al cerrar estas válvulas, siendo viable ejecutar la propuesta.

Como parte de la propuesta se seleccionó una posible válvula a utilizar: válvula de boya con piloto Unival. Serán necesarias 5 en total, una para la quiebra gradiente, una para tanque Virgilio, una para tanque Los Alpes y dos para tanque Los gemelos, para este último tanque serán necesarias dos, una para la tubería de conexión con los otros dos tanques y otra para la línea de conducción de la Zona Protectora El Chayote. De estas 5 válvulas son tres de 200 mm, una de 150 mm y una de 75 mm, sin embargo, como la empresa proveedora no tiene disponible la válvula de 200mm, se realizó una cotización referencial con cuatro válvulas de 150 mm y una de 75 mm, con un valor de ₡2 833 100 sin IVA, por ser una institución pública (los detalles se pueden observar en el anexo 58).

Finalmente, se evaluó, analizó y resolvió el problema planteado, buscando siempre el método más económico que cumpla con los requerimientos. Esperando que esta propuesta cumpla con las necesidades de la Municipalidad de Zarcerro para economizar gastos como: enviar personal a manipular llaves de paso, fugas no encontradas o daños por la tubería antigua; además, se considera que la calidad del agua mejoraría con una tubería nueva.

Conclusiones

1. Para evaluar la producción de caudal que ofrecen las nacientes captadas, se realizó el método de aforo volumétrico en las siete nacientes explotadas para el acueducto municipal, primeramente los resultados fueron alentadores (15,74 l/s) comparados con la demanda actual (11,95 l/s), sin embargo, luego de realizar el análisis para estimar el caudal de demanda en el año 2045 (15,82 l/s) se identifica la necesidad de buscar otra fuente de agua potable antes del año 2045 u otra alternativa, para evitar el desabastecimiento alrededor de ese año.
2. Obedeciendo las solicitudes de la municipalidad, se logró trazar y realizar un diseño preliminar para conducir el agua potable desde las nacientes captadas en Zona Protectora El Chayote – Tanque Los Gemelos, Zarceró, con una longitud de 3,434 km. Para el trazado se buscó la ruta más estable, en cuanto la topografía lo permitiera, para evitar pendientes fuertes o elevaciones que comprometieran las presiones en el sistema, con la visita al campo se descartó suelo inapropiado para el trazo de la tubería. El dimensionamiento de los diámetros se determinó con la fórmula empírica Hazen – Williams, recomendada por la Norma Técnica para el Diseño y Construcción de Sistemas de Agua Potable, de Saneamiento y Pluvial 2017, de acuerdo con el diámetro exacto se eligió diámetros nominales de 100 mm y 75 mm, desarrollándose 2704 m y 730 m respectivamente. Se calculó sobrepresión en el punto crítico, con un valor de 104,6 m.c.a. se detectó alto, sin embargo, está entre los parámetros de capacidad para tubo PVC SDR 26. Otra variable importante, es la velocidad del flujo en el sistema, rondando 1 m/s, se considera dentro del parámetro solicitado por el AyA. Con estos resultados se ubicaron las válvulas necesarias para operar en la línea de conducción (compuerta entrada o salida de tanques, purga en puntos bajos, aire en puntos altos y reguladora de nivel en Tanque Los Gemelos).
3. Mediante el proceso de trazado y modelación con el software Epanet, de la línea de conducción de agua potable Palmira – Tanque de almacenamiento Virgilio, con una longitud de 8,197 km, se observaron presiones aceptables, ninguna negativa y la mayor no supera los 60 m.c.a. para una tubería PVC SDR 17, es bastante favorable, procediendo con los resultados de sobrepresión, la que se realizó en dos tramos,

debido a la presencia de un tanque quiebra gradiente. Como consecuencia, se obtuvieron dos resultados iguales por la similitud de los tramos, ambos equivalen 4,4 m.c.a. para un tiempo de cierre de 40 segundos, agregando este valor a la presión máxima, se comprobó que la tubería no recibiría afectaciones cuando se cierra cualquier válvula del sistema en un tiempo igual o mayor a 40 segundos.

Recomendaciones

1. Durante la elaboración del proyecto, se identificó que el caudal producido por todas las captaciones estará muy limitado con la demanda que requerirá la población para el año 2045, por lo tanto, se recomienda buscar una alternativa de fuente de agua potable, para que la comunidad no sufra desabastecimiento; una de las variables que se utilizó fue el agua no contabilizada (ANC) con un valor de 20 %, si la Municipalidad logra medir y regular el ANC, podría llegar al término del periodo de diseño sin presentar desabastecimiento.

Es de suma importancia desarrollar proyectos que midan y regulen el agua no contabilizada, no solo para el acueducto de la Municipalidad de Zarcero, sino para la mayoría en Costa Rica, según los estudios este porcentaje alcanza valores mayores al 50 %. Con respecto a esto, desde el punto de vista comercial, el abastecimiento de agua potable para el consumo humano como un negocio, con fugas de más del 50 %, no es rentable. De esta analogía, se espera dar la importancia correspondiente a este fluido indispensable.

2. En la modelación efectuada en el tramo de Palmira – Tanque Virgilio, se observó una velocidad de 0,2 m/s, es importante realizar mediciones en campo para comprobar si en realidad es así. Comprobándose esto, se deberá realizar mantenimientos frecuentes y analizar el trazado para agregar válvulas de purga y de aire. Para garantizar que la tubería se mantenga libre de sedimentos.
3. Además, es recomendable realizar análisis por memoria de cálculo y también por modelación, para que de esta manera se puedan comparar ambos resultados y visualizar de una manera más fácil si se incurrió en algún error.
4. Para este proyecto, se asumió un suelo estable y apto para soportar las demandas del sistema diseñado, sin embargo, si la Municipalidad de Zarcero procede a efectuar dicho diseño, se recomienda realizar un estudio del suelo, para garantizar su capacidad y estabilidad.

5. Dado el caso de aprobar la viabilidad de este proyecto, se recomienda evaluar en el tanque Virgilio, el caudal, con esto se demuestra si existiesen fugas en la tubería, así como el caudal real de abastecimiento. También comprobar presiones en campo, para conocer la exactitud del modelo con la realidad.

Bibliografía

1. Agency, E. U. (10 de Abril de 2020). *EPA. United States Enviromental Protection Agency* . Obtenido de EPA. United States Enviromental Protection Agency : <https://www.epa.gov/water-research/epanet>
2. Agua, C. N. (s.f.). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento* . Mexico . (Capítulo 2)
3. Alcantarillados, A. y. (22 de Setiembre de 2017). Norma técnica para diseño y construcción de sistemas de abastecimiento de agua potable, de saneamiento y pluvial. *La Gaceta*. (Capítulos 4 y 5)
4. Alcantarillados, I. C. (13 de 09 de 2001). *Sistema Costarricense de Información Jurídica*. Obtenido de Sistema Costarricense de Información Jurídica: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=47113&nValor3=109666&strTipM=TC
5. alcantarillados, I. c. (2002). *Análisis sectorial de agua potable y saneamiento en Costa Rica*. San José, Costa Rica.
6. Alegret Breña, E., & Martínez Valdés, Y. (2019). Coeficiente de Hazen-Williams en función de Reynolds y la rugosidad relativa. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 41-55.
7. AMANCO. (15 de 01 de 2019). *AMANCO*. Obtenido de AMANCO: <https://amancowavin.cr/productos/productos>
8. Arnalich, S. (2008). *Abastecimiento de Agua por Gravedad*. (Capítulos 2, 7 y 9)
9. Avila, G. S. (2000). *Hidráulica General*. Mexico : Limusa Noriega editores.
10. Ávila, G. S. (2007). *Hidráulica General vol.1, Fundamentos* . México.
11. Barrero Ripoll , A., & Pérez Saborid Sánchez , P. (s.f.). *Fundamentos y aplicaciones de la mecánica de fluidos*. España .
12. Censo, I. N. (2000-2011). *INEC Costa Rica*. Obtenido de INEC Costa Rica : <https://www.inec.cr/consulta-ciudadana>
13. CoandaScreen. (s.f.). *CoandaScreen*. Obtenido de CoandaScreen: <http://www.coandascreen.cl/>
14. Colegio federado de ingenieros y arquitectos de Costa Rica. (2017). Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. (Capítulo 6)
15. Corcho Romero, F., Duque Serna , J., & Poveda Ramos, G. (s.f.). *Acueductos : teoría y diseño*. Medellín: Universidad de Medellín . (Capítulos 1, 3 y 4)

16. Durman. (2015). *Durman*. Obtenido de Durman:
<https://www.durman.com/descargas/TuberiaSDR/fichas/FTtubosSDR.pdf>
17. Emo Iran. (s.f.). *Emo Iran*. Obtenido de <http://emo-iran.com/en/products/valvefitting/float-valves/>
18. EPA, United States Environmental Protection Agency. (10 de Abril de 2020). *EPA, United States Environmental Protection Agency*. Obtenido de EPA, United States Environmental Protection Agency: <https://www.epa.gov/water-research/epanet#tab-2>
19. García, R. P. (1993). *Dimensionado óptimo de redes de distribución de agua ramificadas considerando los elementos de regulación*. Valencia, España.
20. Gestión de agua y saneamiento sostenible en zonas rurales de México. (s.f.). *sswm*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/c%C3%A1mara-de-captaci%C3%B3n-de-manantiales>
21. Google Earth. (2020). *Google Earth*. Obtenido de Google Earth.
22. Guías Costa Rica. (s.f.). *Guías Costa Rica*. Obtenido de Guías Costa Rica:
<https://guiascostarica.com/wp-content/plugins/wp-imagezoom/zoom.php?id=GP2HS>
23. Instituto de Ingeniería del Agua y Medio Ambiente. (Mayo de 2017). EPANET 2.0 en Español, Análisis Hidráulico y de Calidad en Redes de Distribución de Agua. *Manual del Usuario*.
24. Landeau, R. (2007). *Elaboración de trabajos de investigación*. Editorial Alfa.
25. Medina, W. (Septiembre de 2017). Flujo en tuberías. Balances macrocíclicos en sistemas isotérmicos. . Maturín.
26. Mott, R. L. (2006). *Mecánica de Fluidos*. Pearson education . (Capítulos 8, 10 y 11)
27. OICOMP. (s.f.). *OICOMP*. Obtenido de <https://www.oicomp.cl/detalle/valvulas/valvulas-de-uso-general/22/valvula-reguladora-de-presion>
28. Reforesta Sistemas para Agua y Gas. (s.f.). *Reforesta Sistemas para Agua y Gas*. Obtenido de <https://reforesta.net/producto/valvula-expulsora-de-aire-1/>
29. Reyes, R. (Marzo de 2020). *Academia.edu*. Obtenido de Academia.ed:
https://www.academia.edu/31079045/METODOS_DE_AFORO
30. Romero, F. H. (1993). Acueductos Teoría y Diseño. En F. H. Romero, *Jose Ignacio Duque Serna* (pág. 13). Medellín.
31. Rossman, L. (1995). The EPANET water quality model.
32. Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de tuberías Abastecimiento de agua, redes, riegos*. Bogotá, D.C.: Alfaomega. (Capítulos 1,2, 3, y 5)
33. Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (s.f.). *Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación*. Obtenido de

https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/136/494/Obras-de-toma-para-aprovechamientos-hidr--ulicos.pdf

34. Solórzano, J. S. (2017). *Ejercicios prácticos en EPANET*. Colombia : Universidad Piloto de Colombia.
35. Spanish GED 365. (2012). *spanishged365*. Obtenido de <https://www.spanishged365.com/teorema-de-pitagoras/>
36. Tuvacol. (s.f.). *Tuvacol*. Obtenido de <https://tuvacol.com/valvulas/valvulas-de-globo/>
37. Virtual Expo Group. (s.f.). *Direct Industry*. Obtenido de <https://www.directindustry.es/prod/belgicast/product-119549-1283917.html>
38. Zarcero, M. d. (21 de Noviembre de 2019). *Municipalidad de Zarcero*. Obtenido de Municipalidad de Zarcero : <http://www.zarcero.go.cr/articulo/229/resena-historica>

Anexos



PRT 011 R-03
Versión 08
Página 1 de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS



Datos del Cliente:

Nombre del Cliente:	Municipalidad de Zarcero – Sistema Chayote	Muestreado por:	Pablo Salas J. Josel Vargas C.
Dirección del Cliente:	Alajuela, Zarcero, Zarcero / El Espino / Laguna	Procedimiento de muestreo:	PRT-012 Procedimiento de muestreo de aguas y aguas residuales
Actividad:	-	Plan de muestreo:	PRT-012 R-01 Consecutivo: AG-240-2020
Teléfono del cliente:	8348-9128	Fecha de muestreo:	13 de mayo de 2020
Tipo de Muestra:	Agua para uso y consumo humano	Fecha de ingreso:	14 de mayo de 2020
Solicitud de servicio:	AG-240-2020	Fecha de emisión:	26 de mayo de 2020

Notas:

1. Las muestras analizadas referentes al presente reporte se mantendrán en custodia por un período mínimo de 8 días calendario una vez emitido el reporte, siempre y cuando no se hayan ejecutado análisis destructivos de la muestra. Después de este tiempo se procederán a desechar.
2. El Laboratorio de Análisis Ambiental cuenta con permiso sanitario de funcionamiento bajo el registro CN-ARS-H-2168-2015.
3. No se permite la reproducción parcial, excepto íntegramente de este documento sin la autorización por escrito del órgano que lo emite. Este documento solo tiene validez en su forma íntegra y original.
4. Las condiciones del laboratorio a las cuáles se llevan a cabo los ensayos son: temperatura entre (18-25) °C y humedad relativa menor al 80 %.
5. El presente Reporte de Resultados abarca solamente las mediciones realizadas en el momento y con las condiciones ambientales del muestreo y no puede hacerse extensivo a otras situaciones.

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696

Anexo 1. Análisis de agua



PRT 011 R-03
Versión 08
Página 2 de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS



No. Reporte: AG-240-2020

Resultados de análisis físico-químicos de las muestras de agua:

Análisis	Unidades	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Muestra N° 03	Muestra N° 04	Valor Máximo Admisible ¹
*pH (25 °C)	-	6,900 ± 0,080	-	-	7,400 ± 0,080	6-8
*Turbiedad	NTU	nd	-	-	nd	5
*Conductividad	µS/cm	120 ± 15	-	-	125 ± 15	-
*Color Aparente	U-Pt-Co	nd	-	-	2,31 ± 0,39	15
*Cloro residual libre	mg/l	-	0,220 ± 0,060	d	0,110 ± 0,060	0,3-0,6
*Temperatura	°C	17,40 ± 0,46	-	-	20,70 ± 0,46	18-30 °C
**Olor	-	Aceptable	-	-	Aceptable	Aceptable

d= detectable (valores entre límite de detección y límite de cuantificación)

nd= no detectable (valores menores al límite de detección)

Los análisis son realizados en las instalaciones del laboratorio, lo que presenta el superíndice "a" son realizados *in-situ*

¹La Incertidumbre de la medición se determina para un factor de cobertura $k = 2$ correspondiente a un nivel de confianza aproximadamente del 95 %.

² Decreto N° 38924-S Reglamento para la Calidad del Agua Potable del 1° de setiembre del 2015

*Ensayos acreditados bajo la norma ISO 17025:2005, Alcance LE-024, más información en el sitio web www.eca.or.cr

**Ensayos no acreditados

Resultados de Parámetros Microbiológicos²:

Análisis	Unidades	Muestra N° 01	Muestra N° 02	Muestra N° 03	Muestra N° 04
Coliformes Fecales	NMP/100ml	<1,8	<1,1	<1,1	<1,1
E.coli	NMP/100ml	<1,8	<1,1	<1,1	<1,1

²Análisis realizado por el Laboratorio de Microbiología de Aguas, Universidad de Costa Rica, número de alcance del ECA LE-102, según en el informe con el código LMA-INF-114-20.

Descripción de las muestras:

Muestra N°01: Muestra tomada en sistema Chayote, naciente Chayote, a las 11:57 horas.

Muestra N°02: Muestra tomada en sistema Chayote, tanque Espino, a las 12:44 horas.

Muestra N°03: Muestra tomada en sistema Chayote, tanque Espino, mitad de red, a las 13:09 horas.

Muestra N°04: Muestra tomada en sistema Chayote, tanque Espino, casa Luis Ángel Vargas, final de red, a las 13:32 horas.

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696

Anexo 2. Análisis de agua



PRT 011 R-03
Versión 08
Página 3 de 3



UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES
LABORATORIO DE ANALISIS AMBIENTAL
REPORTE DE RESULTADOS



No. Reporte: AG-240-2020

Métodos de Análisis Ejecutados:

Analito	Método	Referencia	Límite de Detección	Límite de Cuantificación	Fecha de Análisis
pH (25 °C)	PMA-010	SM 4500-H	-	Ámbito: (4 a 10) unidades de pH	-
Turbiedad	PMA-016	SM 2130 B	-	(1 a 1000) NTU	15/05/2020
Conductividad	PMA-011	SM 2510 B	-	(20-1413) µS/cm	15/05/2020
Color aparente	PMA-009	SM 2120 C	1,51 U-Pt-Co	2,09 U-Pt-Co	15/05/2020
Temperatura	PMA-018	SM 2550	-	15 °C a 50 °C	-
Cloro residual	PMA-075	SM 4500-Cl G	0,04 mg/l	0,08 mg/l	-
Olor	PMA-008	SM 2150 B	-	-	14/05/2020

Pablo Salas Jiménez
Químico NI 2780
Director de Operaciones



----- Última Línea del Reporte de Resultados AG-240-2020 -----

Laboratorio de Análisis Ambiental
Tercer Piso, Escuela de Ciencias Ambientales, Campus Omar Dengo, UNA
Heredia, Costa Rica TEL: (506) - 2277 3292 FAX: (506) - 2277 3696

Anexo 3. Análisis de agua



Anexo 4. Topografía del terreno



Anexo 5. Revisión de captaciones



Anexo 6. Revisión de captaciones



Anexo 7. Revisión de captaciones



Anexo 8. Revisión de captaciones



Anexo 9. Revisión de Tubería (Tubería vieja HG)



Anexo 10. Revisión de tubería. (Empalme PVC-HG)



Anexo 11. Revisión de tubería. (Válvula Aire en mal estado)

Visita tanques de almacenamiento



Anexo 12. Tanque Los Gemelos.



Anexo 13. Tanque Los Gemelos



Anexo 14. Tanque Los Gemelos



Anexo 15. Tanque Los Gemelos



Anexo 16. Tanque Los Alpes



Anexo 17. Tanque Los Alpes



Anexo 18. Tanque Virgilio



Anexo 19. Tanque Virgilio



Anexo 20. Tanque quiebra gradiente



Anexo 21. Tanque quiebra gradiente.

Captaciones y Aforos



Anexo 22. Captación Palmira



Anexo 23. Aforos en captación Palmira



Anexo 24. Captación y Aforo El Chayote



Anexo 25. Captación y aforo El Chayote.

Especificaciones técnicas tubos y accesorios PVC

Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

Diam. Nom.	Diámetro Promedio Externo (mm)	Espesor mínimo de pared (mm) (Tolerancia positiva equivalente al 6% del espesor mínimo)					
		SDR 41	SDR 32,5	SDR 26	SDR 21	SDR17	SDR 13,5
12	21,34 \pm 0,10	...	...	...	...	...	1,57 \pm 0,09
18	26,67 \pm 0,10	...	...	...	1,52 \pm 0,09	1,57 \pm 0,09	1,98 \pm 0,12
25	33,40 \pm 0,13	...	...	1,52 \pm 0,09	1,60 \pm 0,10	1,96 \pm 0,12	2,46 \pm 0,15
31	42,16 \pm 0,13	1,18 \pm 0,07	1,52 \pm 0,09	1,63 \pm 0,10	2,01 \pm 0,12	2,49 \pm 0,15	3,12 \pm 0,19
38	48,26 \pm 0,15	1,18 \pm 0,07	1,52 \pm 0,09	1,85 \pm 0,11	2,29 \pm 0,14	2,84 \pm 0,17	3,58 \pm 0,21
50	60,32 \pm 0,15	1,47 \pm 0,09	1,85 \pm 0,11	2,31 \pm 0,14	2,87 \pm 0,17	3,56 \pm 0,21	4,47 \pm 0,27
62	73,02 \pm 0,18	1,78 \pm 0,11	2,24 \pm 0,13	2,79 \pm 0,17	3,48 \pm 0,21	4,29 \pm 0,26	5,41 \pm 0,32
75	88,90 \pm 0,20	2,16 \pm 0,13	2,74 \pm 0,16	3,43 \pm 0,21	4,24 \pm 0,25	5,23 \pm 0,31	6,58 \pm 0,39
100	114,30 \pm 0,23	2,79 \pm 0,17	3,51 \pm 0,21	4,39 \pm 0,26	5,44 \pm 0,33	6,73 \pm 0,40	8,46 \pm 0,51
150	168,28 \pm 0,28	4,11 \pm 0,25	5,18 \pm 0,31	6,48 \pm 0,39	8,03 \pm 0,48	9,91 \pm 0,59	12,47 \pm 0,75
200	219,08 \pm 0,38	5,33 \pm 0,32	6,73 \pm 0,40	8,43 \pm 0,51	10,41 \pm 0,62	12,90 \pm 0,77	...
250	273,05 \pm 0,38	6,65 \pm 0,40	8,41 \pm 0,50	10,49 \pm 0,63	12,98 \pm 0,78	16,05 \pm 0,96	...
300	323,85 \pm 0,38	7,90 \pm 0,47	9,96 \pm 0,60	12,45 \pm 0,75	15,39 \pm 0,92	19,05 \pm 1,14	...
375	388,62 \pm 0,41	9,47 \pm 0,57	11,96 \pm 0,72	14,94 \pm 0,90	18,49 \pm 1,11	...	...
450	457,20 \pm 0,48	11,15 \pm 0,67	14,07 \pm 0,84	17,58 \pm 1,05	21,77 \pm 1,31	26,90 \pm 1,61	...

Anexo 26. Especificaciones tubería PVC ASTM D 2241

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n24	1845.067301178988	1846.39	1.32
Conexión n25	1840.843817213474	1846.23	5.39
Conexión n26	1836.471549559194	1846.11	9.64
Conexión n27	1833.657143263916	1846.04	12.38
Conexión n28	1831.991737064145	1845.90	13.91
Conexión n29	1831.641514974794	1845.88	14.24
Conexión n30	1831.944380430421	1845.60	13.65
Conexión n31	1829.922111651909	1845.31	15.39
Conexión n32	1810.215255848945	1844.68	34.47
Conexión n33	1806.678429495724	1844.42	37.74
Conexión n34	1808.189622946136	1844.21	36.02
Conexión n35	1808.100497891236	1844.03	35.93
Conexión n36	1807.665878766732	1843.87	36.21
Conexión n37	1805.576783827845	1843.69	38.11
Conexión n38	1797.582033692848	1843.37	45.79
Conexión n39	1796.374301545332	1843.25	46.88
Conexión n40	1795.69744852819	1843.16	47.46
Conexión n41	1795.203975676929	1843.01	47.81
Conexión n42	1795.885194582887	1842.77	46.88
Conexión n43	1795.35089657373	1842.54	47.19
Conexión n44	1797.468691308506	1842.36	44.89
Conexión n45	1798.046339250171	1842.24	44.20
Conexión n46	1797.259201113488	1842.07	44.81
Conexión n47	1798.647912639148	1841.92	43.28
Conexión n48	1799.565876852681	1841.82	42.25
Conexión n49	1797.832841229553	1841.68	43.85
Conexión n50	1797.096148787999	1841.57	44.47
Conexión n51	1795.658582298206	1841.25	45.59
Conexión n52	1796.624295772721	1840.80	44.17
Conexión n53	1796.610903448408	1840.19	43.58
Conexión n54	1795.995749640659	1839.78	43.78
Conexión n55	1795.498095452263	1839.33	43.84
Conexión n56	1796.136158964636	1838.87	42.73
Conexión n57	1795.982033460218	1838.71	42.73

Anexo 27. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n58	1796.178762751725	1838.64	42.47
Conexión n59	1795.96841458196	1838.52	42.55
Conexión n60	1796.105398129874	1838.45	42.34
Conexión n61	1795.414143467018	1838.39	42.97
Conexión n62	1790.59196273531	1837.94	47.35
Conexión n63	1790.439562157187	1837.87	47.43
Conexión n64	1790.811547206045	1837.77	46.96
Conexión n65	1790.863637929437	1837.69	46.83
Conexión n66	1791.985496705834	1837.19	45.21
Conexión n67	1791.854404387318	1837.08	45.22
Conexión n68	1792.019296759802	1836.92	44.90
Conexión n69	1792.774731108629	1836.82	44.05
Conexión n70	1792.766337807407	1836.63	43.86
Conexión n71	1790.870310960998	1836.44	45.57
Conexión n72	1787.966346965967	1836.17	48.21
Conexión n73	1787.764276417149	1836.10	48.34
Conexión n74	1788.005947833105	1836.03	48.02
Conexión n75	1788.196566908462	1835.97	47.77
Conexión n76	1787.321998128271	1835.91	48.59
Conexión n77	1786.663162728422	1835.87	49.20
Conexión n78	1787.11741357209	1835.82	48.70
Conexión n79	1785.971750943506	1835.77	49.80
Conexión n80	1787.095814104147	1835.72	48.62
Conexión n81	1787.856045432229	1835.68	47.82
Conexión n82	1787.504744158058	1835.63	48.13
Conexión n83	1787.43132640972	1835.22	47.79
Conexión n84	1784.209009472786	1834.96	50.75
Conexión n85	1783.355396073426	1834.66	51.31
Conexión n86	1780.462266855106	1834.42	53.95
Conexión n87	1780.459719989419	1834.32	53.86
Conexión n88	1780.403582187972	1834.20	53.80
Conexión n89	1780.489911326501	1834.10	53.61
Conexión n90	1779.640243413446	1833.89	54.25
Conexión n91	1779.404076348335	1833.82	54.42

**Anexo 28. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales
a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos**

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n92	1779.751061274691	1833.71	53.96
Conexión n93	1778.352719140846	1833.54	55.19
Conexión n94	1777.27866446959	1833.36	56.08
Conexión n95	1774.378484295537	1832.91	58.54
Conexión n96	1795.879617187314	1832.25	36.37
Conexión n97	1797.297158102114	1831.95	34.65
Conexión n98	1796.673823635299	1831.44	34.77
Conexión n99	1795.508453202281	1831.09	35.58
Conexión n100	1793.268244286206	1830.87	37.60
Conexión n101	1794.117277436319	1830.67	36.55
Conexión n102	1794.401239522611	1830.54	36.14
Conexión n103	1794.087816385885	1830.41	36.32
Conexión n104	1794.009472509795	1830.28	36.27
Conexión n105	1787.862657141942	1829.71	41.85
Conexión n106	1771.907287206379	1828.99	57.08
Conexión n107	1766.365799685721	1828.80	62.43
Conexión n108	1763.968379442541	1828.70	64.74
Conexión n109	1762.083575263356	1828.68	66.59
Conexión n110	1762.674146684421	1828.61	65.93
Conexión n111	1763.234290717414	1828.56	65.33
Conexión n112	1763.675757990158	1828.53	64.85
Conexión n113	1764.246773914046	1828.46	64.22
Conexión n114	1765.742095674936	1828.37	62.63
Conexión n115	1766.533429997083	1828.20	61.66
Conexión n116	1767.983047844894	1827.97	59.99
Conexión n117	1770.662107627407	1827.81	57.15
Conexión n118	1774.991520263461	1827.66	52.67
Conexión n119	1781.903792619343	1827.49	45.59
Conexión n120	1796.429128205366	1827.12	30.69
Conexión n121	1802.335594433202	1826.67	24.33
Conexión n122	1802.20511034095	1826.57	24.37
Conexión n123	1802.421321318575	1826.47	24.05
Conexión n124	1802.713560051064	1826.27	23.55
Conexión n125	1803.065103690689	1826.20	23.14

Anexo 29. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n126	1803.408284638997	1826.10	22.69
Conexión n127	1802.598778171834	1825.90	23.30
Conexión n128	1802.108633562648	1825.83	23.72
Conexión n129	1801.94298498163	1825.80	23.86
Conexión n130	1801.918438302616	1825.77	23.85
Conexión n131	1801.903888289474	1825.75	23.84
Conexión n132	1801.888095160274	1825.72	23.83
Conexión n133	1801.97485199017	1825.67	23.69
Conexión n134	1802.011840011706	1825.64	23.63
Conexión n135	1802.175070776668	1825.62	23.44
Conexión n136	1802.462486182992	1825.58	23.12
Conexión n137	1805.16265029475	1825.32	20.16
Conexión n138	1805.7459086594	1824.97	19.22
Conexión n139	1805.078719587067	1824.79	19.71
Conexión n140	1803.831486045726	1824.59	20.76
Conexión n141	1802.857938757609	1824.40	21.54
Conexión n142	1801.055589320915	1824.08	23.02
Conexión n143	1800	1823.85	23.85
Conexión n144	1800.001287675067	1823.42	23.42
Conexión n145	1796.354202213595	1823.08	26.73
Conexión n146	1790.685775437021	1822.14	31.45
Conexión n147	1788.999745013748	1821.89	32.89
Conexión n148	1787.244255583999	1821.58	34.34
Conexión n149	1785.763088572627	1820.97	35.21
Conexión n150	1784.592870999202	1820.66	36.07
Conexión n151	1782.160968596893	1820.26	38.10
Conexión n152	1778.016780899057	1819.82	41.80
Conexión n153	1774.589843958932	1819.49	44.90
Conexión n154	1770.900944845109	1819.18	48.27
Conexión n155	1767.389901321953	1818.88	51.49
Conexión n156	1765.61437006526	1818.57	52.96
Conexión n157	1762.868836121228	1818.11	55.24
Conexión n158	1758.552134783924	1816.94	58.39
Conexión n159	1758.324517548251	1815.97	57.64

Anexo 30. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

Conexión n160	1758.443496414866	1814.50	56.05
Embalse 1	1846.51	1846.51	0.00

Anexo 31. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Línea	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p24	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p25	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p26	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p27	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p28	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p29	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p30	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p31	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p32	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p33	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p34	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p35	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p36	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p37	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p38	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p39	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p40	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p41	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p42	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p43	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p44	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p45	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p46	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p47	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p48	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p49	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p50	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p51	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p52	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p53	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p54	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p55	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p56	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p57	107.57	0.0015	8.69	0.96

Anexo 32. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Línea	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p58	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p59	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p60	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p61	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p62	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p63	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p64	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p65	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p66	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p67	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p68	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p69	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p70	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p71	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p72	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p73	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p74	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p75	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p76	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p77	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p78	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p79	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p80	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p81	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p82	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p83	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p84	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p85	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p86	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p87	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p88	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p89	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p90	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p91	107.57	0.0015	8.69	0.96

Anexo 33. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Línea	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p92	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p93	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p94	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p95	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p96	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p97	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p98	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p99	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p100	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p101	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p102	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p103	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p104	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p105	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p106	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p107	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p108	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p109	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p110	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p111	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p112	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p113	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p114	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p115	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p116	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p117	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p118	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p119	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p120	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p121	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p122	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p123	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p124	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p125	107.57	0.0015	8.69	0.96

Anexo 34. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Línea	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p126	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p127	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p128	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p129	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p130	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p131	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p132	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p133	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p134	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p135	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p136	107.57	0.0015	8.69	0.96
Tubería p137	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p138	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p139	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p140	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p141	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p142	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p143	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p144	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p145	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p146	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p147	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p148	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p149	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p150	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p151	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p152	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p153	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p154	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p155	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p156	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p157	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p158	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p159	83.67	0.0015	8.69	1.58

Anexo 35. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

Tubería p159	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería 1	107.57	0.0015	8.69	0.96


Anexo 36. Resultado Modelación Epanet de Cámara de reunión de caudales a Tanque Los Gemelos. Diseño El Chayote – Los Gemelos

ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión n2	1850.223068211969	1866.93	16.71
Conexión n3	1847.007945614465	1866.15	19.15
Conexión n4	1844.78685727456	1865.71	20.92
Conexión n5	1844.999999999958	1865.10	20.10
Conexión n6	1845.31466693466	1864.87	19.55
Conexión n7	1844.865018031845	1864.64	19.77
Conexión n8	1844.498482522707	1864.52	20.03
Conexión n9	1844.043166064886	1863.70	19.66
Conexión n10	1844.376823090159	1863.59	19.21
Conexión n11	1843.99809711094	1863.51	19.51
Conexión n12	1844.34787640738	1863.22	18.87
Conexión n13	1844.42816537234	1863.09	18.66
Conexión n14	1845.651114392627	1862.94	17.29
Conexión n15	1846.235463035334	1862.87	16.64
Conexión n16	1845.429397050516	1862.80	17.37
Conexión n17	1846.018145292393	1862.68	16.66
Conexión n18	1846.037808317523	1862.54	16.50
Conexión n19	1843.09776677839	1862.21	19.11
Conexión n20	1843.651674488769	1861.97	18.32
Conexión n21	1845.459359125554	1861.79	16.33
Conexión n22	1845.841397067223	1861.28	15.44
Conexión n23	1846.515991541709	1860.21	13.70
Conexión 2	1869	1869.37	0.37
Conexión 3	1857.7	1867.90	10.20
Embalse 1	1870.04	1870.04	0.00


Anexo 37. Resultado Modelación Epanet de Captación de Nacientes a Cámara de reunión de caudales. Diseño El Chayote – Los Gemelos.

ID Línea	Diámetro mm	Rugosidad mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p2	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p3	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p4	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p5	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p6	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p7	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p8	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p9	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p10	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p11	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p12	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p13	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p14	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p15	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p16	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p17	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p18	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p19	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p20	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p21	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p22	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p1.1	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p1.2	83.67	0.0015	8.69	1.58
Tubería p1.3	83.67	0.0015	8.69	1.58

Anexo 38. Resultado Modelación Epanet de Captación de Nacientes a Cámara de reunión de caudales. Diseño El Chayote – Los Gemelos.




TUBERÍA CEMENTADA
Tubería PVC - Presión ASTM D 2241 y Tubería Sanitaria




AGUA FRÍA
TUBERÍA PVC

TUBERÍA SISTEMA CAMPAÑA CEMENTADA,
en 6 metros de longitud




Medida	Ø	SDH 40 Verde	SDH 40 Blanco	SDR 14.5	SDR 17	SDR 26	SDR 32.5	SDR 41	Sanitario	Pavil Blanco
12 mm	1/2"	6,823 91506	6,825 91504	4,116 915076						
18 mm	3/4"		11,769 91509		6,399 91506					
25 mm	1"		17,272 91503	5,883 915105	11,452 91516	5,883 91518	10,483 91526	9,397 91536	8,810 91496	
31 mm	1 1/4"				17,896 91516	11,245 91518	13,041 91526	10,526 91536	10,040 91496	
38 mm	1 1/2"				23,559 91518	15,273 91518	13,041 91526	10,526 91536	10,040 91496	
50 mm	2"				35,946 91521	24,701 91518	19,820 91526	15,210 91536	10,087 91496	10,087 941279
62 mm	2 1/2"				55,748 91526	36,180 91526	29,566 91526	28,810 91526		
75 mm	3"				70,430 91531	46,630 915270	36,810 91536	31,836 91531	19,075 91462	19,075 941280
100 mm	4"				114,878 91612	77,582 91535	63,804 91526	48,586 91526	21,673 91496	21,673 941301
150 mm	6"				255,266 91501	171,956 91513	150,612 91525	125,092 91525	55,353 91536	
200 mm	8"				431,380 91508	293,559 91518	256,935 91521	177,730 91524	79,972 91536	79,972 91536

TUBERÍA SISTEMA RIEBER
JUNTA RÁPIDA,
en 6 metros de longitud



Medida	Ø	SDR 32.5	SDR 41
75 mm	3"	48,436 91527	42,150 91988
100 mm	4"	74,118 91527	58,900 91527
150 mm	6"	160,926 91526	135,408 91527
200 mm	8"	267,251 91522	227,204 91525
250 mm	10"	421,210 91524	370,147 91529
300 mm	12"	510,370 91524	472,268 915304



5

Anexo 39. Especificaciones tubería cementada AMANCO



AGUA FRÍA
TUBERÍA PVC

TUBERÍA CON EMPAQUE

TUBERÍA PVC - ASTM D 2241 - VERDE

TUBERÍA SISTEMA RIEBER JUNTA RÁPIDA, en 6 metros de longitud

Medida	Ø	SR 17	SR 25
50 mm	2"	Precio L.V.L. Código C 25,201 915203	C 49,470 915215
75 mm	3"	Precio L.V.L. Código C 74,755 915135	C 82,999 915158
100 mm	4"	Precio L.V.L. Código C 118,540 915267	C 180,776 915167
150 mm	6"	Precio L.V.L. Código C 265,485 915086	C 308,251 915175
200 mm	8"	Precio L.V.L. Código C 470,062 915104	C 522,411 915183
250 mm	10"	Precio L.V.L. Código C 766,545 915111	C 1,077,184 915115
300 mm	12"	Precio L.V.L. Código C 1,077,184 915115	C 756,674 915188



TUBERÍA CEMENTADA

TUBERÍA PVC - Presión ASTM D 2241 - VERDE

TUBERÍA SISTEMA
CAMPANA CEMENTADA,
en 6 metros de longitud

Medida	Ø	SR 17	SR 26
100 mm	4"	Precio L.V.L. Código C 114,880 915159	C 80,701 915159
150 mm	6"	Precio L.V.L. Código C 265,487 915086	C 180,773 915166
200 mm	8"	Precio L.V.L. Código C 463,341 915163	C 305,307 915174

TUBERÍA COLOR VERDE

**Cumple con reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos de AYA, que aplica a partir del 24 de octubre de 2007, sin excepción alguna.

PREVISTA DOMICILIAR

Código	Descripción	Precio Unitario
914798	Tubo Polietileno 1/2" (rollo 100 mts)	C 139,675
914797	Tubo Polietileno 1/2" (por metros)	C 1,397
909084	Adaptador Hembra Polietileno 1/2"	C 10,133
909128	Adaptador Macho Polietileno 1/2"	C 8,255
915526	Unión p/Acometida 1/2"	C 13,931



Precio sugerido en columnas. Incluye 13% de Impuestos de Venta. Precios rigen a partir del 15 de Enero del 2019.





CONEXIONES

Conexiones PVC SCH 40 Cementadas / Roscadas - Norma ASTM D 2466



AGUA FRÍA

CONEXIONES SCH 40



CONEXIONES SCH 40 PARA APLICACIONES AGUA POTABLE A PRESIÓN

Todas aquellas conexiones utilizadas para cambios de dirección, transiciones y otras utilizadas en edificaciones con requerimientos de alta calidad tipo SCH 40 IPS

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / balsa	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
914355	1/2"	12 mm	100	400	¢ 199
914360	3/4"	18 mm	25	275	¢ 423
914363	1"	25 mm	-	125	¢ 1,020
914367	1 1/4"	31 mm	-	80	¢ 1,793
914369	1 1/2"	38 mm	-	50	¢ 2,306
914371	2"	50 mm	-	25	¢ 3,096
914373	2 1/2"	62 mm	-	22	¢ 6,986
914376	3"	75 mm	-	11	¢ 10,073
914352	4"	100 mm	-	6	¢ 19,719
914359	6"	150 mm	-	-	¢ 64,444



TE SCH 40 CAMPANA CEMENTADA

Te con campanas para cementar utilizada en cambios de dirección a presión

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / balsa	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
914356	1/2"	12 mm	100	400	¢ 427
914361	3/4"	18 mm	-	-	¢ 1,265
914364	1"	25 mm	-	-	¢ 1,770
914368	1 1/4"	31 mm	-	-	¢ 2,665
914370	1 1/2"	38 mm	-	-	¢ 3,820
914372	2"	50 mm	-	-	¢ 5,254



TE SCH 40 CON ROSCA

Te con rosca para realizar transiciones y/o incluir válvulas, llaves y otros

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / balsa	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
915669	1/2"	12 mm	-	-	¢ 466



UNIÓN SCH 40 TODA ROSCA

Unión toda rosca para unión de conexiones roscadas

Precio sugerido en colones. Incluye 13% de impuestos de venta. Precios rigen a partir del 15 de Enero del 2019.





**CODO 90° SCH 40
CAMPANA CEMENTADA**

Se utiliza para cambios de dirección

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p./bolsa	Unidades de empaque p./caga	Precio Unitario
908582	1/2"	12 mm	100	600	¢ 198
908585	3/4"	18 mm	25	350	¢ 394
908579	1"	25 mm	-	200	¢ 820
908581	1 1/4"	31 mm	-	125	¢ 1,505
908580	1 1/2"	38 mm	-	80	¢ 1,779
909889	2"	50 mm	-	40	¢ 2,733
908583	2 1/2"	62 mm	-	-	¢ 7,901
908584	3"	75 mm	-	15	¢ 8,982
908586	4"	100 mm	-	6	¢ 14,578
909882	6"	150 mm	-	-	¢ 37,790

CODO 90° SCH 40 CON ROSCA

Se utiliza para cambios de dirección y transición a metal

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p./bolsa	Unidades de empaque p./caga	Precio Unitario
909880	1/2"	12 mm	100	600	¢ 335
909883	3/4"	18 mm	25	350	¢ 433
909885	1"	25 mm	-	200	¢ 1,044
909887	1 1/4"	31 mm	-	125	¢ 1,757
909888	1 1/2"	38 mm	-	80	¢ 2,505
909890	2"	50 mm	-	40	¢ 3,513
909891	2 1/2"	62 mm	-	-	¢ 8,652

**CODO 45° SCH 40
CAMPANA CEMENTADA**

Se utiliza para cambios de dirección

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p./bolsa	Unidades de empaque p./caga	Precio Unitario
909708	1/2"	12 mm	100	700	¢ 362
908577	3/4"	18 mm	25	400	¢ 588
908571	1"	25 mm	-	250	¢ 1,024
908573	1 1/4"	31 mm	-	175	¢ 1,515
908572	1 1/2"	38 mm	-	100	¢ 2,086
908574	2"	50 mm	-	50	¢ 2,385
908575	2 1/2"	62 mm	-	-	¢ 7,090
908576	3"	75 mm	-	15	¢ 9,539
908578	4"	100 mm	-	10	¢ 12,450
909760	6"	150 mm	-	-	¢ 54,388

Precio sugerido en colones. Incluye 13% de Impuestos de Venta. Precios rigen a partir del 15 de Enero del 2019.


Anexo 42. Especificaciones campana cementad AMANCO



ADAPTADOR MACHO SCH 40 - ROSCA / CAMPANA CEMENTADA
Se utiliza para realizar transiciones de PVC a galvanizado o a accesorios especiales


Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / bolsa	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
909159	1/2"	12 mm	100	1200	¢ 164
909163	3/4"	18 mm	50	600	¢ 319
909165	1"	25 mm	-	400	¢ 621
909166	1 1/4"	31 mm	-	360	¢ 876
909167	1 1/2"	38 mm	-	150	¢ 1,044
909168	2"	50 mm	-	-	¢ 1,568
909169	2 1/2"	62 mm	-	75	¢ 3,364
909170	3"	75 mm	-	45	¢ 5,682
909158	4"	100 mm	-	24	¢ 8,398
909162	6"	150 mm	-	-	¢ 15,798

ADAPTADOR HEMBRA SCH 40 - ROSCA / CAMPANA CEMENTADA
Se utiliza para realizar transiciones de PVC a galvanizado o a accesorios especial



Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / bolsa	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
909106	1/2"	12 mm	100	800	¢ 259
909109	3/4"	18 mm	20	480	¢ 352
909111	1"	25 mm	-	300	¢ 652
909112	1 1/4"	31 mm	-	200	¢ 1,028
909113	1 1/2"	38 mm	-	150	¢ 1,192
909114	2"	50 mm	-	100	¢ 1,644
909115	2 1/2"	62 mm	-	40	¢ 5,012
909116	3"	75 mm	-	28	¢ 6,137
909105	4"	100 mm	-	16	¢ 7,940
909108	6"	150 mm	-	-	¢ 29,163

UNIÓN SCH 40 CAMPANA CEMENTADA
Se utiliza para unir dos tramos de tubería



Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / bolsa	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
915602	1/2"	12 mm	100	800	¢ 154
908643	3/4"	18 mm	25	475	¢ 252
908637	1"	25 mm	-	300	¢ 554
908639	1 1/4"	31 mm	-	225	¢ 892
908638	1 1/2"	38 mm	-	140	¢ 914
908640	2"	50 mm	-	80	¢ 1,473
908641	2 1/2"	62 mm	-	-	¢ 3,120
908642	3"	75 mm	-	25	¢ 4,811
915601	4"	100 mm	-	14	¢ 6,108
915604	6"	150 mm	-	-	¢ 20,418

Precio sugiero en colones. Incluye 13% de Impuestos de Venta. Precios rigen a partir del 15 de Enero del 2019.



VÁLVULAS DE BOLA SCH 40

Se utiliza para interrumpir el flujo de agua temporalmente

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / caja	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
915978	1/2"	12 mm	12	192	€ 1,994
915807	3/4"	18 mm	25	200	€ 3,095
916295	1"	25 mm	-	-	€ 3,919
915809	1 1/2"	38 mm	25	200	€ 9,704
915810	2"	50 mm	-	-	€ 15,329



VÁLVULA DE CHORRO CLASE A PESADA

Código	Ø	Medida	Precio Unitario
973485	1/2"	12 mm	€ 8,196



VÁLVULA DE CHORRO CLASE A LIVIANA

Código	Ø	Medida	Precio Unitario
973486	1/2"	12 mm	€ 2,918



LLAVE DE CHORRO CON ROSCA

Código	Ø	Medida	Unidades de empaque p / caja	Precio Unitario
910810	1/2"	12 mm	150	€ 4,089



OTRAS CONEXIONES PVC SDR CON EMPAQUE RIEBER - NORMA ASTM D 2241

UNIÓN DE REPARACIÓN SDR 26
Se utiliza en la reparación y/o unión de dos tramos de tubería dañada

Código	Ø	Medida	Precio Unitario
915642	2"	50 mm	€ 11,721
915643	2 1/2"	62 mm	€ 12,229
915644	3"	75 mm	€ 18,209
915635	4"	100 mm	€ 30,133
915637	6"	150 mm	€ 46,720
915638	8"	200 mm	€ 84,968





UNIÓN TOPE SCH 40 CAMPANA CEM.
Son utilizadas para incorporar accesorios a una línea



Código	Ø	Medida	Precio Unitario
915738	1/2"	12 mm	¢ 2,790
915739	3/4"	18 mm	¢ 3,511
915740	1"	25 mm	¢ 4,708
908959	1 1/4"	31 mm	¢ 9,531
908960	1 1/2"	38 mm	¢ 10,845
908958	2"	50 mm	¢ 14,087
915732	2 1/2"	62 mm	¢ 26,555
915735	3"	75 mm	¢ 33,479
915725	4"	100 mm	¢ 45,106

UNIÓN REGULADORA FLUJO SCH 40 CAMPANA CEM.
Unión utilizada para regular el flujo



Código	Ø	Medida	Precio Unitario
915624	1/2"	12 mm	¢ 296

ABRAZADERA SCH 40 LISA
Se utiliza en la toma de acometidas domiciliarias



Código	Ø	Medida	Precio Unitario
997138	2" x 1/2"	50 x 12 mm	¢ 9,959
997140	2" x 3/4"	50 x 18 mm	¢ 9,965
997142	3" x 1/2"	75 x 12 mm	¢ 14,373
997144	3" x 3/4"	75 x 18 mm	¢ 14,377
997153	4" x 1/2"	100 x 12 mm	¢ 14,652
997020	4" x 3/4"	100 x 18 mm	¢ 14,655
997132	6" x 1/2"	150 x 12 mm	¢ 30,306
997134	6" x 3/4"	150 x 18 mm	¢ 30,314
997136	8" x 1/2"	200 x 12 mm	¢ 90,441

UNIÓN DE TRANSICIÓN O REPARACIÓN SCH 40
Se utiliza en la reparación y/o unión de dos tramos de tubería



Código	Ø	Medida	Precio Unitario
915697	1/2"	12 mm	¢ 2,652
915698	3/4"	18 mm	¢ 5,842
915699	1"	25 mm	¢ 6,457
915700	1 1/4"	31 mm	¢ 8,603
915701	1 1/2"	38 mm	¢ 9,324
915702	2"	50 mm	¢ 15,186
915703	2 1/2"	62 mm	¢ 33,243
915704	3"	75 mm	¢ 40,701
915686	4"	100 mm	¢ 57,682
915708	6"	150 mm	¢ 122,909

TE SCH 40 TRANSICIÓN-SISTEMA UNIÓN UNIVERSAL
Te con salida central paraacometer y laterales con unión tipo transición



Código	Ø	Medida	Precio Unitario
914543	1/2"	12 mm	¢ 2,168

ABRAZADERA SCH 40 CON ROSCA
Se utiliza en la toma de acometidas domiciliarias



Código	Ø	Medida	Precio Unitario
997139	2" x 1/2"	50 x 12 mm	¢ 9,966
997141	2" x 3/4"	50 x 18 mm	¢ 9,979
997143	3" x 1/2"	75 x 12 mm	¢ 14,316
997019	4" x 1/2"	100 x 12 mm	¢ 15,289
997131	4" x 3/4"	100 x 18 mm	¢ 15,306
997133	6" x 1/2"	150 x 12 mm	¢ 31,057
997135	6" x 3/4"	150 x 18 mm	¢ 31,342
997137	8" x 1/2"	200 x 12 mm	¢ 94,441

Precio sugerido en colones. Incluye 13% de Impuestos de Venta. Precios rigen a partir del 15 de Enero del 2019.





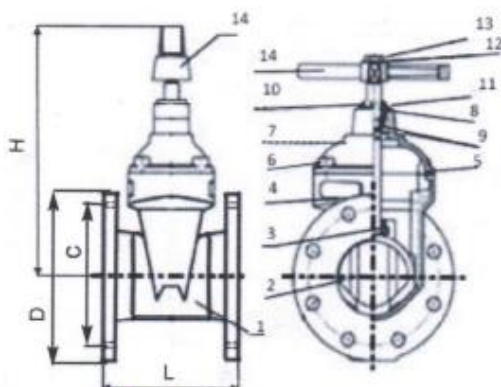
IMPORTADORA INDUSTRIAL A1 S.A

Radial Lindora – Belén, en la
intersección de Rumba, 400 mts oeste,
Ofibodegas del oeste, bodega #14
Tel: +506 2589-3000
Fax: +506 2589-6161
Website: www.valvulas.cr

VÁLVULA COMPUERTA HIERRO DUCTIL UNIVAL

Características

- Diseño AWWA C515
- Dimensión entre caras ANSI B16.10
- Extremos bridados ANSI B16.5
- Presión de trabajo 200 psi
- Presión de prueba 300 psi
- Presión de asiento 220 psi
- Temperatura de trabajo 120°



No	Nombre	Material
1	Cuerpo	Hierro dúctil ASTM A536
2	Disco de cuña	Hierro dúctil ASTM A536
3	Tuerca de disco	Bronce
4	Vástago	Acero inoxidable ANSI 420
5	Junta del bonete	NBR ASTM D2000
6	Tornillo	Acero inoxidable
7	Bonete	ASTM A536 DI
8	Sello	PTFE
9	O-ring	NBR ASTM D2000
10	Anillo de polvo	NBR ASTM D2000
11	Tuerca	Bronce
12	Arandela	Acero inoxidable
13	Tornillo	Acero inoxidable
14	Dado / volante	Hierro dúctil

DN	50	65	80	100	125	150	200	250	300
L	178	190	203	229	254	267	292	330	356
H	240	275	300	330	400	430	520	620	690
C	120	139	152	190	216	241	298	362	432
D	152	178	191	229	254	279	343	406	483

ventas@valvulas.cr Importadora Industrial A1



ISO
9001:2008



Anexo 46. Especificaciones Válvulas



GRUPO VÁLVULAS Y EQUIPOS

IMPORTADORA INDUSTRIAL A1 S.A

Radial Lindora – Belén, en la intersección de Rumba, 400 mts oeste, Ofibodegas del oeste, bodega #14
Tel: +506 2589-3000
Fax: +506 2589-6161
Website: www.valvulas.cr

Válvula de boya con piloto UNIVAL

Aplicaciones y usos

La válvula de boya piloteada es una válvula de control hidráulico de múltiples funciones, el nivel del agua puede ser controlado debajo de una altura preestablecida. Esta válvula puede ser ampliamente utilizada en tuberías influentes en las piscinas, en torres de enfriamiento, en tanques de agua, en los edificios altos, sistemas domésticos de agua municipales, en tanques de las instalaciones contra incendios, fábricas y minas entre otras.

Especificaciones técnicas

- Brida clase 150, ANSI B16.1
- Cuerpo hierro dúctil ASTM A536
- Presión de trabajo: 150 psi
- Rango temperatura: 0° - 80° C.
- Recubrimiento pintura epoxi según AWWA-C550



Características

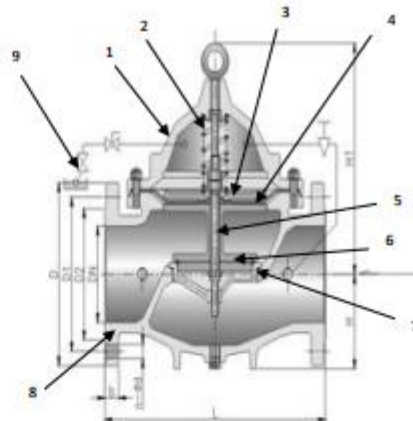
La válvula principal está controlada por una válvula de flotador (piloto) que se localiza en la parte superior del tanque o depósito. La válvula mantiene el nivel máximo de agua del tanque o depósito de forma continua.

El nivel del agua en el depósito alcanza el nivel preestablecido, la válvula se cerrará automáticamente; cuando el nivel de agua disminuye, la válvula se abrirá automáticamente

Anexo 47. Especificaciones Válvulas

Especificaciones del material

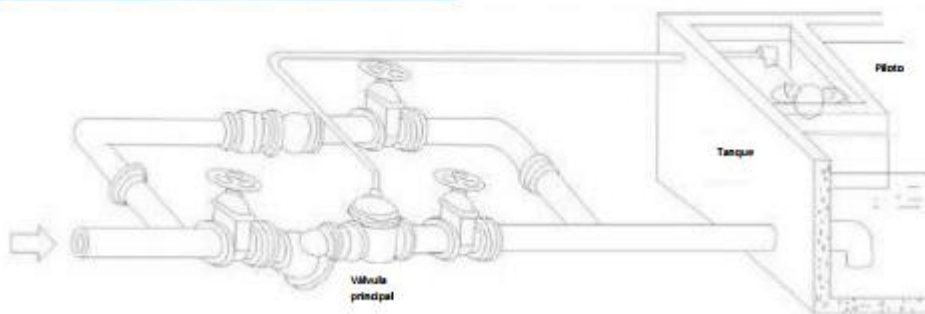
NO	PARTE	MATERIAL
1	CASQUETE SUPERIOR	HIERRO DÚCTIL ASTM-A536
2	RESORTE	ACERO INOXIDABLE
3	PLACA DE DIAFRAGMA	HIERRO DÚCTIL
4	DIAFRAGMA	NBR
5	VÁSTAGO	ACERO
6	OBTURADOR	HIERRO DÚCTIL + EPDM
7	ASIENTO DE CIERRE	BRONCE
8	CUERPO	HIERRO DÚCTIL ASTM-A536
9	PILOTO	BRONCE



Dimensiones (mm)

Diámetro	L	D	D ₁	D ₂	D _n	H	H ₁	b	n-ød
2"	225	152	120	90	50	52	171	16.5	4 - ø18.9
3"	278	190	153	123	80	96	181	18.3	4 - ø18.9
4"	291	229	191	156	97.39	115	211	19.16	8 - ø18.9
6"	355	279	241.6	213	148	137	275	18.10	8 - ø21.46
8"	437	343	300	260	190	166	281	23	8 - ø21.54

Instalación típica



Anexo 48. Especificaciones Válvulas

Precios de accesorios en conduccion El Chayote - Tanque los Gemelos

Válvula o accesorio	Maetrial	Tipo	Presión Trabajo	Diametro (mm)	Cantidad	Precio Unidad sin IVA	Total
Válvula Compuerta	HG	Brida	250 (PSI)	75	4,00	45.230,00	180.920,00
Válvula Compuerta	HG	Brida	250 (PSI)	100	3,00	85.495,00	256.485,00
Tee	PVC	Brida	SDR 17	75	2,00	27.090,00	54.180,00
Tee	PVC	Brida	SDR 17	100	4,00	44.185,00	176.740,00
Válvula Aire	-	ROSCA	-	50	2,00	65.000,00	130.000,00
Reducción	PVC	-	CEDULA 40	100 -75	1,00	10.655,00	10.655,00
Válvula Reguladora Nivel	HG	Brida	150 (PSI)	75	1,00	460.200,00	460.200,00

TOTAL = ₡ 1.269.180,00

Precios de tubos en conduccion El Chayote - Tanque los Gemelos

Diámetro	SDR	Longitud Total		Precio Unidad sin IVA	Precio Total
		(m)	Cantidad Tubos		
100	41	1576,00	263	51.243,00	13.459.828,00
	32,5	885,42	148	64.743,66	9.554.221,91
	26	242,85	40	72.209,13	2.922.664,54
75	41	443,00	74	36.670,50	2.707.505,25
	32,5	134,00	22	42.139,32	941.111,48
	26	152,00	25	43.038,90	1.090.318,80

Total = 3433,27 572 ₡ 30.675.649,97

Valor Total de Materiales = ₡ 31 944 829,97

Nota: Para adquirir los precios se llamó a las siguientes empresas: Hidromedición G&R, Importadora industrias A1 S.A. y Tubo Cobre S.A.

Anexo 49. Costo de Materiales Principales

Anexo 50. Planos Preliminares

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

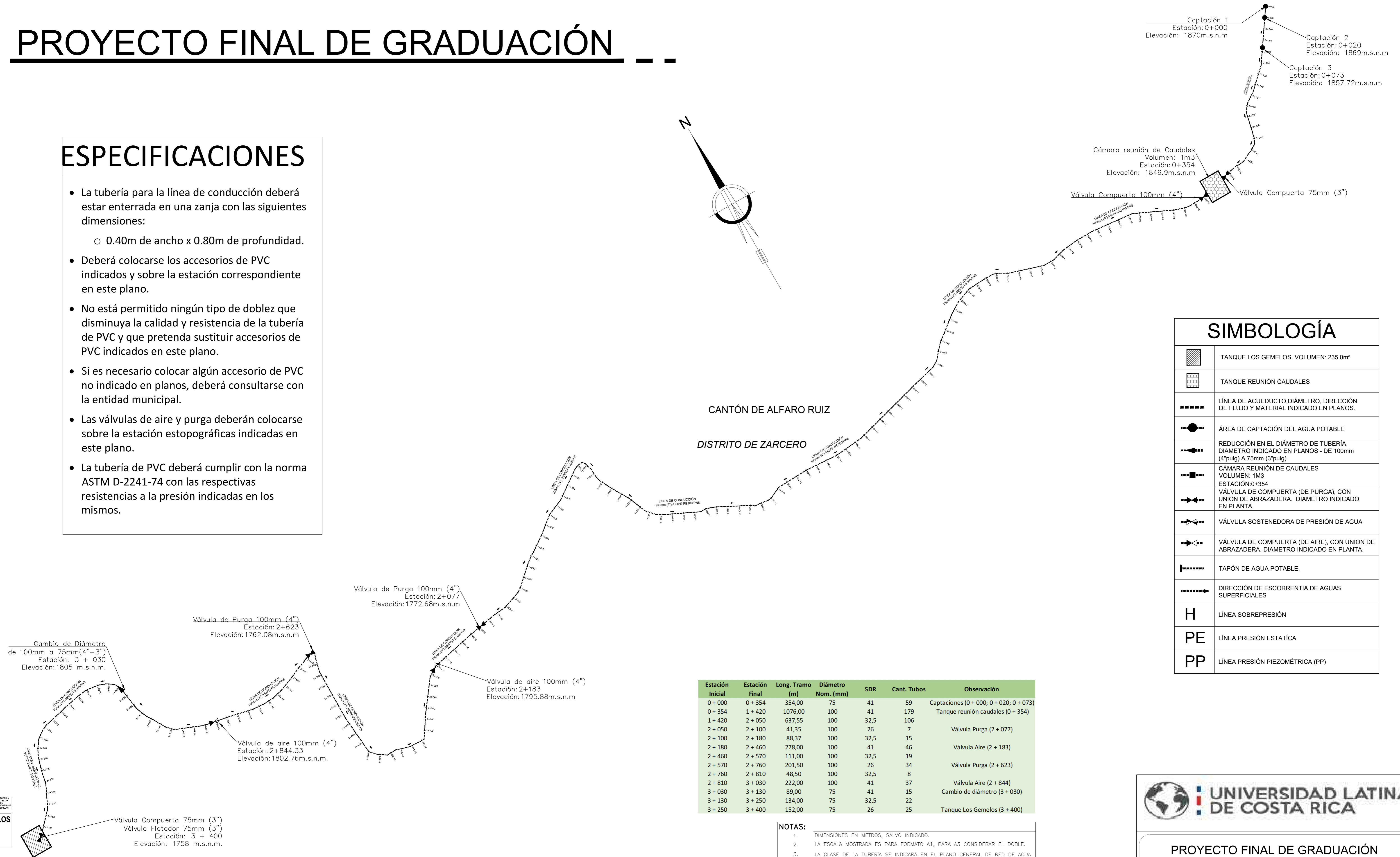
ESPECIFICACIONES

- La tubería para la línea de conducción deberá estar enterrada en una zanja con las siguientes dimensiones:
 - 0.40m de ancho x 0.80m de profundidad.
- Deberá colocarse los accesorios de PVC indicados y sobre la estación correspondiente en este plano.
- No está permitido ningún tipo de doblez que disminuya la calidad y resistencia de la tubería de PVC y que pretenda sustituir accesorios de PVC indicados en este plano.
- Si es necesario colocar algún accesorio de PVC no indicado en planos, deberá consultarse con la entidad municipal.
- Las válvulas de aire y purga deberán colocarse sobre la estación estopográfica indicadas en este plano.
- La tubería de PVC deberá cumplir con la norma ASTM D-2241-74 con las respectivas resistencias a la presión indicadas en los mismos.

TANQUE LOS GEMELOS EXISTENTE
VOLUMEN: 235.0m³
ELEVACIÓN: 1758 m.s.n.m

PLANTA GENERAL

ESCALA 1:3000



Estación Inicial	Estación Final	Long. Tramo (m)	Diámetro Nom. (mm)	SDR	Cant. Tubos	Observación
0 + 000	0 + 354	354,00	75	41	59	Captaciones (0 + 000; 0 + 020; 0 + 073)
0 + 354	1 + 420	1076,00	100	41	179	Tanque reunión caudales (0 + 354)
1 + 420	2 + 050	637,55	100	32,5	106	
2 + 050	2 + 100	41,35	100	26	7	Válvula Purga (2 + 077)
2 + 100	2 + 180	88,37	100	32,5	15	
2 + 180	2 + 460	278,00	100	41	46	Válvula Aire (2 + 183)
2 + 460	2 + 570	111,00	100	32,5	19	
2 + 570	2 + 760	201,50	100	26	34	Válvula Purga (2 + 623)
2 + 760	2 + 810	48,50	100	32,5	8	
2 + 810	3 + 030	222,00	100	41	37	Válvula Aire (2 + 844)
3 + 030	3 + 130	89,00	75	41	15	Cambio de diámetro (3 + 030)
3 + 130	3 + 250	134,00	75	32,5	22	
3 + 250	3 + 400	152,00	75	26	25	Tanque Los Gemelos (3 + 400)

- NOTAS:**
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA

SIMBOLOGÍA

	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m ³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO, DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M3 ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA.
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTIA DE AGUAS SUPERFICIALES
	LÍNEA SOBREPRESIÓN
	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)



PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

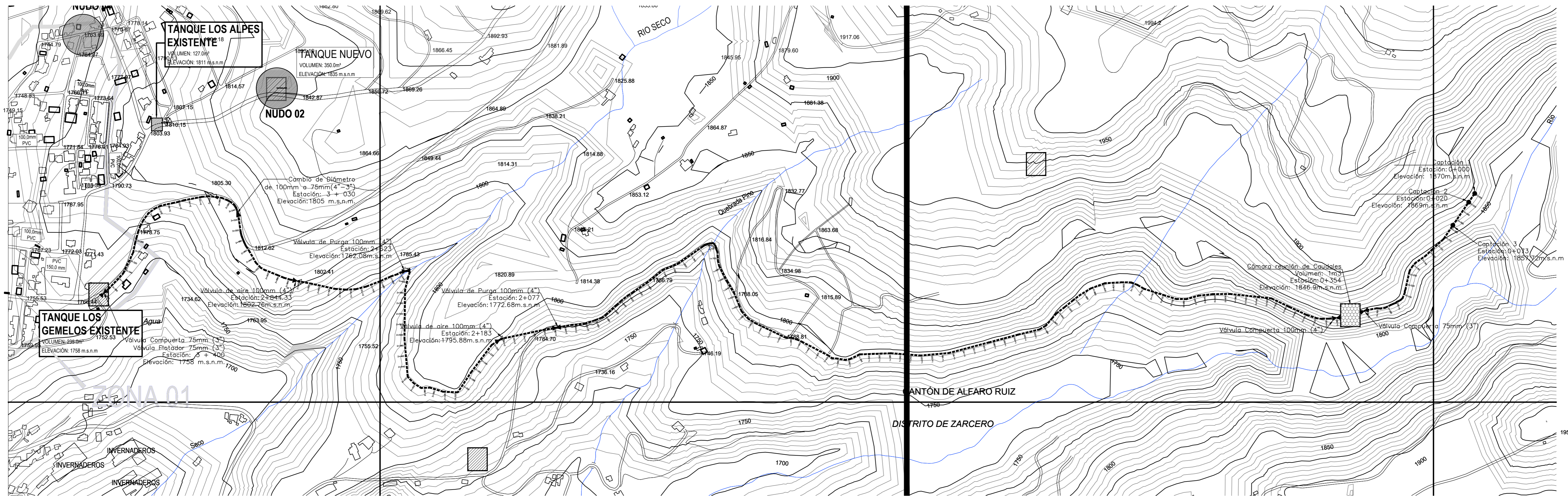
AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚNIGA

NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcerero.

ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2020

CENTRO POBLADO: ZARCERO PROVINCIA: ALAJUELA CANTÓN: ZARCERO DISTRITO: ZARCERO LÁMINA No: L

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN

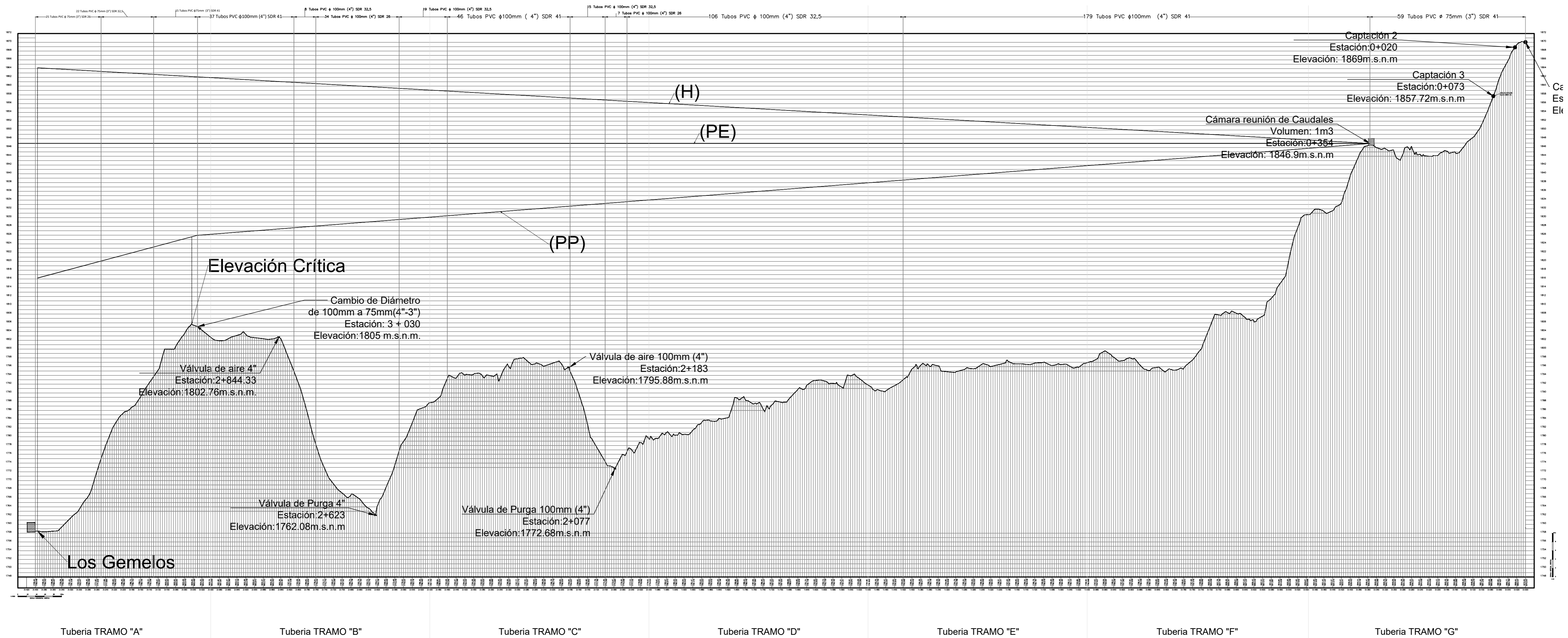


MASTER PLAN - SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL ACUEDUCTO DE ZARCERO.

ESCALA 1:4000

SIMBOLOGÍA

	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m ³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO. DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M3 ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNIÓN DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNIÓN DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTIA DE AGUAS SUPERFICIALES
H	LÍNEA SOBREPRESIÓN
PE	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
PP	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)



PERFIL DE PROPUESTA TUBERÍA DE AGUA POTABLE DEL ACUEDUCTO DE ZARCERO.

ESCALA 1:5000

- NOTAS:**
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚÑIGA

NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcero.

ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2020

CENTRO POBLADO: ZARCERO | PROVINCIA: ALAJUELA | CANTÓN: ZARCERO | DISTRITO: ZARCERO

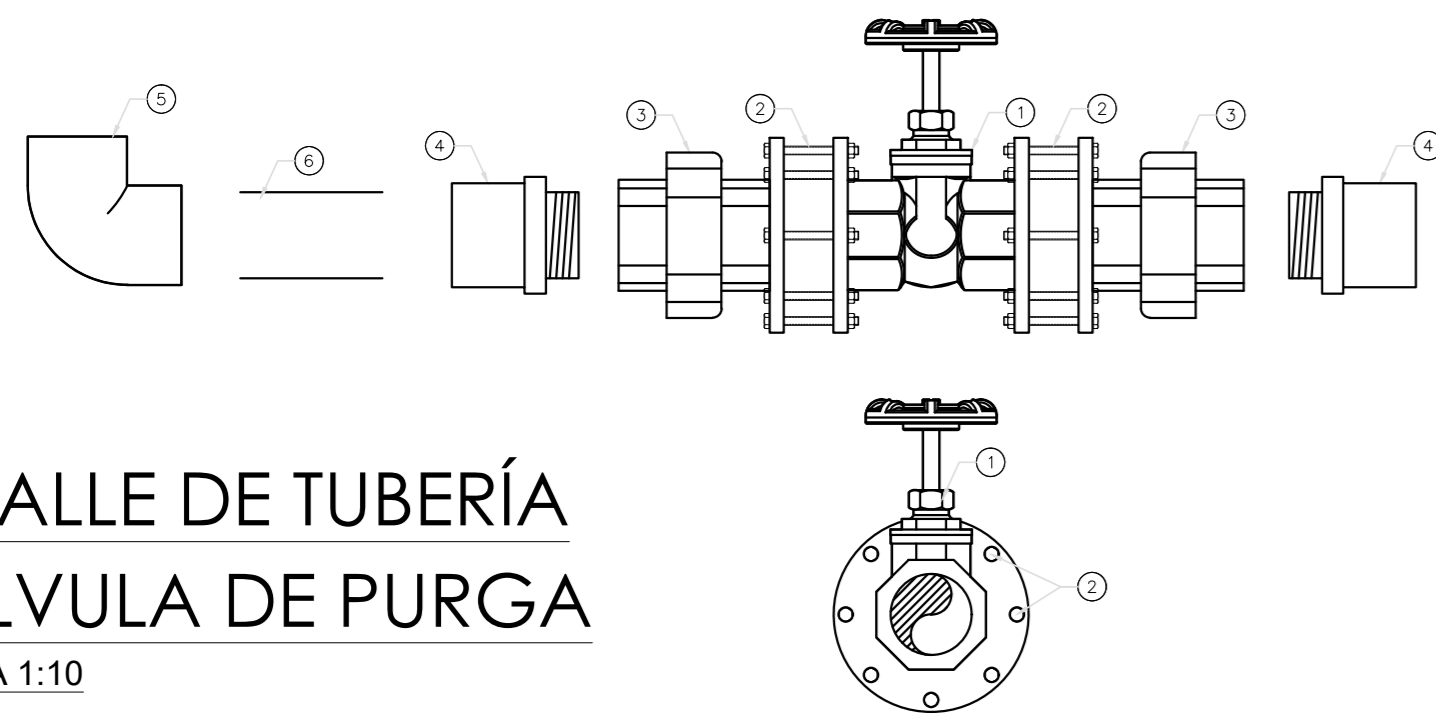
LÁMINA No: **L**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN

2

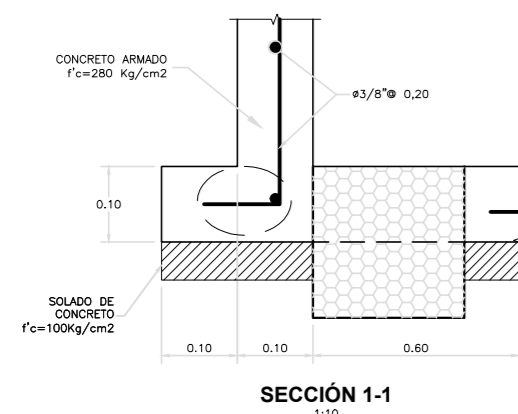
VÁLVULA DE PURGA

LISTADO DE ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE 100mm (4"), 250 lbs	1 UND.
2	TORNILLO HEXAGONAL 3/8 x 2 1/2 PULGADAS	2 UND.
3	UNION UNIVERSAL CON ROSCA PVC 100mm (4")	2 UND.
4	ADAPTADOR UPR PVC 100mm (4")	2 UND.
5	CODO SP PVC 100mm (4") x 90°	2 UND.
6	TUBERIA PVC CLASE 10 Ø 7,5 DE 100mm (4"), NTP 399.002:2015 (VER NOTA 3)	2.10 ml.
7	TAPÓN SP PVC 100mm (4")	1 UND.
8	TEE UF SP UF PVC DE 100mm (4"), NTP ISO 1452:2011	1 UND.

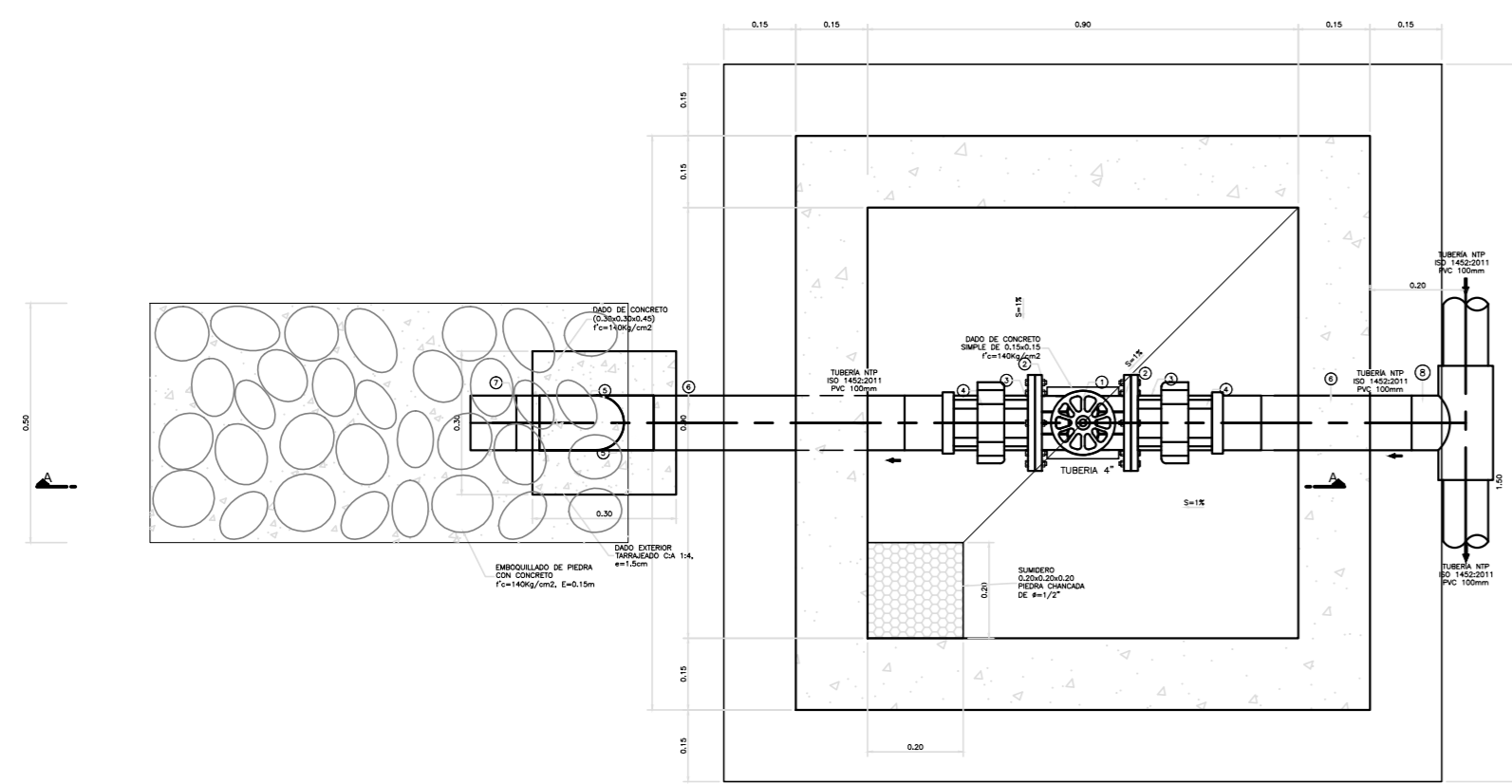


DETALLE DE TUBERÍA VÁLVULA DE PURGA

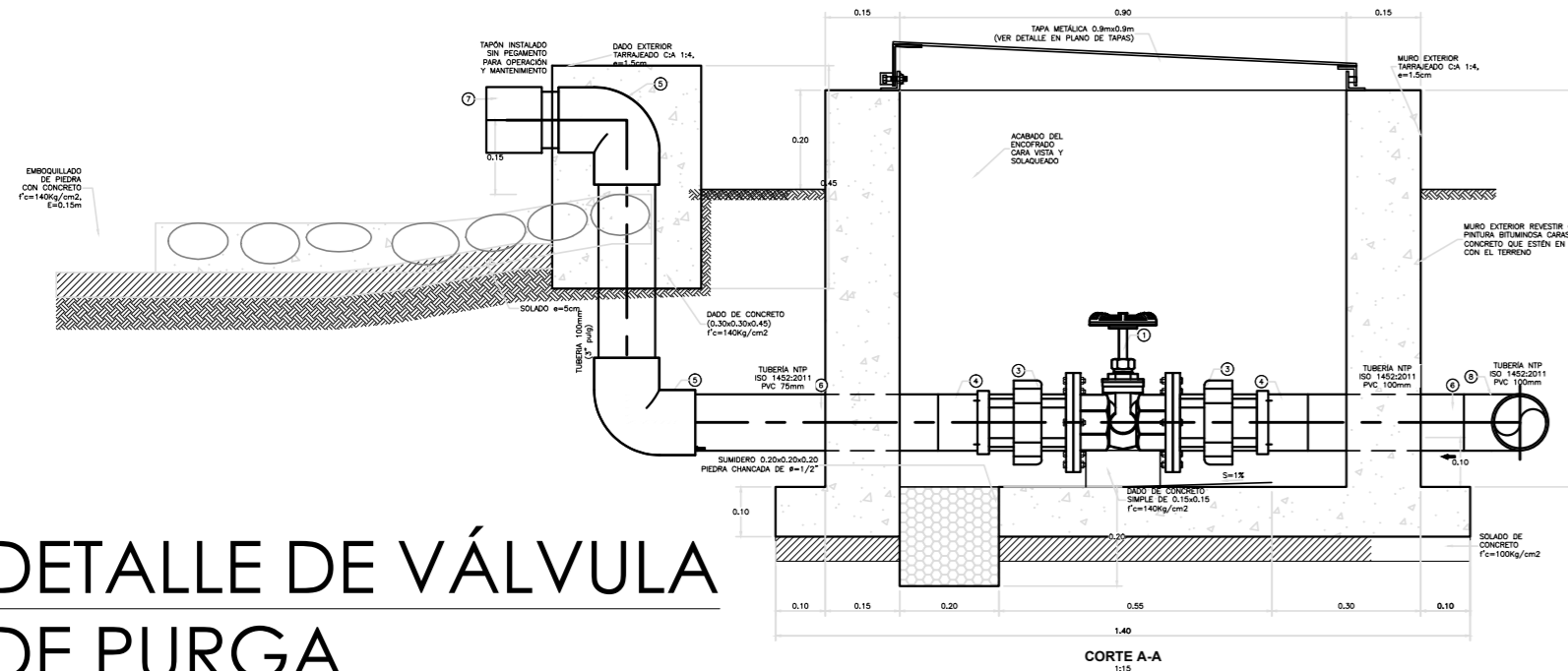
ESCALA 1:10



SECCIÓN 1-1



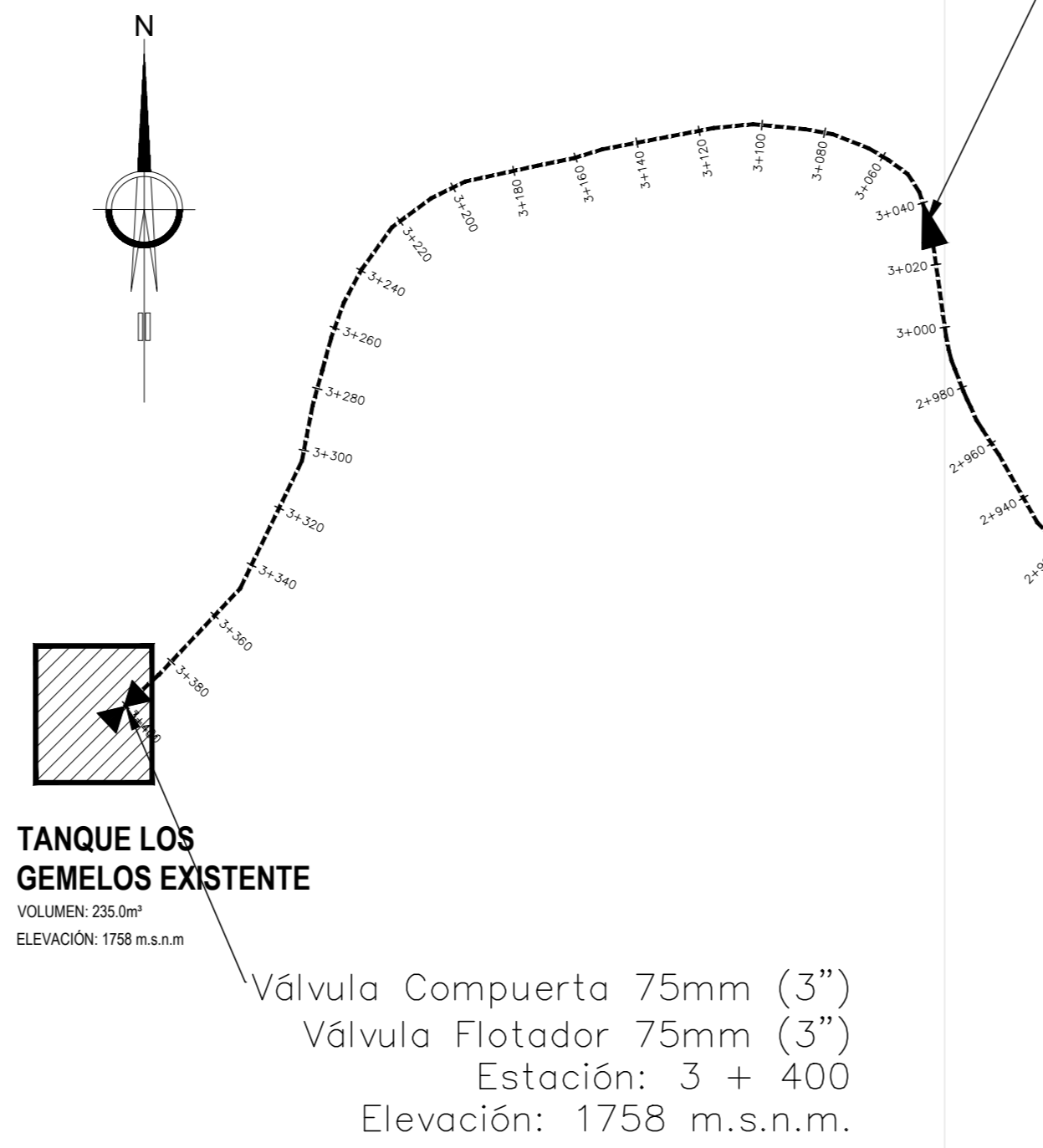
PLANTA



CORTE A-A

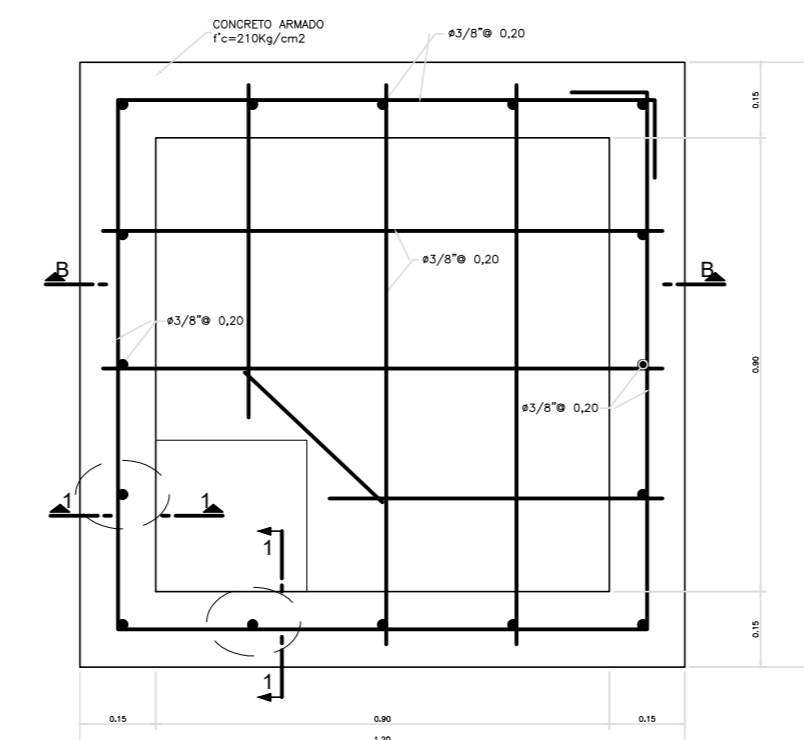
DETALLE DE VÁLVULA DE PURGA

ESCALA 1:15

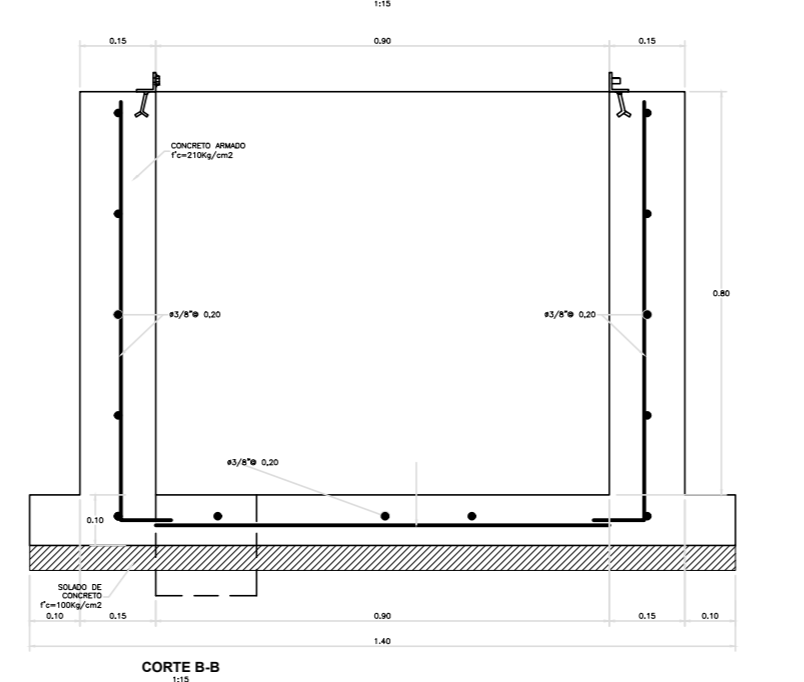


PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "A".

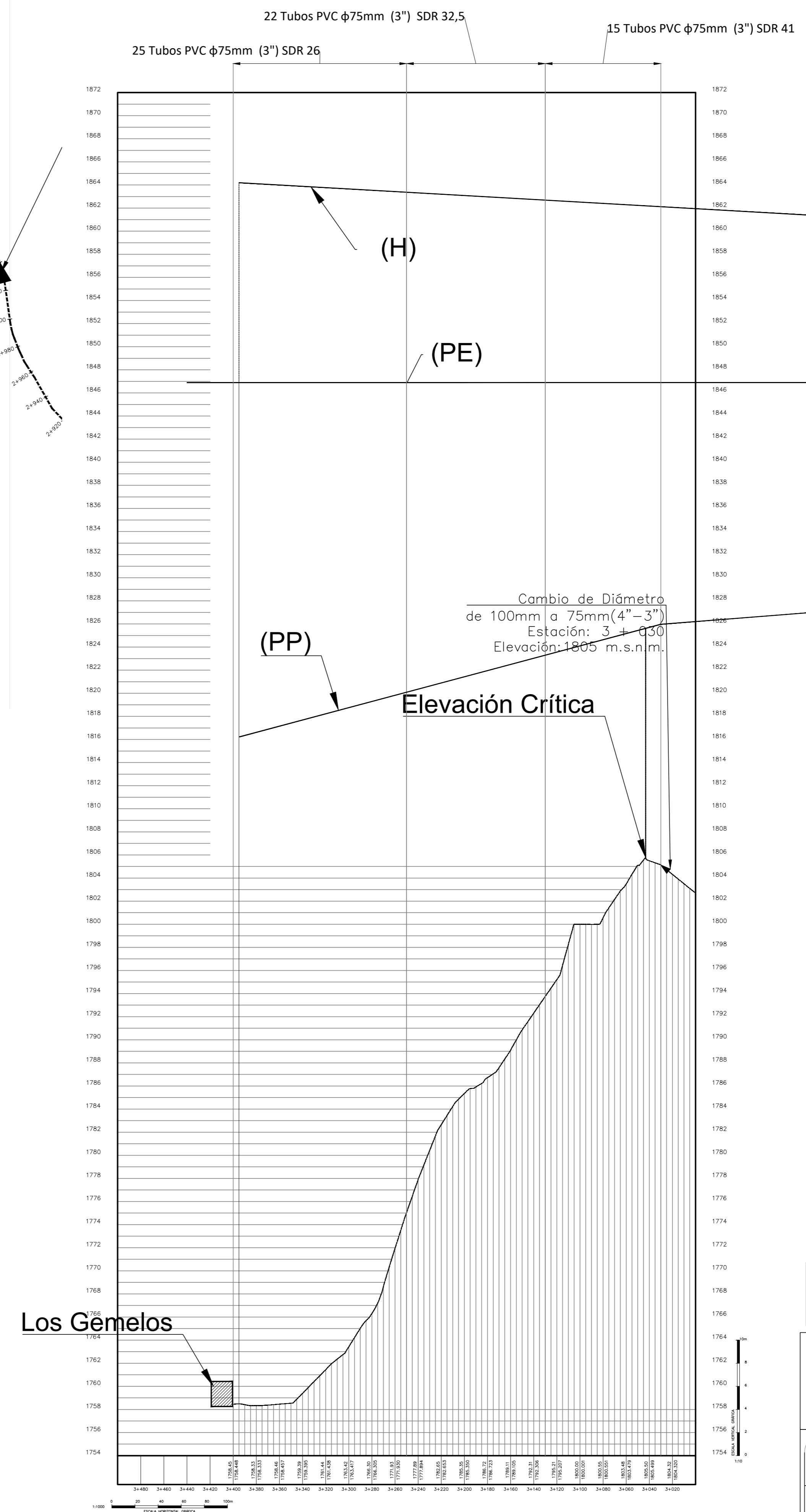
ESCALA 1:2000



ESTRUCTURAS PLANTA



CORTE B-B



Tubería TRAMO "A"

PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "A".

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO. DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M3 ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA.
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTIA DE AGUAS SUPERFICIALES
H	LÍNEA SOBREPRESIÓN
PE	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
PP	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)

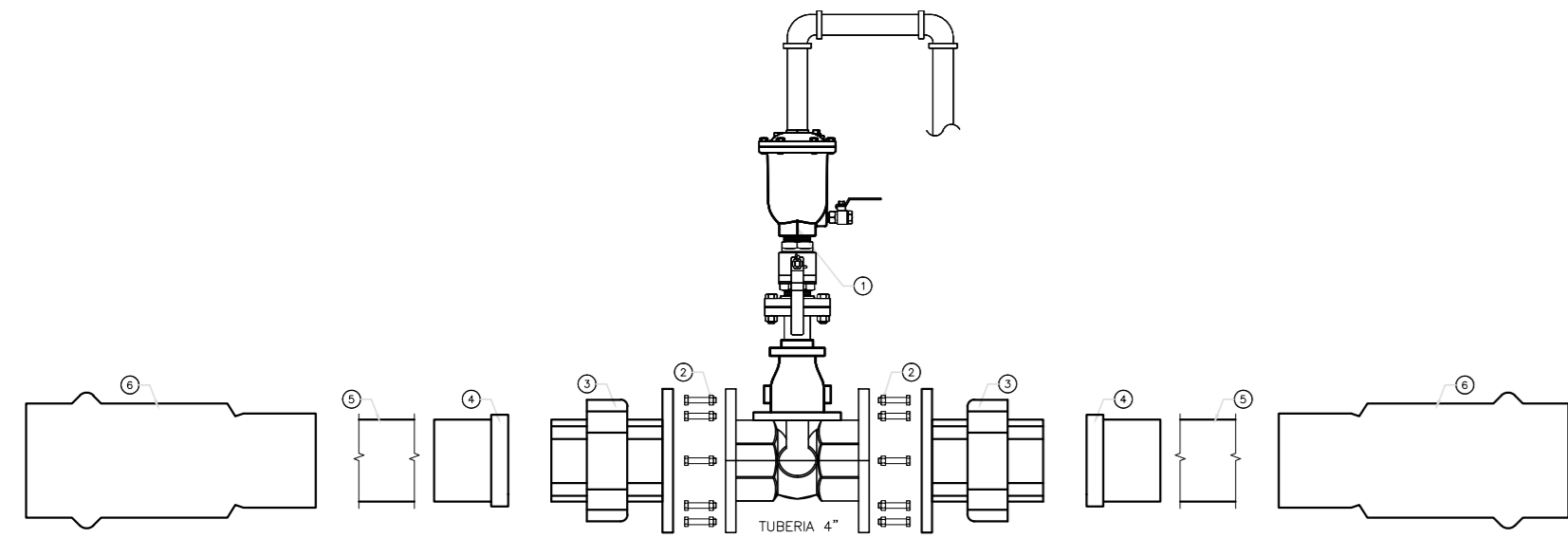
- NOTAS:
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA



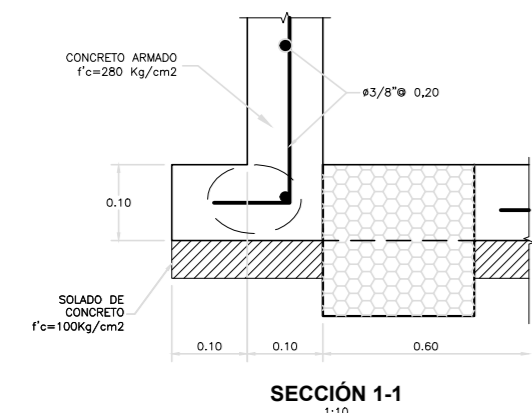
PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN			
AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚNIGA			
NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcero.		ESCALA: INDICADA	FECHA: SEPTIEMBRE 2020
CENTRO POBLADO: ZARCERO	PROVINCIA: ALAJUELA	CANTÓN: ZARCERO	DISTRITO: ZARCERO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN			LÁMINA No: L
			3

VÁLVULA DE AIRE

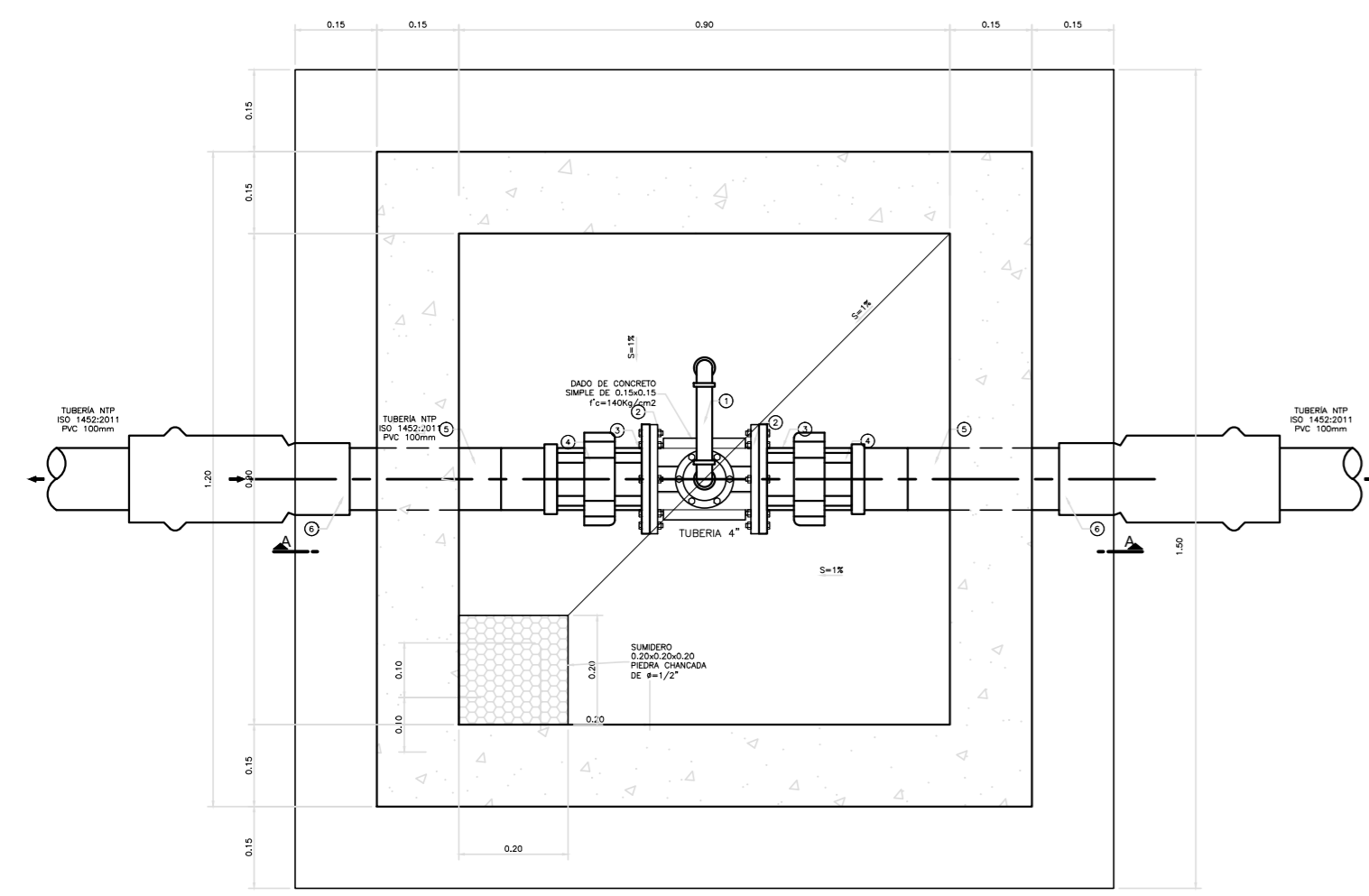
LISTADO DE ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	VÁLVULA DE AIRE PVC 100mm (4"), 250 lbs	1 UND.
2	TORNILLO HEXAGONAL 3/8 x 2 1/2 PULGADAS	2 UND.
3	UNION UNIVERSAL CON ROSCA PVC PVC 100mm (4")	2 UND.
4	ADAPTADOR UPR PVC 100mm (4")	2 UND.
5	TUBERÍA PVC CLASE 10 ó 7.5 DE PVC 100mm (4"), NTP 399.002:2015 (VER NOTA 3)	0.80 ml.
6	TRANSICION PVC UF-SP ØPVC 100mm (4"), PN10 CON 01 ANILLO DE ACERO, NTP ISO 1452:2011	2 UND.



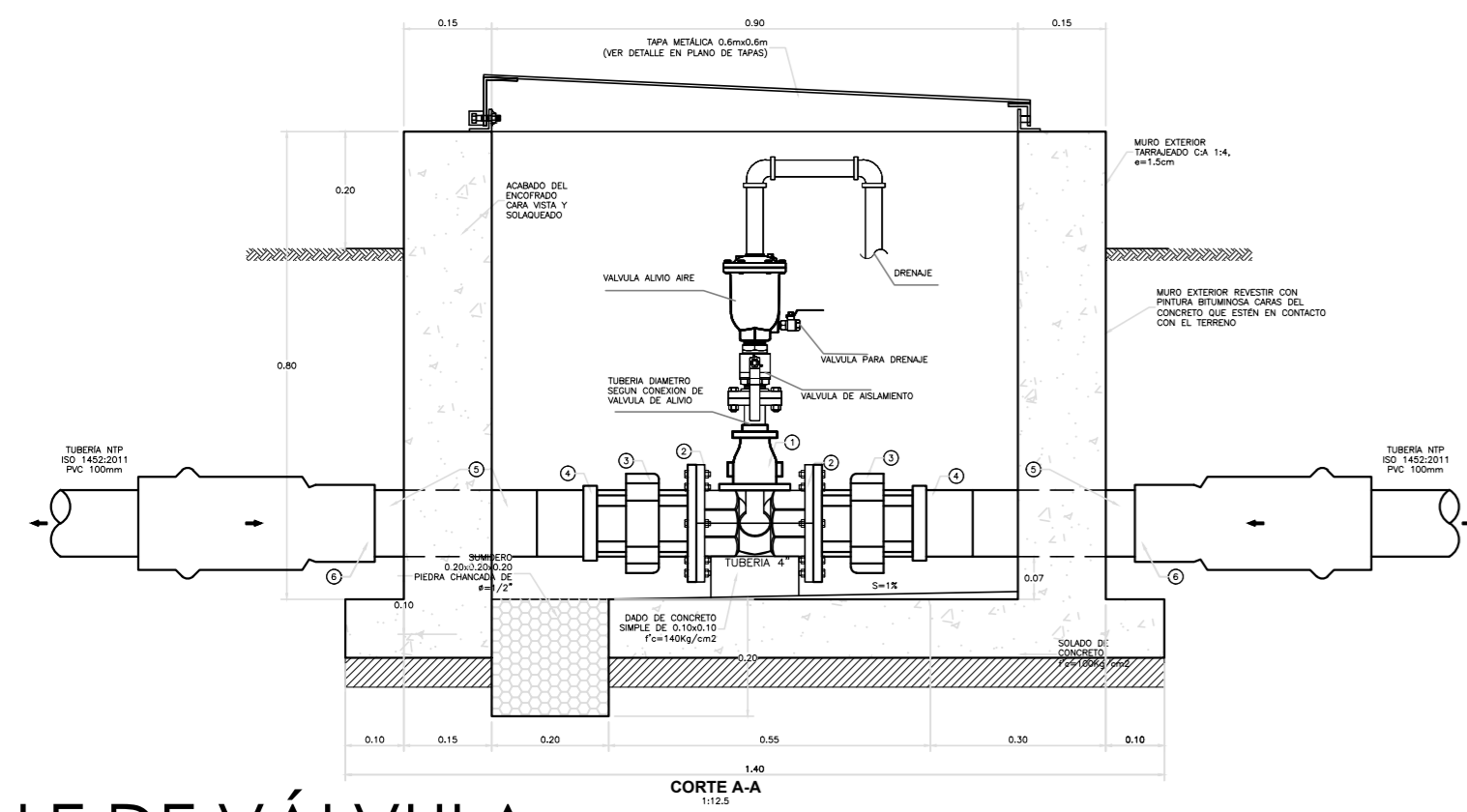
DETALLE DE TUBERÍA
VÁLVULA DE AIRE
ESCALA 1:10



SECCIÓN 1-1

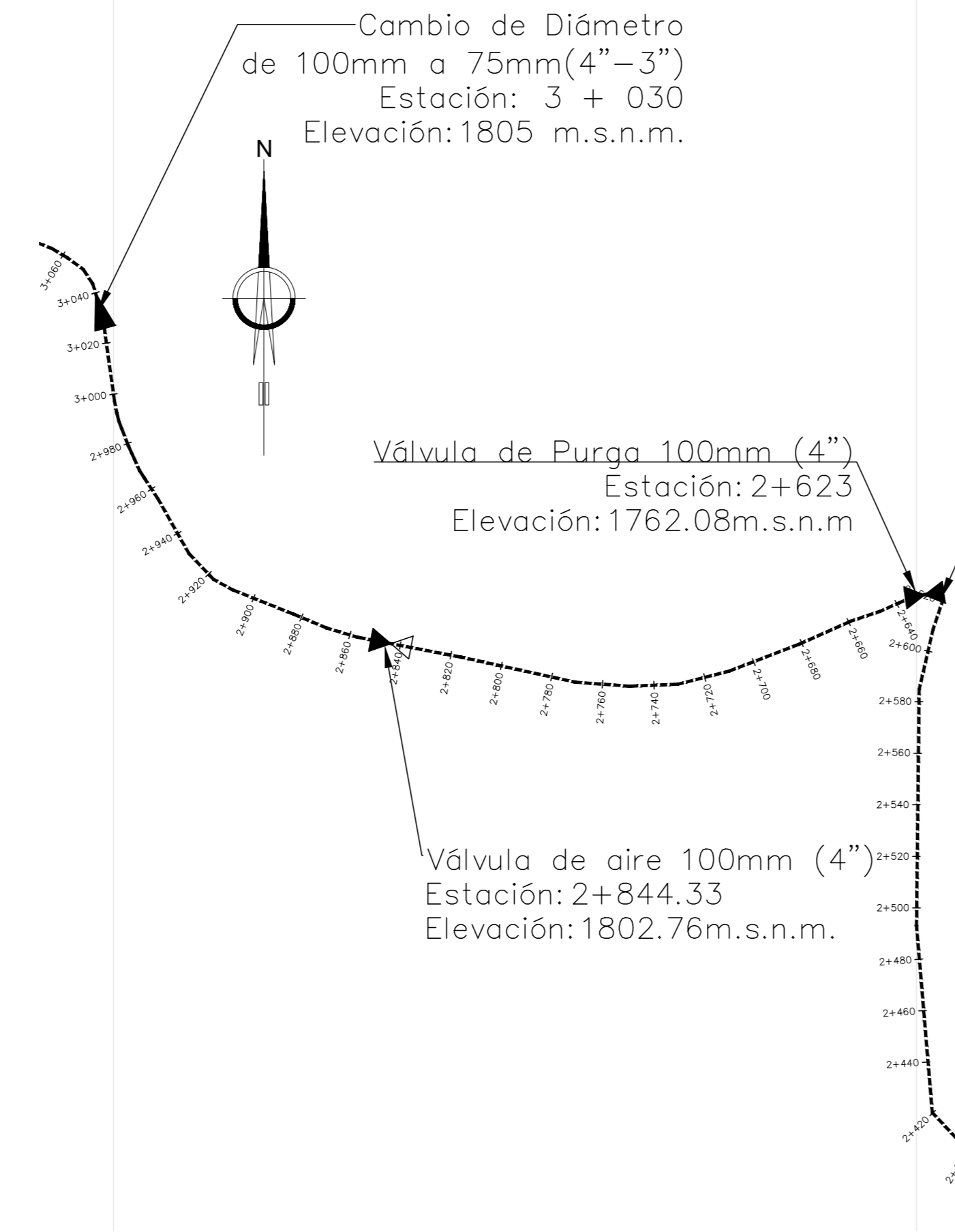


PLANTA

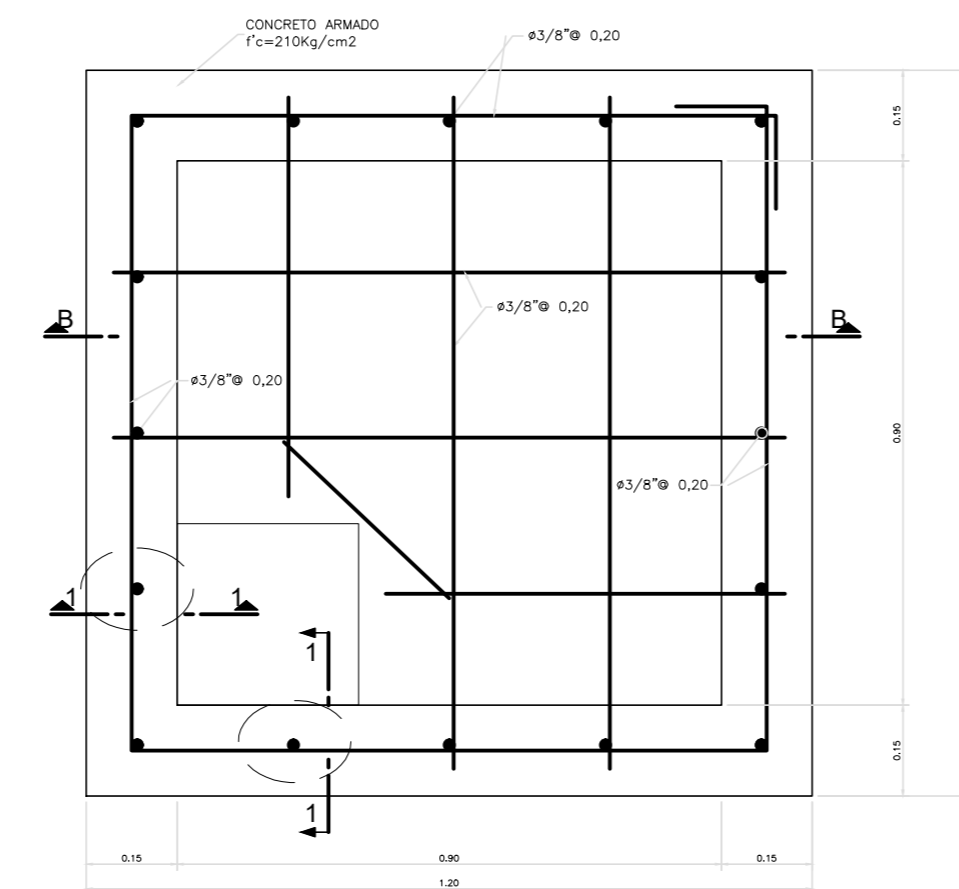


CORTE A-A

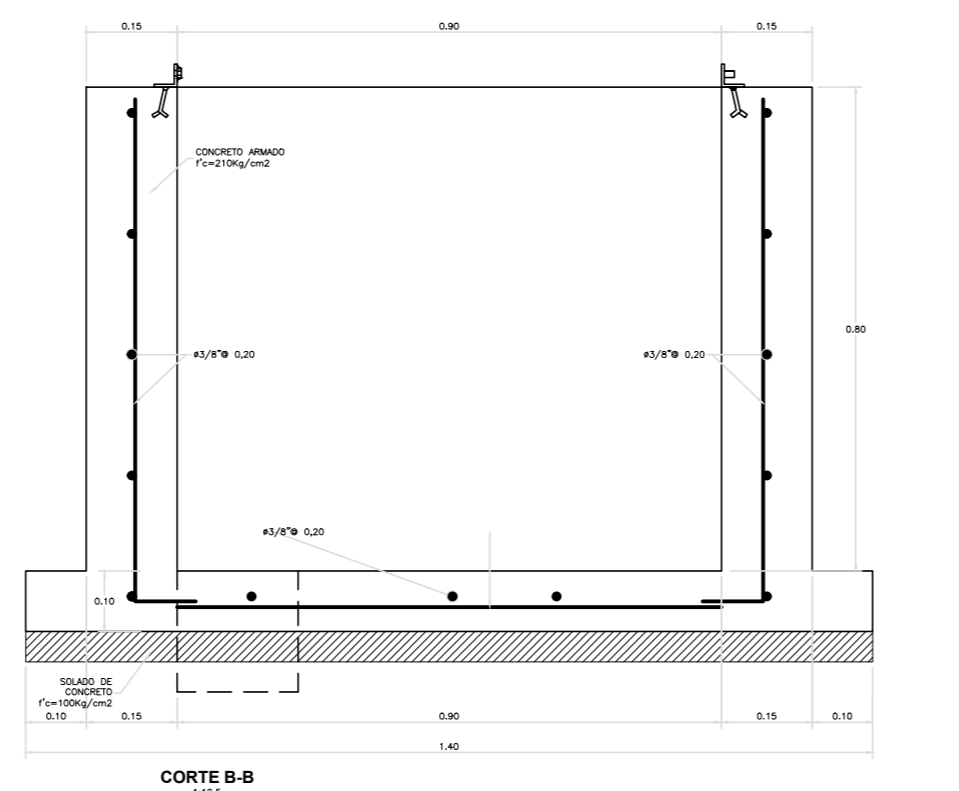
DETALLE DE VÁLVULA DE AIRE
ESCALA 1:12.5



PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "B".
ESCALA 1:2000

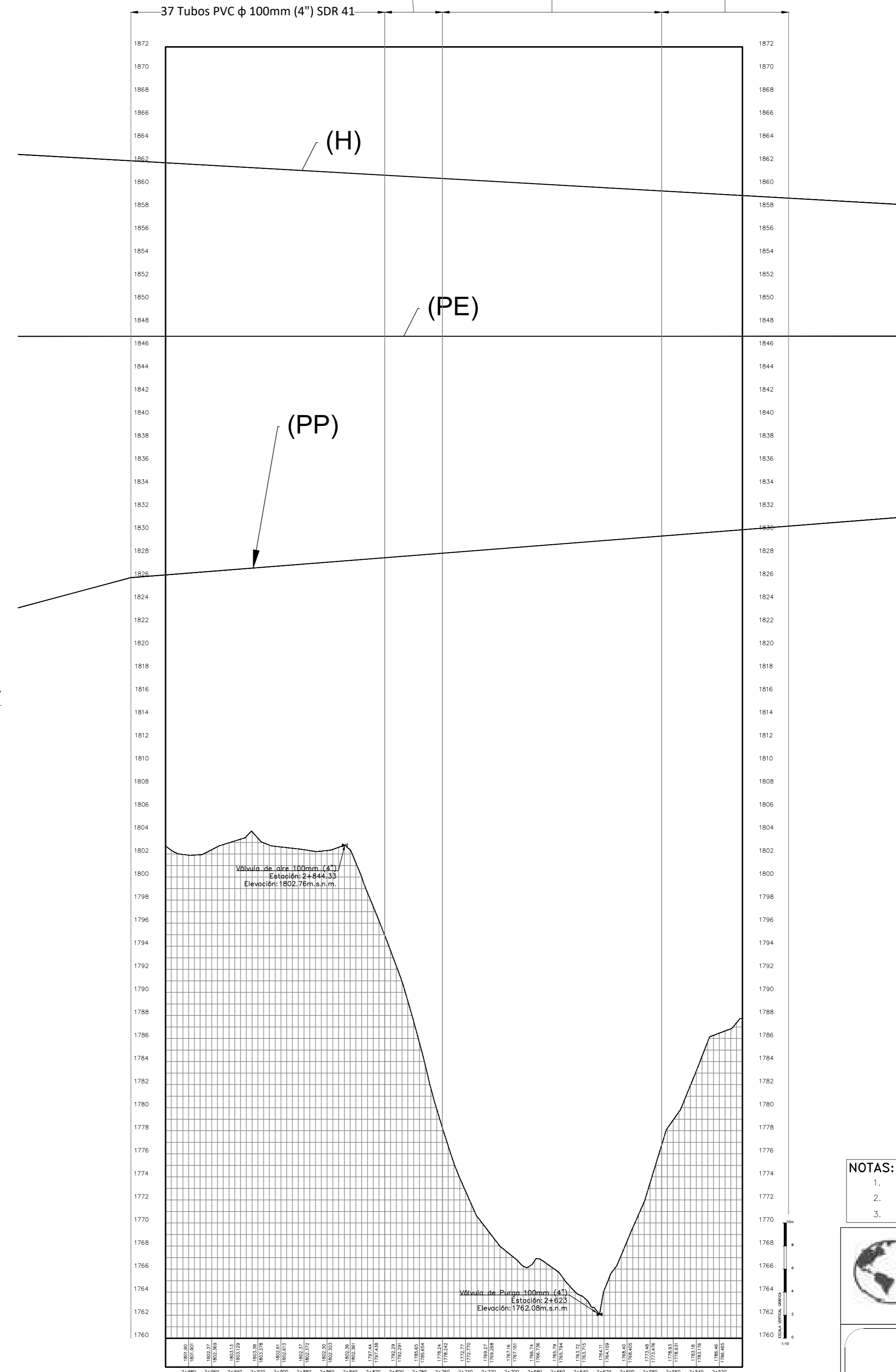


ESTRUCTURAS PLANTA



CORTE B-B

8 Tubos PVC φ100mm (4") SDR 32,5
34 Tubos PVC φ 100mm (4") SDR 26
19 Tubos PVC φ100mm (4") SDR 32,5



Tubería TRAMO "B"

PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "B".

SIMBOLOGÍA

	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO, DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M3 ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTA DE AGUAS SUPERFICIALES
H	LÍNEA SOBREPRESIÓN
PE	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
PP	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)

- NOTAS:
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA



PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚÑIGA

NOMBRE DEL PROYECTO:
Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcero.

ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2020

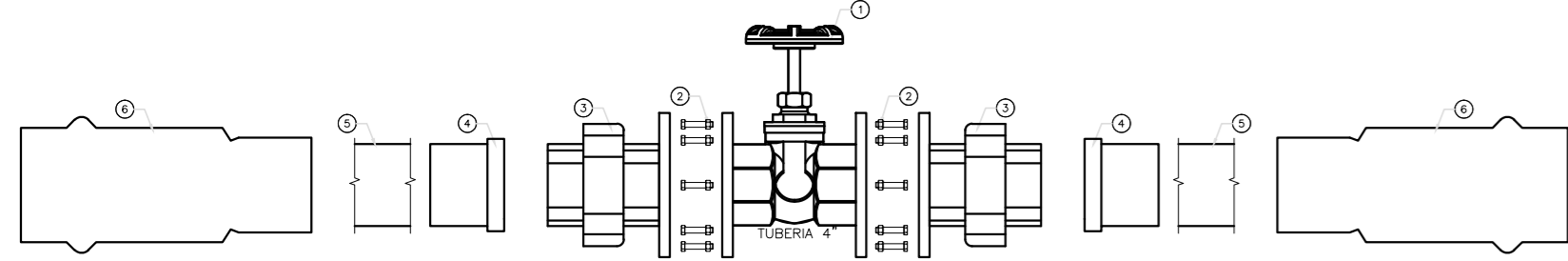
CENTRO POBLADO: ZARCERO
PROVINCIA: ALAJUELA
CANTÓN: ZARCERO
DISTRITO: ZARCERO

LÁMINA No: L
4

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN

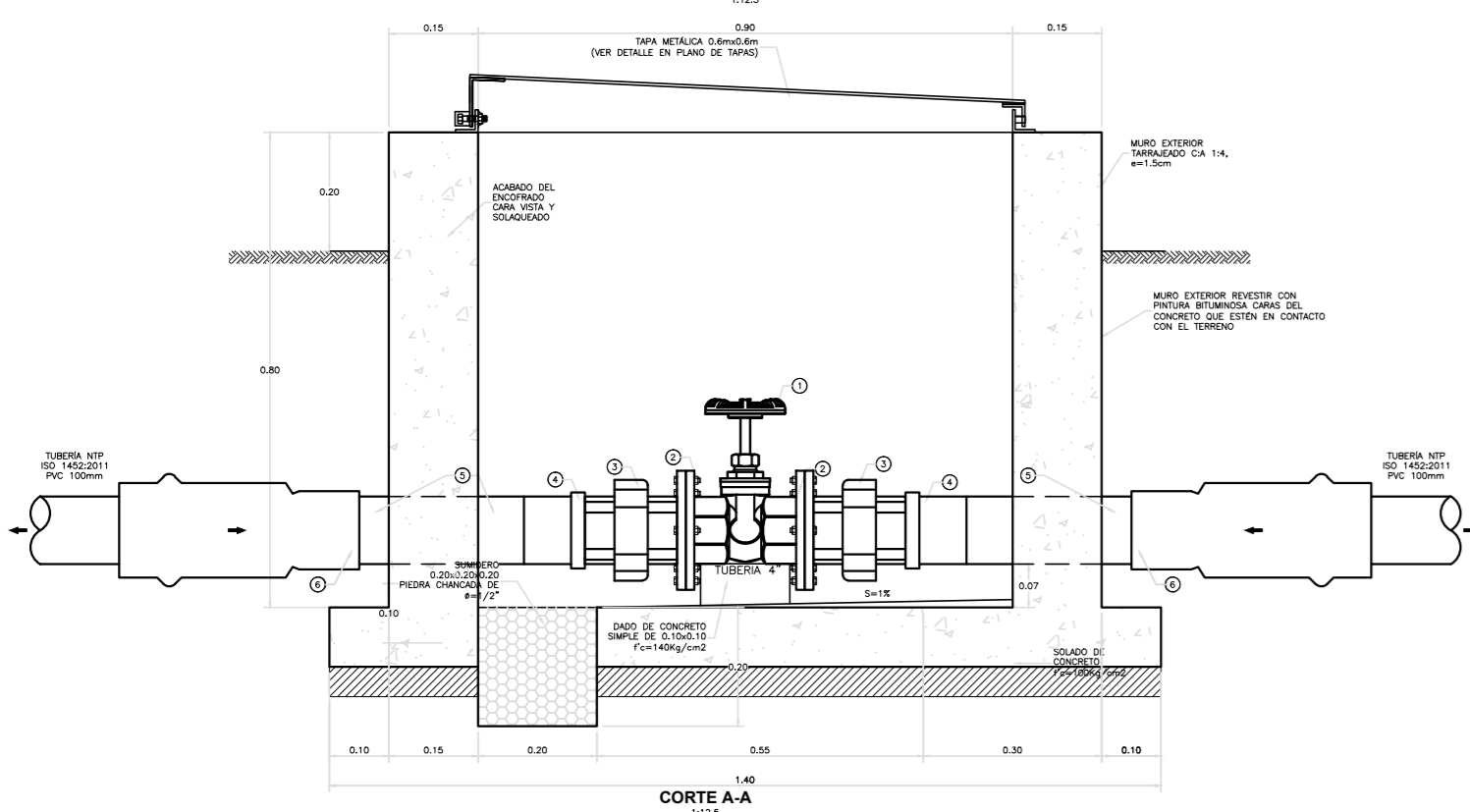
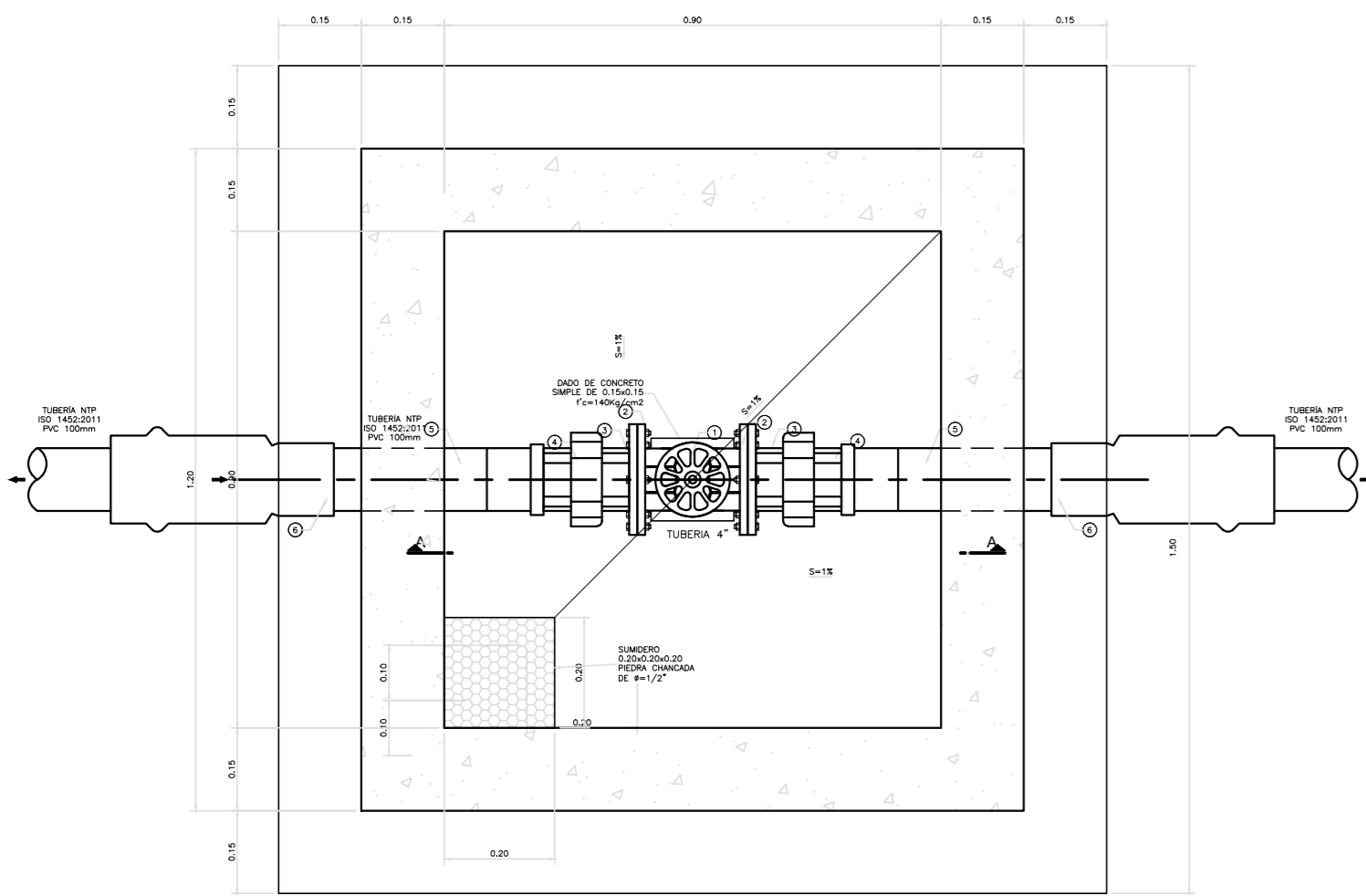
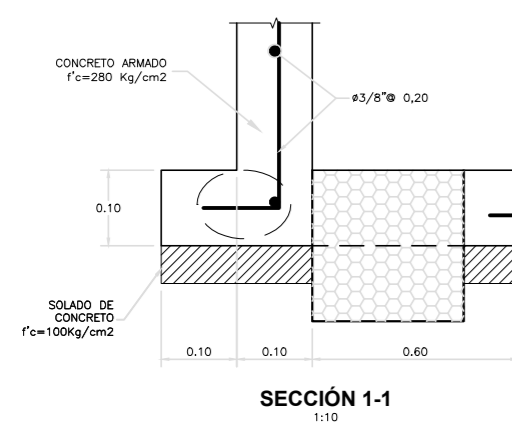
VÁLVULA DE CONTROL

LISTADO DE ACCESORIOS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.
1	VALVULA COMPUERTA DE BRONCE PVC 100mm 4", 250 lbs	1 UND.
2	TORNILLO HEXAGONAL 3/8 x 2 1/2 PULGADAS	2 UND.
3	UNION UNIVERSAL CON ROSCA PVC 100mm (4")	2 UND.
4	ADAPTADOR UPR PVC 100mm (4")	2 UND.
5	TUBERIA PVC CLASE 10 O 7.5 DE 100mm (4"), NTP 399.002:2015 (VER NOTA 3)	0.80 ml.
6	TRANSICION PVC UF-SP 4PVC 100mm (4") PN10 CON 01 ANILLO DE ACERO, NTP ISO 1452:2011	2 UND.



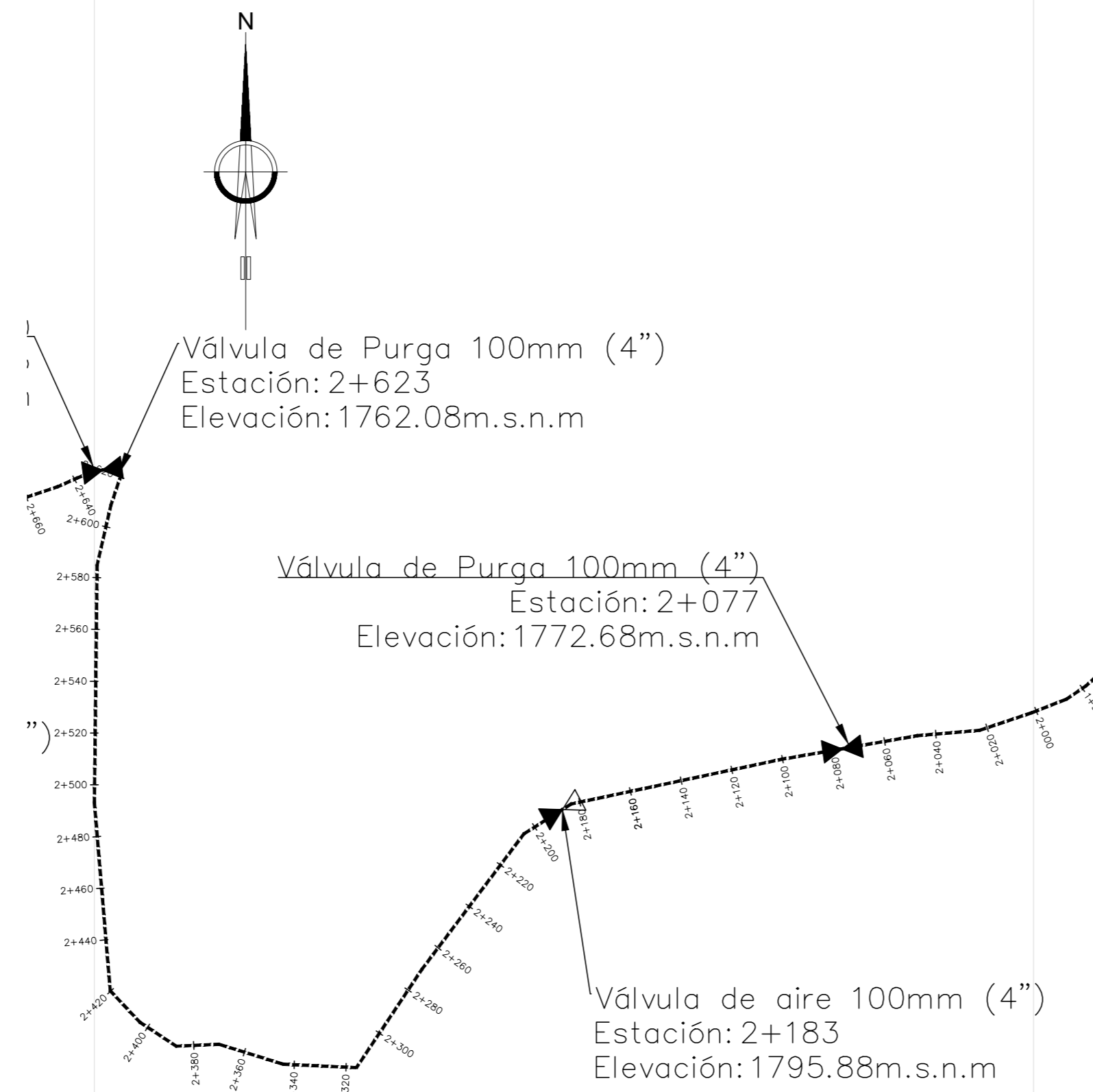
DETALLE DE TUBERÍA VÁLVULA DE CONTROL

ESCALA 1:10



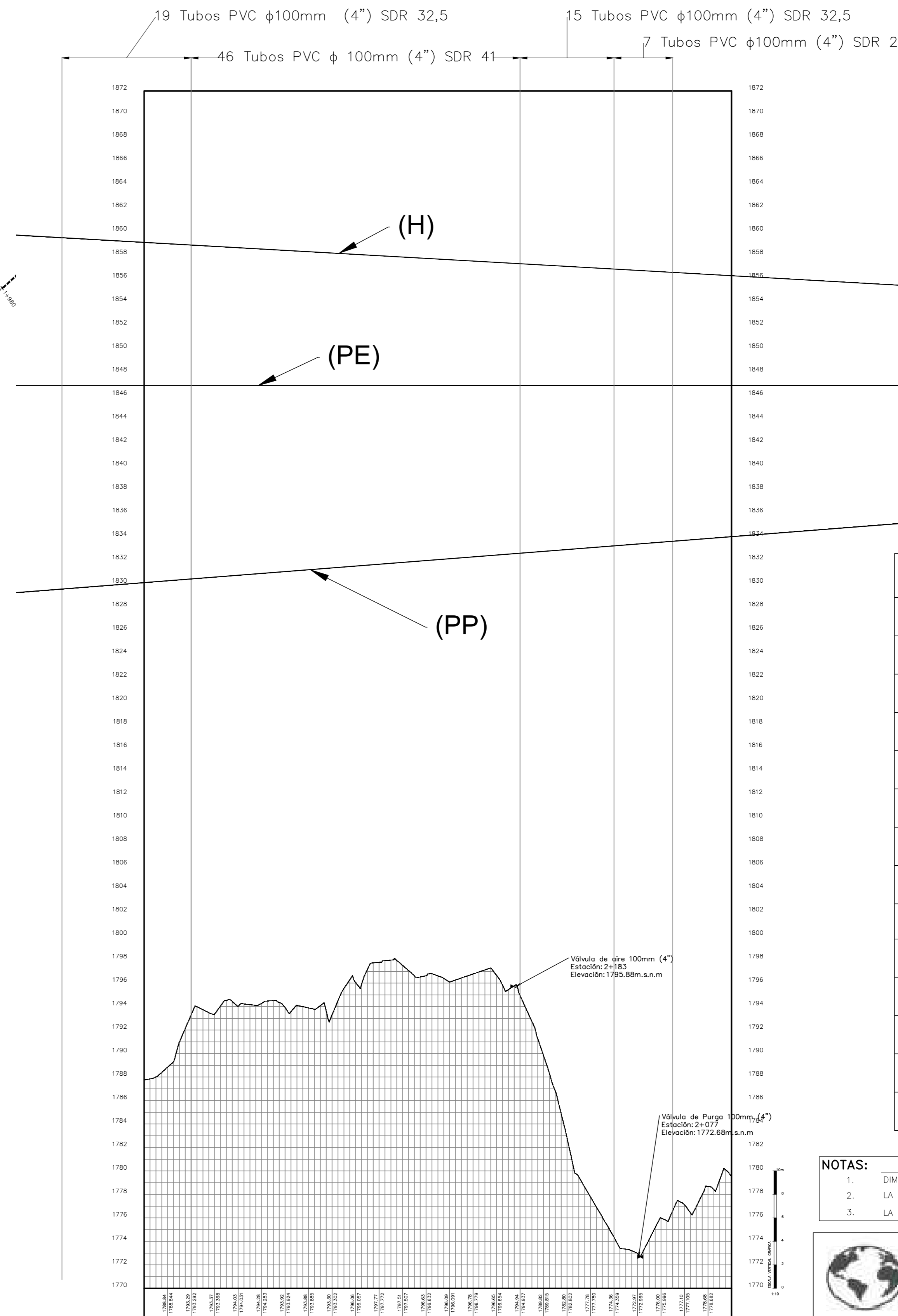
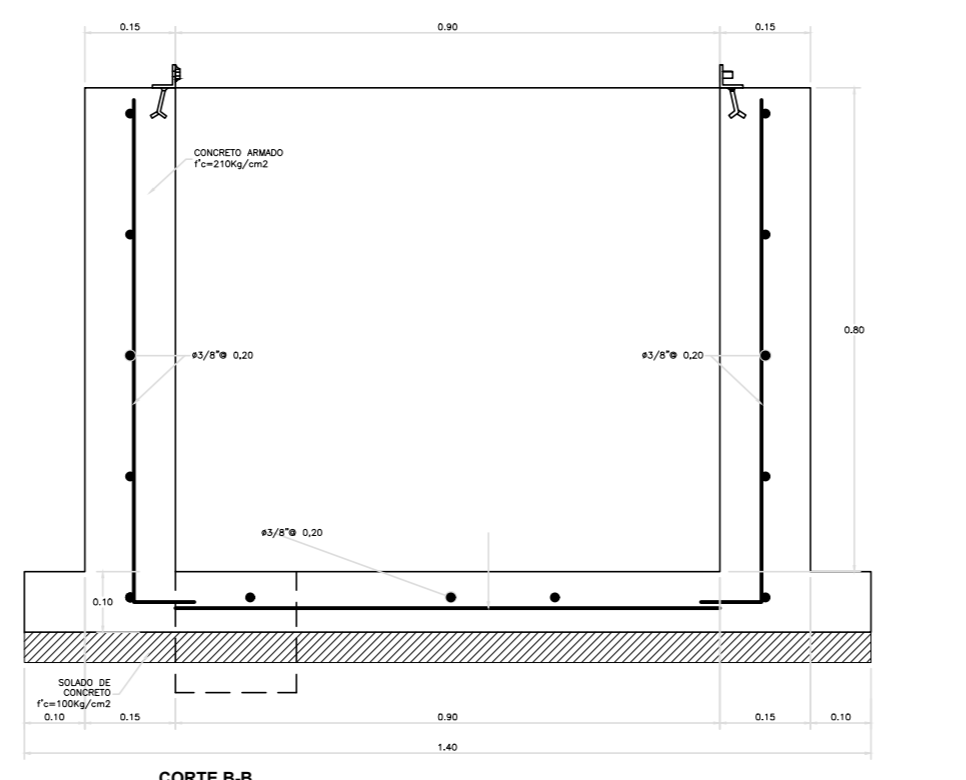
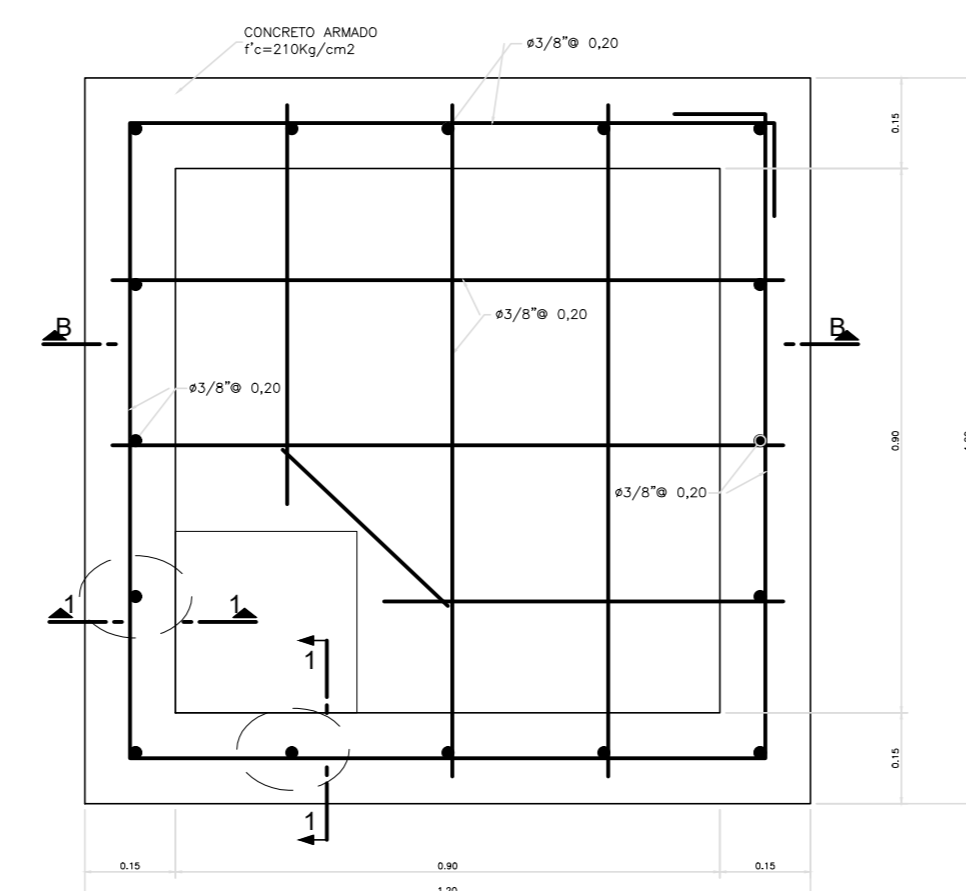
DETALLE DE VÁLVULA DE CONTROL

ESCALA 1:12.5



PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "C".

ESCALA 1:2000



Tubería TRAMO "C" PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "C".

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m ³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO, DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M ³ ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNIÓN DE ABRAZADERA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNIÓN DE ABRAZADERA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA.
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTIA DE AGUAS SUPERFICIALES
H	LÍNEA SOBREPRESIÓN
PE	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
PP	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)

- NOTAS:
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA



PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

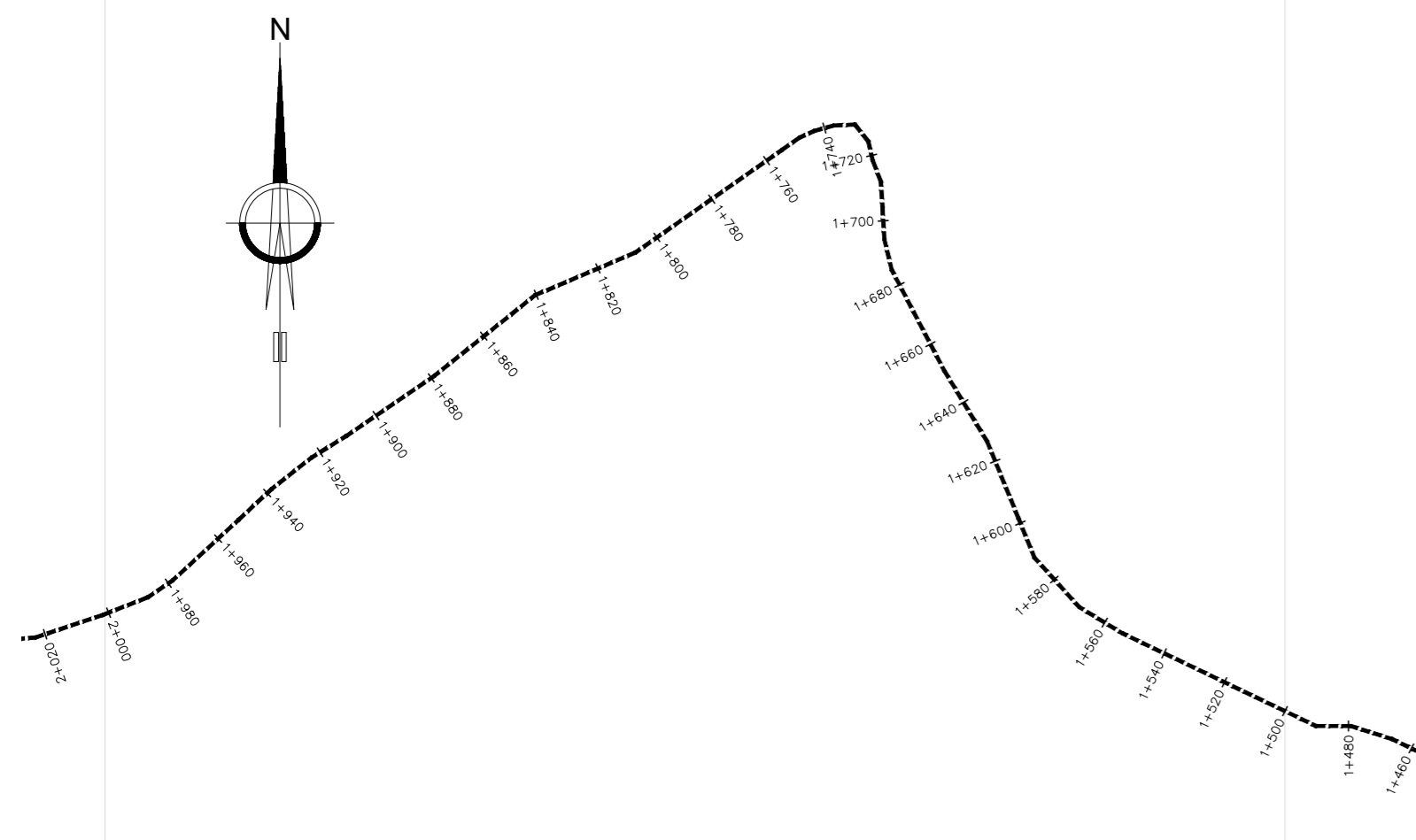
AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚÑIGA

NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcero.

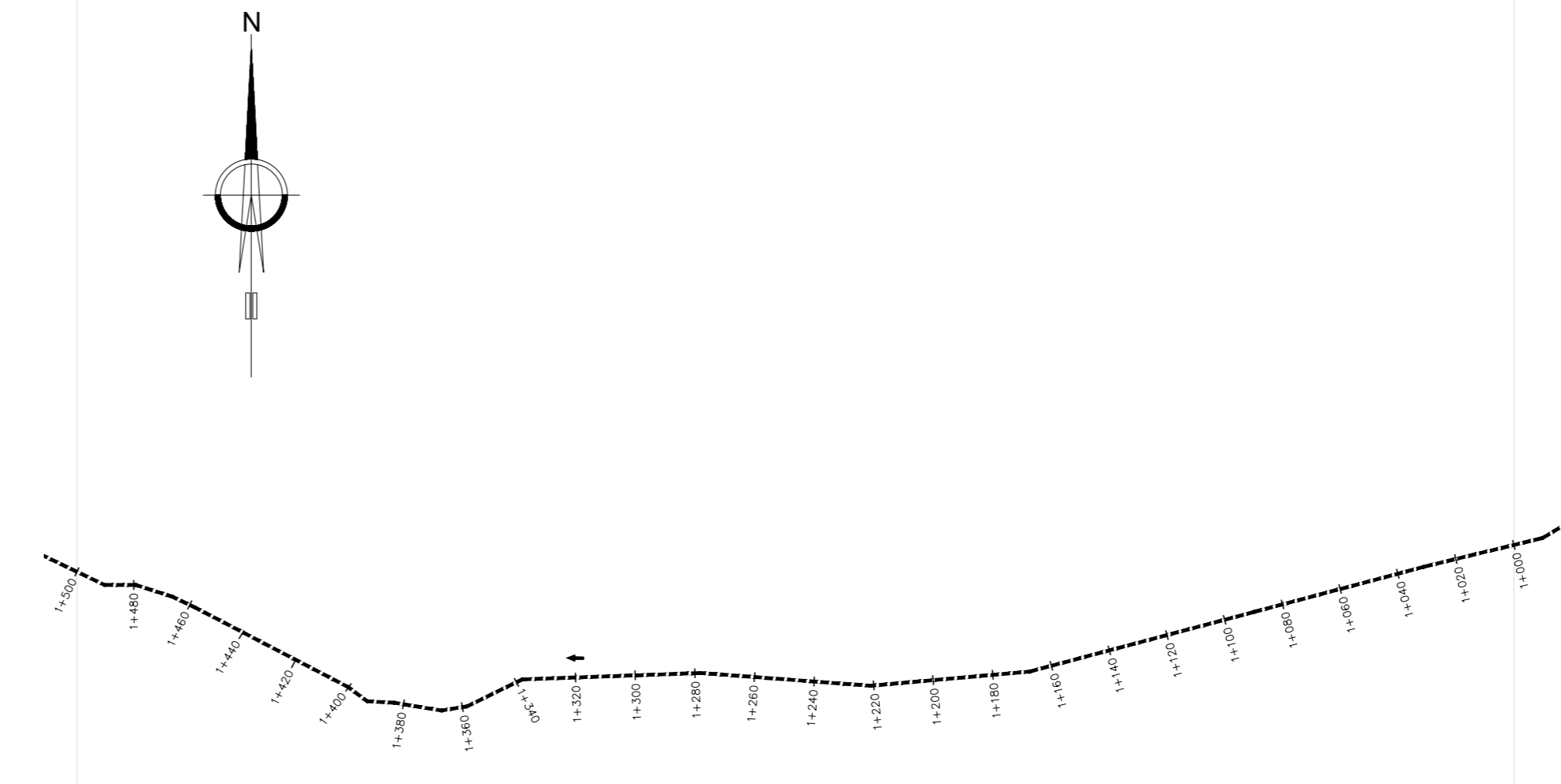
CENTRO POBLADO: ZARCERO PROVINCIA: ALAJUELA CANTÓN: ZARCERO DISTRITO: ZARCERO

LÁMINA No: L 5

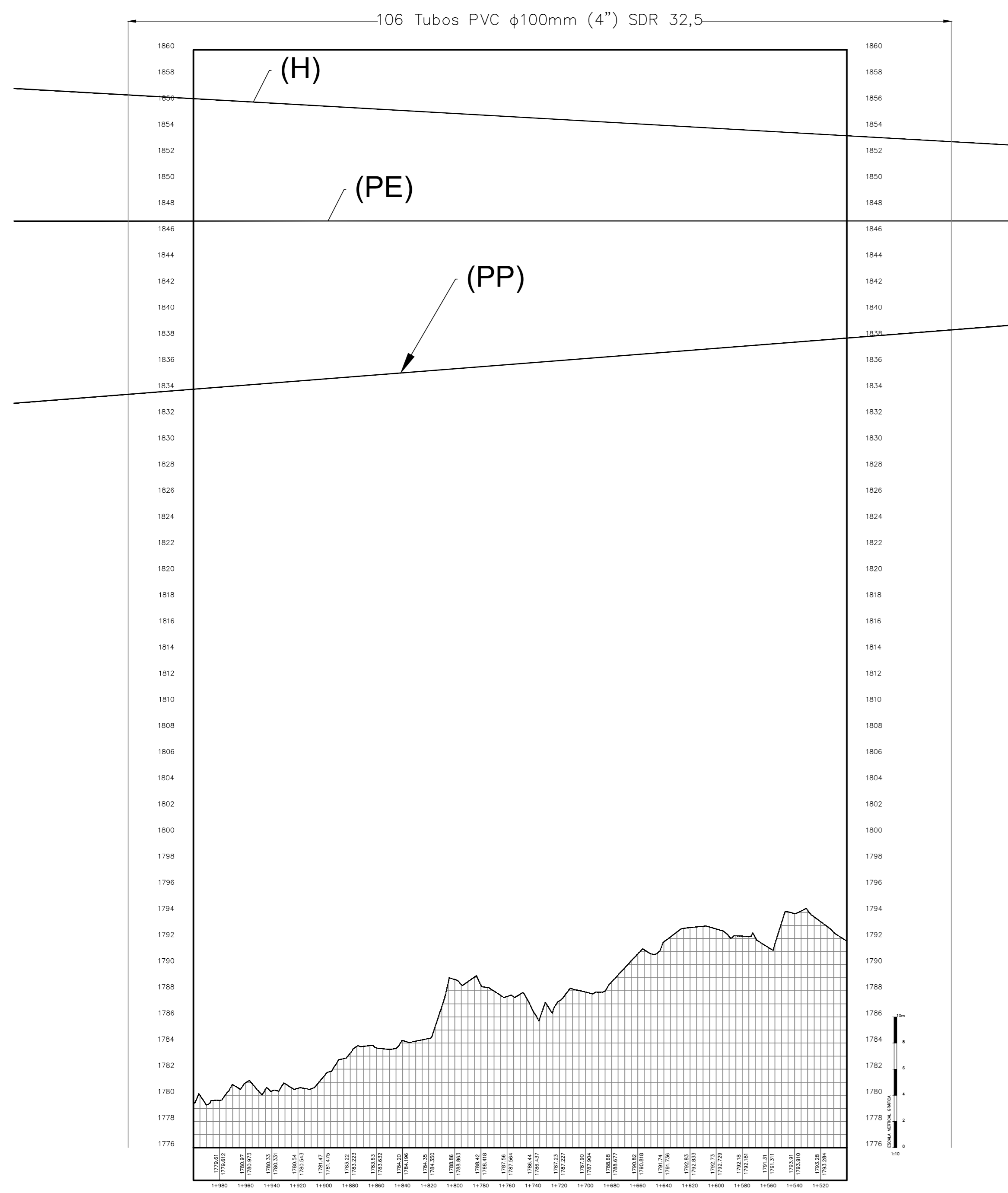
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN



PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "D".
ESCALA 1:2000

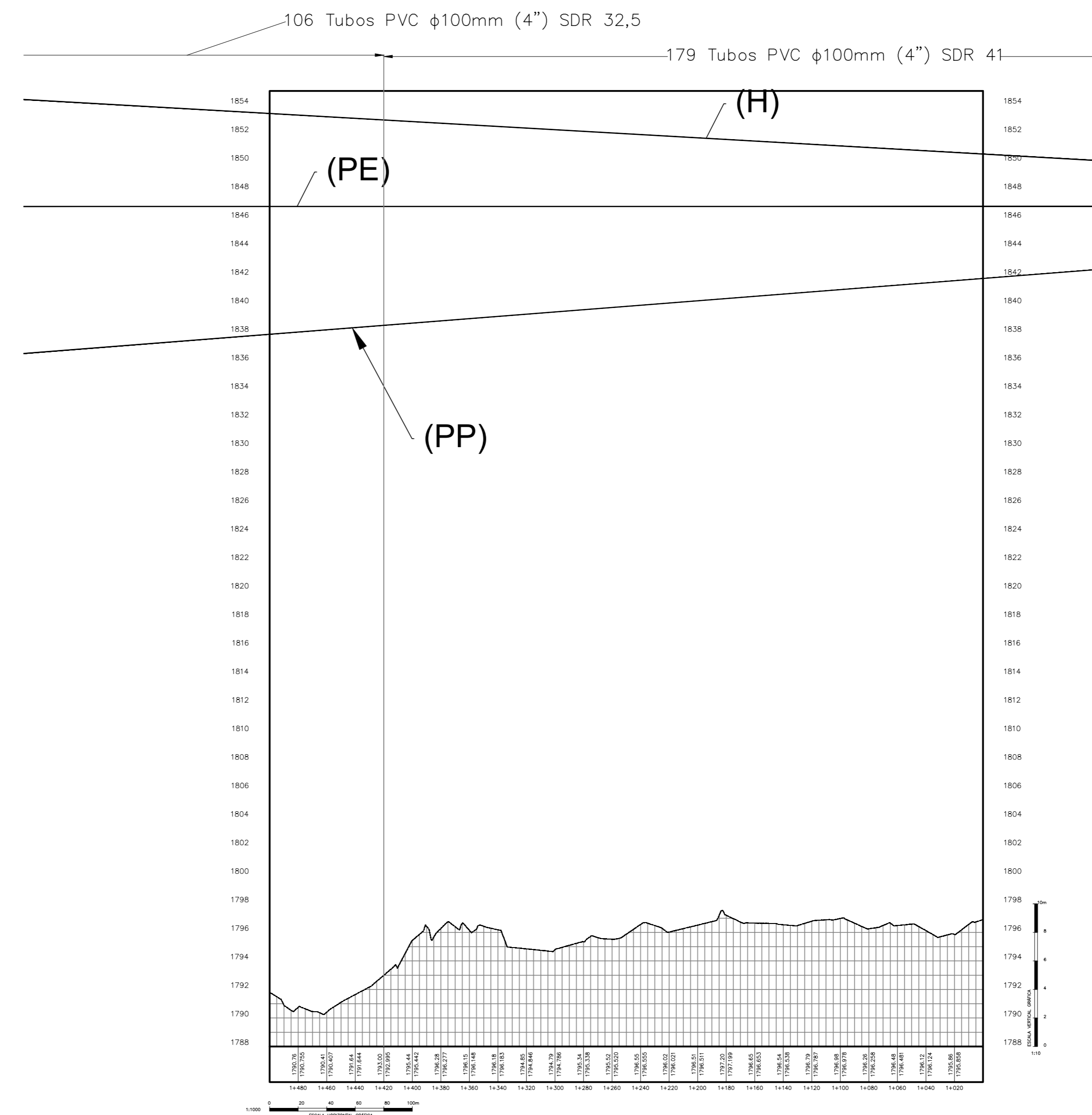


PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "E".
ESCALA 1:2000



Tubería TRAMO "D"

PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "D".



Tubería TRAMO "E"

PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "E".

SIMBOLOGÍA

	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO, DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M3 ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA.
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTIA DE AGUAS SUPERFICIALES
H	LÍNEA SOBREPRESIÓN
PE	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
PP	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)

- NOTAS:**
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA



PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

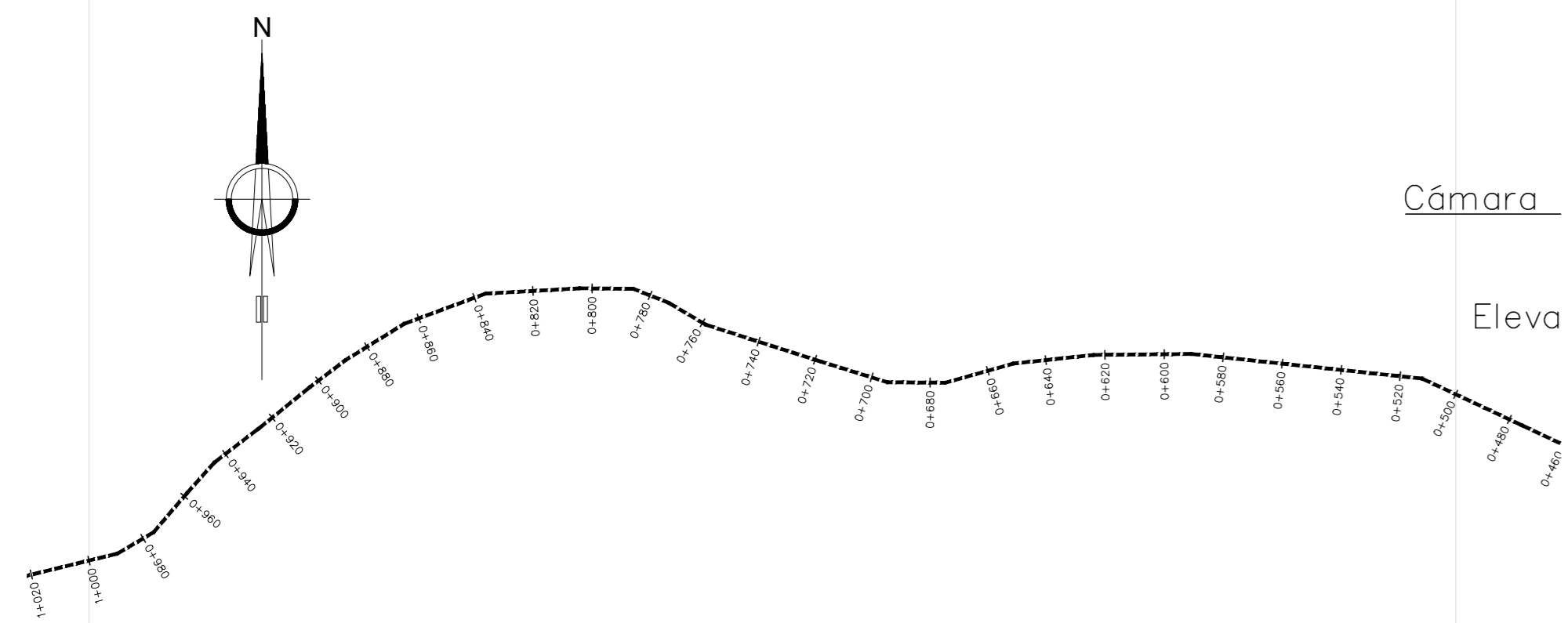
AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚÑIGA

NOMBRE DEL PROYECTO:
Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcero.

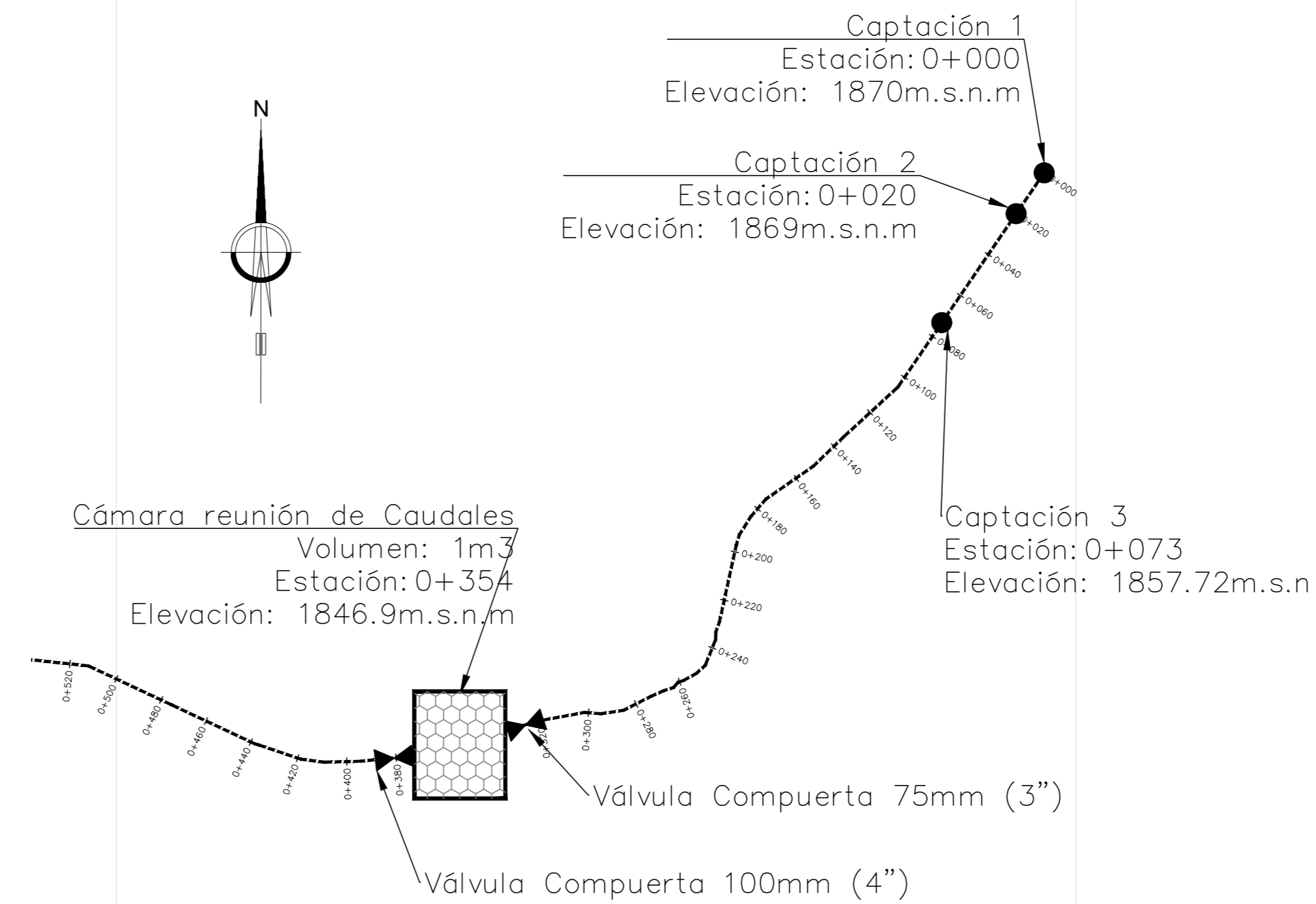
ESCALA: INDICADA
FECHA: SEPTIEMBRE 2020

CENTRO POBLADO: ZARCERO
PROVINCIA: ALAJUELA
CANTÓN: ZARCERO
DISTRITO: ZARCERO

LÁMINA No: L
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN

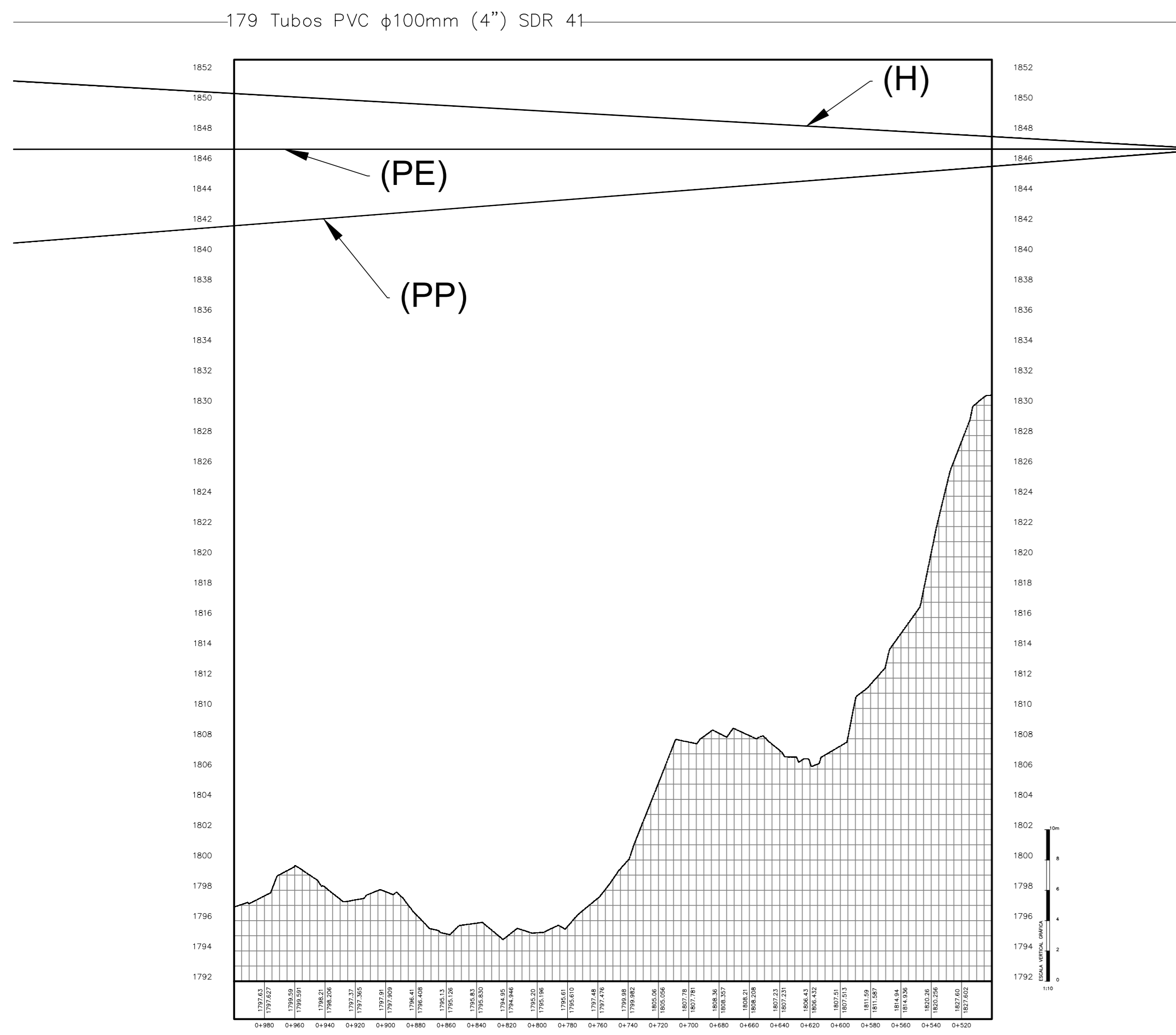


PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "F".
ESCALA 1:2000

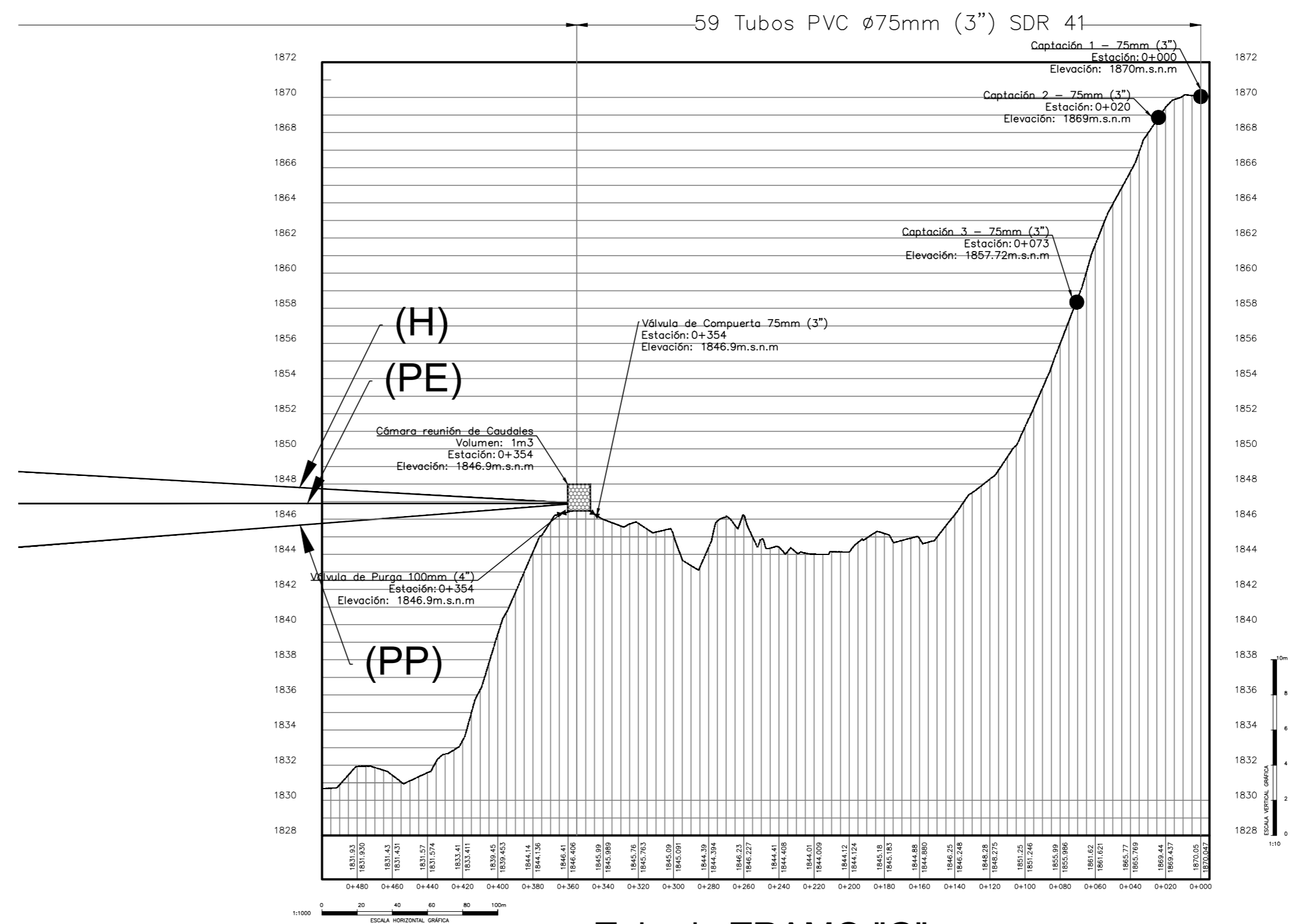


PLANTA DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE - TRAMO "G".
ESCALA 1:2000

SIMBOLOGÍA	
	TANQUE LOS GEMELOS. VOLUMEN: 235.0m³
	TANQUE REUNIÓN CAUDALES
	LÍNEA DE ACUEDUCTO, DIÁMETRO, DIRECCIÓN DE FLUJO Y MATERIAL INDICADO EN PLANOS.
	ÁREA DE CAPTACIÓN DEL AGUA POTABLE
	REDUCCIÓN EN EL DIÁMETRO DE TUBERÍA, DIÁMETRO INDICADO EN PLANOS - DE 100mm (4" pulg) A 75mm (3" pulg)
	CÁMARA REUNIÓN DE CAUDALES VOLUMEN: 1M3 ESTACIÓN: 0+354
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE PURGA), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA
	VÁLVULA SOSTENEDORA DE PRESIÓN DE AGUA
	VÁLVULA DE COMPUERTA (DE AIRE), CON UNION DE ABRAZADERA. DIÁMETRO INDICADO EN PLANTA.
	TAPÓN DE AGUA POTABLE.
	DIRECCIÓN DE ESCORRENTIA DE AGUAS SUPERFICIALES
H	LÍNEA SOBREPRESIÓN
PE	LÍNEA PRESIÓN ESTÁTICA
PP	LÍNEA PRESIÓN PIEZOMÉTRICA (PP)



179 Tubos PVC φ100mm (4") SDR 41
Tubería TRAMO "F"
PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "F".



59 Tubos PVC φ75mm (3") SDR 41
Tubería TRAMO "G"
PERFIL DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE TRAMO "G".

- NOTAS:
- DIMENSIONES EN METROS, SALVO INDICADO.
 - LA ESCALA MOSTRADA ES PARA FORMATO A1, PARA A3 CONSIDERAR EL DOBLE.
 - LA CLASE DE LA TUBERÍA SE INDICARÁ EN EL PLANO GENERAL DE RED DE AGUA

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN

AUTOR: CRISTOPHER OSVALDO RODRÍGUEZ ZÚÑIGA

NOMBRE DEL PROYECTO: Propuesta de diseño de un acueducto por gravedad para el tramo Zona Protectora El Chayote - Tanque Los Gemelos, para la Municipal de Zarcero.	ESCALA: INDICADA
CENTRO POBLADO: ZARCERO	FECHA: SEPTIEMBRE 2020
PROVINCIA: ALAJUELA	LÁMINA No: L
CANTÓN: ZARCERO	DISTRITO: ZARCERO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN	

7

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n2	1902.39791208084	0.00	1910.70	8.31
Conexión n3	1898.704628285107	0.00	1910.70	11.99
Conexión n4	1897.903994862705	0.00	1910.69	12.79
Conexión n5	1896.12200047194	0.00	1910.69	14.57
Conexión n6	1894.596758647999	0.00	1910.69	16.09
Conexión n7	1895.079879432847	0.00	1910.68	15.60
Conexión n8	1896.613251441983	0.00	1910.67	14.06
Conexión n9	1898.885897917687	0.00	1910.65	11.77
Conexión n10	1899.47979334452	0.00	1910.65	11.17
Conexión n11	1898.988823644588	0.00	1910.64	11.65
Conexión n12	1898.288845588188	0.00	1910.61	12.32
Conexión n13	1896.784916158794	0.00	1910.60	13.82
Conexión n14	1896.886253454295	0.00	1910.60	13.71
Conexión n15	1897.107669427537	0.00	1910.59	13.49
Conexión n16	1895.822181537067	0.00	1910.59	14.77
Conexión n17	1897.145594788092	0.00	1910.59	13.44
Conexión n18	1896.964827064288	0.00	1910.58	13.62
Conexión n19	1898.196493573201	0.00	1910.58	12.38
Conexión n20	1897.274001235487	0.00	1910.58	13.31
Conexión n21	1898.17573829811	0.00	1910.57	12.39
Conexión n22	1898.800133548353	0.00	1910.57	11.77
Conexión n23	1898.938480007364	0.00	1910.56	11.63
Conexión n24	1898.677770552651	0.00	1910.56	11.88
Conexión n25	1897.377834254829	0.00	1910.56	13.18
Conexión n26	1898.523571685051	0.00	1910.55	12.03
Conexión n27	1898.153773785879	0.00	1910.55	12.39
Conexión n28	1896.900960202049	0.00	1910.54	13.64
Conexión n29	1896.251437286801	0.00	1910.54	14.29
Conexión n30	1895.773713568867	0.00	1910.54	14.76
Conexión n31	1896.072339811182	0.00	1910.53	14.45
Conexión n32	1897.095493447293	0.00	1910.52	13.43
Conexión n33	1895.765073032225	0.00	1910.52	14.75
Conexión n34	1895.090866194192	0.00	1910.51	15.42
Conexión n35	1896.321793587315	0.00	1910.50	14.18

**Anexo 51. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n36	1897.645194653059	0.00	1910.50	12.85
Conexión n37	1896.513681837166	0.00	1910.49	13.98
Conexión n38	1897.573851911946	0.00	1910.49	12.91
Conexión n39	1897.198605873076	0.00	1910.48	13.28
Conexión n40	1896.201698468449	0.00	1910.47	14.27
Conexión n41	1894.996998149261	0.00	1910.45	15.45
Conexión n42	1893.735498097947	0.00	1910.44	16.71
Conexión n43	1895.396662655426	0.00	1910.44	15.04
Conexión n44	1895.17689592542	0.00	1910.44	15.26
Conexión n45	1894.81501797739	0.00	1910.43	15.62
Conexión n46	1894.952908174724	0.00	1910.43	15.47
Conexión n47	1895.144992293646	0.00	1910.42	15.28
Conexión n48	1894.287903439566	0.00	1910.42	16.13
Conexión n49	1893.611273773361	0.00	1910.41	16.80
Conexión n50	1892.317252172106	0.00	1910.40	18.08
Conexión n51	1890.9657284828	0.00	1910.40	19.43
Conexión n52	1890.357231757294	0.00	1910.39	20.04
Conexión n53	1887.070720053573	0.00	1910.39	23.32
Conexión n54	1885.971869731945	0.00	1910.38	24.41
Conexión n55	1887.559259528546	0.00	1910.38	22.82
Conexión n56	1885.617704505995	0.00	1910.37	24.75
Conexión n57	1885.847782643146	0.00	1910.34	24.50
Conexión n58	1888.103392869257	0.00	1910.34	22.23
Conexión n59	1888.526250043583	0.00	1910.33	21.80
Conexión n60	1889.071708504159	0.00	1910.32	21.25
Conexión n61	1886.933137533597	0.00	1910.32	23.38
Conexión n62	1888.102567795495	0.00	1910.31	22.21
Conexión n63	1887.935643328588	0.00	1910.30	22.37
Conexión n64	1886.91563886704	0.00	1910.30	23.38
Conexión n65	1888.448090128784	0.00	1910.28	21.83
Conexión n66	1886.618463415632	0.00	1910.28	23.66
Conexión n67	1889.203903060708	0.00	1910.27	21.07
Conexión n68	1886.824286156024	0.00	1910.27	23.45
Conexión n69	1889.863453284799	0.00	1910.26	20.40

**Anexo 52. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n70	1889.94418082782	0.00	1910.25	20.30
Conexión n71	1886.722462822255	0.00	1910.23	23.51
Conexión n72	1883.508715956474	0.00	1910.23	26.72
Conexión n73	1882.280972539111	0.00	1910.23	27.94
Conexión n74	1883.411798158551	0.00	1910.22	26.81
Conexión n75	1880.869409625802	0.00	1910.21	29.34
Conexión n76	1875.0000000003	0.00	1910.20	35.20
Conexión n77	1868.647617800848	0.00	1910.20	41.55
Conexión n78	1866.839165444155	0.00	1910.19	43.35
Conexión n79	1868.670173420824	0.00	1910.18	41.51
Conexión n80	1869.244777297469	0.00	1910.17	40.93
Conexión n81	1867.692001410177	0.00	1910.15	42.46
Conexión n82	1870.028683506268	0.00	1910.15	40.12
Conexión n83	1872.759940569737	0.00	1910.13	37.37
Conexión n84	1877.477896825668	0.00	1910.12	32.64
Conexión n85	1880.473786096244	0.00	1910.11	29.64
Conexión n86	1879.362866907783	0.00	1910.10	30.74
Conexión n87	1879.268538527386	0.00	1910.09	30.82
Conexión n88	1880.50301286907	0.00	1910.08	29.57
Conexión n89	1878.800648925197	0.00	1910.06	31.26
Conexión n90	1868.508457632131	0.00	1910.04	41.53
Conexión n91	1868.915961801429	0.00	1910.03	41.11
Conexión n92	1870.431855537376	0.00	1910.02	39.59
Conexión n93	1867.041094689953	0.00	1910.01	42.97
Conexión n94	1867.055538212496	0.00	1910.01	42.95
Conexión n95	1864.400059417974	0.00	1910.00	45.60
Conexión n96	1859.93182395372	0.00	1909.99	50.06
Conexión n97	1870.282996166736	0.00	1909.98	39.70
Conexión n98	1871.842805601396	0.00	1909.97	38.12
Conexión n99	1868.488590139685	0.00	1909.95	41.47
Conexión n100	1864.845088992485	0.00	1909.94	45.09
Conexión n101	1865.031646797516	0.00	1909.93	44.90
Conexión n102	1869.353693002875	0.00	1909.92	40.57
Conexión n103	1864.851014954598	0.00	1909.90	45.05

**Anexo 53. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n104	1865.795687597245	0.00	1909.89	44.10
Conexión n105	1864.597454597513	0.00	1909.88	45.29
Conexión n106	1859.72695814299	0.00	1909.88	50.15
Conexión n107	1858.251075425487	0.00	1909.87	51.62
Conexión n108	1856.791781521162	0.00	1909.87	53.07
Conexión n109	1853.81004367996	0.00	1909.86	56.05
Conexión n110	1854.9956239805	0.00	1909.85	54.86
Conexión n111	1855.341606824129	0.00	1909.84	54.50
Conexión n112	1857.69706843361	0.00	1909.84	52.14
Conexión n113	1858.785085520153	0.00	1909.83	51.05
Conexión n114	1857.144286688928	0.00	1909.82	52.68
Conexión n115	1862.478582088698	0.00	1909.81	47.34
Conexión n116	1871.495824687025	0.00	1909.79	38.30
Conexión n117	1866.585096890511	0.00	1909.76	43.18
Conexión n118	1868.599256259507	0.00	1909.74	41.14
Conexión n119	1868.946415697611	0.00	1909.71	40.76
Conexión n120	1871.038136999512	0.00	1909.68	38.64
Conexión n121	1866.327630500747	0.00	1909.65	43.32
Conexión n122	1887.823999637669	0.00	1909.61	21.79
Conexión n123	1886.357039004924	0.00	1896.74	10.38
Conexión n124	1881.57709744816	0.00	1896.72	15.14
Conexión n125	1879.494590941305	0.00	1896.71	17.21
Conexión n126	1854.767842757024	0.00	1896.66	41.90
Conexión n127	1853.713180524216	0.00	1896.65	42.93
Conexión n128	1854.574478612116	0.00	1896.63	42.06
Conexión n129	1854.025745755396	0.00	1896.61	42.58
Conexión n130	1849.965049665678	0.00	1896.58	46.62
Conexión n131	1849.956634452281	0.00	1896.57	46.62
Conexión n132	1848.017953443809	0.00	1896.54	48.52
Conexión n133	1849.848666148155	0.00	1896.53	46.68
Conexión n134	1849.952739232024	0.00	1896.53	46.57
Conexión n135	1845.488086891384	0.00	1896.51	51.03
Conexión n136	1844.967346901778	0.00	1896.51	51.54
Conexión n137	1845.142530266864	0.00	1896.51	51.37

**Anexo 54. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n138	1845.762204516044	0.00	1896.50	50.74
Conexión n139	1848.679349861704	0.00	1896.50	47.82
Conexión n140	1849.949651117836	0.00	1896.48	46.54
Conexión n141	1849.924058013603	0.00	1896.48	46.55
Conexión n142	1849.946341105122	0.00	1896.47	46.53
Conexión n143	1847.872967778602	0.00	1896.46	48.58
Conexión n144	1848.484413033453	0.00	1896.45	47.97
Conexión n145	1848.490430243687	0.00	1896.45	47.96
Conexión n146	1849.436599609393	0.00	1896.45	47.01
Conexión n147	1848.061659782423	0.00	1896.44	48.38
Conexión n148	1846.781973430262	0.00	1896.44	49.65
Conexión n149	1846.427660416092	0.00	1896.43	50.00
Conexión n150	1845.587975397529	0.00	1896.42	50.83
Conexión n151	1843.150136237944	0.00	1896.42	53.27
Conexión n152	1839.344612571172	0.00	1896.40	57.05
Conexión n153	1847.306066315342	0.00	1896.37	49.07
Conexión n154	1855.530221489508	0.00	1896.36	40.83
Conexión n155	1853.523087694778	0.00	1896.33	42.81
Conexión n156	1852.716533292114	0.00	1896.31	43.59
Conexión n157	1850.497719856795	0.00	1896.30	45.80
Conexión n158	1853.43179441309	0.00	1896.29	42.86
Conexión n159	1853.78493778666	0.00	1896.28	42.50
Conexión n160	1853.884549889944	0.00	1896.28	42.40
Conexión n161	1853.920861069326	0.00	1896.28	42.36
Conexión n162	1854.919018315771	0.00	1896.27	41.35
Conexión n163	1853.117675704317	0.00	1896.26	43.15
Conexión n164	1851.905288857177	0.00	1896.24	44.33
Conexión n165	1850.358129403786	0.00	1896.23	45.87
Conexión n166	1850.432532165113	0.00	1896.22	45.79
Conexión n167	1850.408301869879	0.00	1896.21	45.81
Conexión n168	1850.407637851354	0.00	1896.21	45.80
Conexión n169	1850.249270569146	0.00	1896.21	45.96
Conexión n170	1850.514395743793	0.00	1896.20	45.68
Conexión n171	1851.058435885087	0.00	1896.17	45.11

**Anexo 55. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n172	1849.765205259824	0.00	1896.12	46.36
Conexión n173	1854.247513581153	0.00	1896.09	41.85
Conexión n174	1853.980824781922	0.00	1896.09	42.10
Conexión n175	1853.166271098982	0.00	1896.06	42.89
Conexión n176	1853.551327910992	0.00	1896.05	42.50
Conexión n177	1852.023694824612	0.00	1896.04	44.02
Conexión n178	1850.070091402286	0.00	1896.03	45.96
Conexión n179	1851.623673048347	0.00	1895.99	44.37
Conexión n180	1851.041173872543	0.00	1895.98	44.94
Conexión n181	1845.698215085696	0.00	1895.95	50.25
Conexión n182	1846.195835910192	0.00	1895.93	49.74
Conexión n183	1845.16192439831	0.00	1895.93	50.76
Conexión n184	1844.704246159237	0.00	1895.92	51.21
Conexión n185	1845.638121980496	0.00	1895.90	50.26
Conexión n186	1842.531925208499	0.00	1895.89	53.36
Conexión n187	1845.535601662339	0.00	1895.88	50.35
Conexión n188	1847.569396295724	0.00	1895.87	48.30
Conexión n189	1848.630724256429	0.00	1895.86	47.23
Conexión n190	1849.10975322462	0.00	1895.85	46.74
Conexión n191	1849.113811178354	0.00	1895.84	46.73
Conexión n192	1850.651327372139	0.00	1895.82	45.17
Conexión n193	1850.076951448585	0.00	1895.81	45.73
Conexión n194	1849.547078814515	0.00	1895.80	46.25
Conexión n195	1848.820256873664	0.00	1895.79	46.97
Conexión n196	1849.84875816954	0.00	1895.77	45.92
Conexión n197	1851.078829777641	0.00	1895.75	44.67
Conexión n198	1850.891947517121	0.00	1895.74	44.85
Conexión n199	1856.032819368993	0.00	1895.72	39.69
Conexión n200	1855.696496568397	0.00	1895.71	40.02
Conexión n201	1859.835187748125	0.00	1895.70	35.87
Conexión n202	1859.501534072688	0.00	1895.69	36.19
Conexión n203	1857.568176979756	0.00	1895.69	38.12
Conexión n204	1855.722430985756	0.00	1895.68	39.96
Conexión n205	1855.195474628193	0.00	1895.67	40.48

**Anexo 56. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

Conexión n206	1855.602238516924	0.00	1895.66	40.05
Conexión n207	1849.970081399464	0.00	1895.65	45.68
Conexión n208	1849.899684159158	0.00	1895.65	45.75
Conexión n209	1835.647395638684	7.05	1895.59	59.94
Conexión p123.1	1886.74	7.05	1909.58	22.84
Embalse 1	1910.72	-7.05	1910.72	0.00
Depósito 2	1886.74	-7.05	1896.74	10.00

**Anexo 57. Resultado Modelación Epanet de Cámara reunión de caudales –
Tanque Virgilio. Revisión Palmira – Tanque Virgilio.**

Precios de válvulas en conducción Palmira - Zarcero

Válvula o accesorio	Material	Tipo	Presión Trabajo	Diametro (mm)	Cantidad	Precio Unidad sin IVA	Total
Válvula Reguladora Nivel	HG	Brida	150 (PSI)	150	4,00	593.225,00	2.372.900,00

Nota: Como lo que se quiere es referenciar, en el mercado no se encuentran disponibles válvulas de 200 mm por lo que se utilizó el precio de 150 mm.

Para adquirir los precios se llamó a las siguientes empresas: Hidromedición G&R, Importadora industrias A1 S.A. y Tubo Cobre S.A.

Anexo 58. Costo de válvulas Palmira – Virgilio.

Anexo 59. Memoria de Cálculo Excel. Zona Protectora El Chayote -Tanque Los Gemelos.

Método Geométrico

$$r = \left[\frac{P_{c2}}{P_{c1}} \right]^{1/t} - 1$$

Censo	Año Censo	Habitantes
Pc1	2000	3790
Pc2	2011	4004

$$r = 0,01$$

$$P_f = P_i * (1 + r)^n$$

Año a Proyectar = 2045

Pf = 4.745 Hab

Dotación

$$\text{Dotación} = \text{ANC} * \text{Dotación Rural} + \text{Dotación Zona Rural}$$

Dotación zona Rural = 200 l/p/d

ANC = 0,2

Dotación = 240 l/p/d

Caudal Promedio diario (Qprom)

$$Q_{prom} = \frac{\text{poblacion} * \text{dotacion}}{86400}$$

Dotación = 240 l/p/d
Qprom = 13,18 l/s

Caudal Máximo diario (Qmd)

$$Q_{md} = f_{md} * Q_{prom}$$

fmd = 1,2
Qmd = 15,82 l/s

Población de Diseño

Regulación de almacenamiento (Vra)**Volumen Promedio diario**

$$V_{prom} = Q_{prom} * 86400 \text{ s}$$

$$Q_{prom} = 13,18 \text{ l/s}$$

$$V_{prom} = 1.138.752,00 \text{ litros}$$

$$V_{prom} = 1.138,75 \text{ m}^3$$

Conversión de Unidades

$$1 \text{ día} = 24 \text{ horas}$$

$$24 \text{ horas} = 1440 \text{ minutos}$$

$$1440 \text{ min} = 86400 \text{ s}$$

Conversión de Unidades

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ litros}$$

$$V_{ra} = V_{prom} * 14\%$$

$$V_{ra} = 159,43 \text{ m}^3$$

Volumen Reserva para incendios (Vincen)

$$5000 - 15000 \text{ Hab} = \text{Vincen} \quad 90 \quad \text{m}^3$$

Reserva por interrupciones (Vint)

$$V_{int} = Q_{prom} * 4 \text{ horas}$$

$$Q_{prom} = 13,18 \text{ l/s}$$

$$4 \text{ horas} = 14400 \text{ s}$$

$$V_{int} = 189.792,00 \text{ litros}$$

$$V_{int} = 189,79 \text{ m}^3$$

Volumen almacenamiento total (Vdt)

$$V_t = V_{ra} + V_{incen} + V_{int}$$

$$V_{dt} = 439,22 \text{ m}^3$$

Revisión de Volumen en Tanques de Almacenamiento

Volumen de tanques existentes Total de Capacidad (Vtc)

Tanque Virgilio =	350	m3
Tanque Los Alpes =	127	m3
Tanque Los Gemelos =	235	m3

Vtc = 712 m3

Volumen demandado	<	Volumen disponible	
Vdt		Vtc	
439,22		712	m3

Revisión de Volumen en Tanques de Almacenamiento

Longitud Tubería

	Nº	Estacion	Distacia Acum.	Elevación m.s.n.m	Pendiente (%)	Distancia Vertical (m)	Distancia Horizontal (m)	Distancia Inclínada	Distancia Inclínada Acum.
1	67	0+354.08n	354,08	1.846,05	-16,91	0,00	0,00	0,00	0
2	68	0+356.45n	356,45	1.845,65	-2,53	-0,40	2,37	2,40	2,40
3	69	0+367.70n	367,70	1.845,36	-14,13	-0,28	11,25	11,25	13,66
4	70	0+376.27n	376,27	1.844,15	-23,16	-1,21	8,57	8,66	22,31
5	71	0+385.21n	385,21	1.842,08	-21,65	-2,07	8,94	9,18	31,49
6	72	0+397.06n	397,06	1.839,52	-32,3	-2,56	11,85	12,12	43,61
7	73	0+409.11n	409,11	1.835,62	-19,4	-3,89	12,05	12,66	56,28
8	74	0+413.00n	413,00	1.834,87	-36,27	-0,75	3,89	3,96	60,24
9	75	0+418.68n	418,68	1.832,81	-18,56	-2,06	5,68	6,04	66,28
10	76	0+421.96n	421,96	1.832,20	-5,25	-0,61	3,28	3,34	69,62
11	77	0+429.82n	429,82	1.831,79	-6,54	-0,41	7,86	7,87	77,49
12	78	0+434.30n	434,30	1.831,50	-18,16	-0,29	4,48	4,49	81,98
13	79	0+438.16n	438,16	1.830,79	-3,95	-0,70	3,86	3,92	85,90
14	80	0+454.40n	454,40	1.830,15	7,7	-0,64	16,24	16,25	102,15
15	81	0+458.19n	458,19	1.830,44	7,7	0,29	3,79	3,80	105,95
16	82	0+462.76n	462,76	1.830,80	3,12	0,35	4,57	4,58	110,54
17	83	0+472.66n	472,66	1.831,11	-0,31	0,31	9,90	9,90	120,44
18	84	0+480.69n	480,69	1.831,08	-11,21	-0,03	8,03	8,03	128,47
19	85	0+491.58n	491,58	1.829,86	-0,48	-1,22	10,89	10,96	139,43
20	86	0+503.65n	503,65	1.829,80	-7,69	-0,06	12,07	12,07	151,50
21	87	0+507.49n	507,49	1.829,51	-8,6	-0,30	3,84	3,85	155,35
22	88	0+512.50n	512,50	1.829,08	-45,48	-0,43	5,01	5,03	160,38
23	89	0+514.48n	514,48	1.828,18	-25,75	-0,90	1,98	2,17	162,56
24	90	0+527.49n	527,49	1.824,83	-41,14	-3,35	13,01	13,43	175,99
25	91	0+536.44n	536,44	1.821,15	-48,73	-3,68	8,95	9,68	185,67
26	92	0+547.29n	547,29	1.815,86	-13,91	-5,29	10,85	12,07	197,74
27	93	0+567.50n	567,50	1.813,05	-42,33	-2,81	20,21	20,40	218,14
28	94	0+570.41n	570,41	1.811,81	-10,62	-1,23	2,91	3,16	221,30
29	95	0+590.00n	590,00	1.809,73	-50,58	-2,08	19,59	19,70	241,00
30	96	0+595.55n	595,55	1.806,93	-5,9	-2,81	5,55	6,22	247,22
31	97	0+612.75n	612,75	1.805,91	-36,42	-1,02	17,20	17,23	264,45
32	98	0+613.82n	613,82	1.805,52	-3,97	-0,39	1,07	1,14	265,59
33	99	0+619.06n	619,06	1.805,32	29,58	-0,21	5,24	5,24	270,83
34	100	0+620.77n	620,77	1.805,82	-3,22	0,50	1,71	1,78	272,62
35	101	0+627.52n	627,52	1.805,60	26,32	-0,22	6,75	6,75	279,37
36	102	0+628.82n	628,82	1.805,95	0,1	0,34	1,30	1,34	280,72
37	103	0+636.64n	636,64	1.805,95	9,67	0,01	7,82	7,82	288,54
38	104	0+651.02n	651,02	1.807,34	-4,29	1,39	14,38	14,45	302,98
39	105	0+655.43n	655,43	1.807,15	4,55	-0,19	4,41	4,41	307,40
40	106	0+670.65n	670,65	1.807,85	-15,94	0,69	15,22	15,24	322,63
41	107	0+675.00n	675,00	1.807,15	7,14	-0,69	4,35	4,40	327,04
42	108	0+680.00n	680,00	1.807,51	5,03	0,36	5,00	5,01	332,05
43	109	0+684.23n	684,23	1.807,72	-7,28	0,21	4,23	4,24	336,29
44	110	0+690.00n	690,00	1.807,30	-7,28	-0,42	5,77	5,79	342,07

45	111	0+692.52n	692,52	1.807,12	-15,37	-0,18	2,52	2,53	344,60
46	112	0+694.48n	694,48	1.806,82	2,08	-0,30	1,96	1,98	346,58
47	113	0+708.63n	708,63	1.807,11	-25,5	0,30	14,15	14,15	360,73
48	114	0+739.84n	739,84	1.799,15	-10,95	-7,96	31,21	32,21	392,94
49	115	0+781.50n	781,50	1.794,59	5,69	-4,56	41,66	41,91	434,85
50	116	0+786.08n	786,08	1.794,85	-3	0,26	4,58	4,59	439,44
51	117	0+803.60n	803,60	1.794,32	3,35	-0,53	17,52	17,53	456,97
52	118	0+813.14n	813,14	1.794,64	-7,95	0,32	9,54	9,55	466,51
53	119	0+822.46n	822,46	1.793,90	8,21	-0,74	9,32	9,35	475,86
54	120	0+833.20n	833,20	1.794,79	8,96	0,88	10,74	10,78	486,64
55	121	0+836.02n	836,02	1.795,04	-1,38	0,25	2,82	2,83	489,47
56	122	0+846.59n	846,59	1.794,89	-2,21	-0,15	10,57	10,57	500,04
57	123	0+852.05n	852,05	1.794,77	-10,06	-0,12	5,46	5,46	505,50
58	124	0+855.00n	855,00	1.794,47	-10,06	-0,30	2,95	2,96	508,47
59	125	0+857.51n	857,51	1.794,22	2,29	-0,25	2,51	2,52	510,99
60	126	0+860.00n	860,00	1.794,28	2,29	0,06	2,49	2,49	513,48
61	127	0+863.79n	863,79	1.794,37	9,48	0,09	3,79	3,79	517,27
62	128	0+865.00n	865,00	1.794,48	2,43	0,12	1,21	1,22	518,49
63	129	0+870.00n	870,00	1.794,60	8,9	0,12	5,00	5,00	523,49
64	130	0+875.00n	875,00	1.795,05	11,22	0,44	5,00	5,02	528,51
65	131	0+885.00n	885,00	1.796,17	11,1	1,12	10,00	10,06	538,57
66	132	0+892.82n	892,82	1.797,04	-8,04	0,87	7,82	7,87	546,44
67	133	0+895.00n	895,00	1.796,86	4	-0,17	2,18	2,19	548,63
68	134	0+900.00n	900,00	1.797,06	3,85	0,20	5,00	5,00	553,63
69	135	0+903.56n	903,56	1.797,20	-4,01	0,14	3,56	3,56	557,19
70	136	0+908.04n	908,04	1.797,02	-4,01	-0,18	4,48	4,48	561,68
71	137	0+910.00n	910,00	1.796,94	-4,01	-0,08	1,96	1,96	563,64
72	138	0+912.51n	912,51	1.796,84	-12,29	-0,10	2,51	2,51	566,15
73	139	0+914.32n	914,32	1.796,62	-1,76	-0,22	1,81	1,82	567,97
74	140	0+920.00n	920,00	1.796,52	-1,76	-0,10	5,68	5,68	573,65
75	141	0+925.00n	925,00	1.796,43	-0,91	-0,09	5,00	5,00	578,65
76	142	0+928.03n	928,03	1.796,40	7,6	-0,03	3,03	3,03	581,68
77	143	0+935.00n	935,00	1.796,93	8,52	0,53	6,97	6,99	588,67
78	144	0+940.00n	940,00	1.797,36	7,98	0,43	5,00	5,02	593,69
79	145	0+941.30n	941,30	1.797,46	-4,32	0,10	1,30	1,30	595,00
80	146	0+942.39n	942,39	1.797,42	15,4	-0,05	1,09	1,09	596,09
81	147	0+945.00n	945,00	1.797,82	6,69	0,40	2,61	2,64	598,73
82	148	0+955.00n	955,00	1.798,49	6,35	0,67	10,00	10,02	608,75
83	149	0+959.83n	959,83	1.798,79	-6,51	0,31	4,83	4,84	613,59
84	150	0+965.88n	965,88	1.798,40	-5,31	-0,39	6,05	6,06	619,65
85	151	0+971.57n	971,57	1.798,10	-25,4	-0,30	5,69	5,70	625,35
86	152	0+975.95n	975,95	1.796,99	-5,09	-1,11	4,38	4,52	629,87
87	153	0+989.69n	989,69	1.796,29	4,38	-0,70	13,74	13,76	643,63
88	154	0+991.08n	991,08	1.796,35	-3,33	0,06	1,39	1,39	645,02
89	155	1+006.00n	1006,00	1.795,85	5,26	-0,50	14,92	14,93	659,95
90	156	1+007.28n	1007,28	1.795,92	-7,57	0,07	1,28	1,28	661,23
91	157	1+017.40n	1017,40	1.795,15	-7,57	-0,77	10,12	10,15	671,38

92	158	1+019.51n	1019,51	1.794,99	-1,6	-0,16	2,11	2,12	673,49
93	159	1+031.31n	1031,31	1.794,80	5,55	-0,19	11,80	11,80	685,30
94	160	1+048.36n	1048,36	1.795,75	-1	0,94	17,05	17,08	702,37
95	161	1+062.42n	1062,42	1.795,61	7,87	-0,14	14,06	14,06	716,43
96	162	1+065.33n	1065,33	1.795,84	-4,28	0,23	2,91	2,92	719,35
97	163	1+070.00n	1070,00	1.795,64	-4,28	-0,20	4,67	4,67	724,03
98	164	1+073.02n	1073,02	1.795,51	-1,4	-0,13	3,02	3,02	727,05
99	165	1+081.16n	1081,16	1.795,39	4,55	-0,11	8,14	8,14	735,19
100	166	1+089.58n	1089,58	1.795,78	5,2	0,38	8,42	8,43	743,62
101	167	1+097.45n	1097,45	1.796,19	-2,18	0,41	7,87	7,88	751,50
102	168	1+105.02n	1105,02	1.796,02	-0,07	-0,16	7,57	7,57	759,07
103	169	1+113.24n	1113,24	1.796,02	-0,63	-0,01	8,22	8,22	767,29
104	170	1+118.68n	1118,68	1.795,98	-3,08	-0,04	5,44	5,44	772,73
105	171	1+130.72n	1130,72	1.795,61	1,28	-0,37	12,04	12,05	784,78
106	172	1+143.43n	1143,43	1.795,77	0,21	0,16	12,71	12,71	797,49
107	173	1+165.00n	1165,00	1.795,82	0	0,05	21,57	21,57	819,06
108	174	1+168.73n	1168,73	1.795,82	4,74	0,00	3,73	3,73	822,79
109	175	1+181.01n	1181,01	1.796,40	17,24	0,58	12,28	12,29	835,08
110	176	1+182.73n	1182,73	1.796,70	-4,31	0,30	1,72	1,75	836,83
111	177	1+183.58n	1183,58	1.796,66	-22,4	-0,04	0,85	0,85	837,68
112	178	1+186.55n	1186,55	1.795,99	-2,45	-0,67	2,97	3,04	840,72
113	179	1+203.80n	1203,80	1.795,57	-2,42	-0,42	17,25	17,26	857,98
114	180	1+221.10n	1221,10	1.795,15	7,51	-0,42	17,30	17,31	875,28
115	181	1+225.52n	1225,52	1.795,48	2,77	0,33	4,42	4,43	879,71
116	182	1+238.15n	1238,15	1.795,83	-6,91	0,35	12,63	12,63	892,35
117	183	1+253.55n	1253,55	1.794,77	-0,41	-1,06	15,40	15,44	907,79
118	184	1+267.12n	1267,12	1.794,72	2,89	-0,06	13,57	13,57	921,36
119	185	1+274.35n	1274,35	1.794,92	-8,86	0,21	7,23	7,23	928,59
120	186	1+279.47n	1279,47	1.794,47	3,96	-0,45	5,12	5,14	933,73
121	187	1+280.47n	1280,47	1.794,51	-2,77	0,04	1,00	1,00	934,73
122	188	1+293.35n	1293,35	1.794,15	-2,76	-0,36	12,88	12,88	947,61
123	189	1+299.57n	1299,57	1.793,98	-9,98	-0,17	6,22	6,22	953,84
124	190	1+301.31n	1301,31	1.793,81	1,16	-0,17	1,74	1,75	955,59
125	191	1+333.75n	1333,75	1.794,18	27,21	0,38	32,44	32,44	988,03
126	192	1+337.81n	1337,81	1.795,29	2,6	1,11	4,06	4,21	992,24
127	193	1+352.42n	1352,42	1.795,67	-2,84	0,38	14,61	14,61	1006,85
128	194	1+354.16n	1354,16	1.795,62	-27,64	-0,05	1,74	1,74	1008,59
129	195	1+355.00n	1355,00	1.795,39	-7,25	-0,23	0,84	0,87	1009,46
130	196	1+358.49n	1358,49	1.795,14	10	-0,25	3,49	3,50	1012,96
131	197	1+364.75n	1364,75	1.795,76	0	0,63	6,26	6,29	1019,25
132	198	1+365.73n	1365,73	1.795,76	-35,57	0,00	0,98	0,98	1020,23
133	199	1+366.86n	1366,86	1.795,36	7,21	-0,40	1,13	1,20	1021,43
134	200	1+374.81n	1374,81	1.795,93	-11,6	0,57	7,95	7,97	1029,40
135	201	1+386.29n	1386,29	1.794,60	38,07	-1,33	11,48	11,56	1040,96
136	202	1+388.27n	1388,27	1.795,36	12,54	0,76	1,98	2,12	1043,08
137	203	1+390.80n	1390,80	1.795,67	-30,77	0,32	2,53	2,55	1045,63
138	204	1+392.15n	1392,15	1.795,26	-8,45	-0,42	1,35	1,41	1047,04

139	205	1+400.33n	1400,33	1.794,57	-18,92	-0,69	8,18	8,21	1055,25
140	206	1+410.48n	1410,48	1.792,65	20,66	-1,92	10,15	10,33	1065,58
141	207	1+411.73n	1411,73	1.792,91	-8,39	0,26	1,25	1,28	1066,86
142	208	1+430.00n	1430,00	1.791,37	-6,23	-1,53	18,27	18,33	1085,19
143	209	1+462.02n	1462,02	1.789,38	2,86	-2,00	32,02	32,08	1117,27
144	210	1+470.00n	1470,00	1.789,61	3,85	0,23	7,98	7,98	1125,26
145	211	1+479.31n	1479,31	1.789,96	-9,12	0,36	9,31	9,32	1134,57
146	212	1+483.46n	1483,46	1.789,59	7,35	-0,38	4,15	4,17	1138,74
147	213	1+490.00n	1490,00	1.790,07	19,13	0,48	6,54	6,56	1145,30
148	214	1+492.02n	1492,02	1.790,45	6,49	0,39	2,02	2,06	1147,36
149	215	1+510.00n	1510,00	1.791,62	8,18	1,17	17,98	18,02	1165,37
150	216	1+520.00n	1520,00	1.792,44	7,78	0,82	10,00	10,03	1175,41
151	217	1+528.13n	1528,13	1.793,07	13,41	0,63	8,13	8,15	1183,56
152	218	1+531.01n	1531,01	1.793,46	-5,04	0,39	2,88	2,91	1186,47
153	219	1+539.21n	1539,21	1.793,04	2,58	-0,41	8,20	8,21	1194,68
154	220	1+547.18n	1547,18	1.793,25	-32,63	0,21	7,97	7,97	1202,65
155	221	1+556.39n	1556,39	1.790,24	6,14	-3,01	9,21	9,69	1212,34
156	222	1+568.85n	1568,85	1.791,01	18,55	0,77	12,46	12,48	1224,82
157	223	1+572.05n	1572,05	1.791,60	-24,17	0,59	3,20	3,25	1228,08
158	224	1+573.29n	1573,29	1.791,30	0,51	-0,30	1,24	1,28	1229,35
159	225	1+586.26n	1586,26	1.791,37	-7,35	0,07	12,97	12,97	1242,32
160	226	1+588.90n	1588,90	1.791,17	9,85	-0,19	2,64	2,65	1244,97
161	227	1+594.48n	1594,48	1.791,72	2,87	0,55	5,58	5,61	1250,58
162	228	1+608.04n	1608,04	1.792,11	-1,05	0,39	13,56	13,57	1264,14
163	229	1+626.38n	1626,38	1.791,92	-7,56	-0,19	18,34	18,34	1282,48
164	230	1+640.00n	1640,00	1.790,89	-23,22	-1,03	13,62	13,66	1296,14
165	231	1+642.70n	1642,70	1.790,26	-10,23	-0,63	2,70	2,77	1298,91
166	232	1+645.32n	1645,32	1.789,99	-1,57	-0,27	2,62	2,63	1301,55
167	233	1+648.47n	1648,47	1.789,94	3,21	-0,05	3,15	3,15	1304,70
168	234	1+650.92n	1650,92	1.790,02	6,36	0,08	2,45	2,45	1307,15
169	235	1+653.62n	1653,62	1.790,19	6,36	0,17	2,70	2,71	1309,85
170	236	1+656.31n	1656,31	1.790,37	-10,71	0,17	2,69	2,70	1312,55
171	237	1+658.30n	1658,30	1.790,15	-10,71	-0,21	1,99	2,00	1314,55
172	238	1+660.00n	1660,00	1.789,97	-10,71	-0,18	1,70	1,71	1316,26
173	239	1+669.11n	1669,11	1.789,00	-10,71	-0,97	9,11	9,16	1325,42
174	240	1+675.00n	1675,00	1.788,37	-10,71	-0,63	5,89	5,92	1331,35
175	241	1+681.90n	1681,90	1.787,63	-16,14	-0,74	6,90	6,94	1338,29
176	242	1+684.83n	1684,83	1.787,15	-2,18	-0,47	2,93	2,97	1341,25
177	243	1+695.00n	1695,00	1.786,93	2,51	-0,22	10,17	10,17	1351,43
178	244	1+711.63n	1711,63	1.787,35	-12,85	0,42	16,63	16,64	1368,06
179	245	1+718.44n	1718,44	1.786,48	-6,05	-0,87	6,81	6,87	1374,93
180	246	1+721.22n	1721,22	1.786,31	-15,98	-0,17	2,78	2,79	1377,71
181	247	1+724.29n	1724,29	1.785,82	-34,44	-0,49	3,07	3,11	1380,82
182	248	1+725.42n	1725,42	1.785,43	15,88	-0,39	1,13	1,20	1382,02
183	249	1+730.74n	1730,74	1.786,27	-23,69	0,84	5,32	5,39	1387,40
184	250	1+736.27n	1736,27	1.784,96	17,39	-1,31	5,53	5,68	1393,09
185	251	1+748.07n	1748,07	1.787,01	-4,46	2,05	11,80	11,98	1405,06

186	252	1+755.00n	1755,00	1.786,70	1,02	-0,31	6,93	6,94	1412,00
187	253	1+765.00n	1765,00	1.786,80	6,53	0,10	10,00	10,00	1422,00
188	254	1+771.80n	1771,80	1.787,25	6,23	0,45	6,80	6,81	1428,82
189	255	1+774.22n	1774,22	1.787,40	1,25	0,15	2,42	2,42	1431,24
190	256	1+779.49n	1779,49	1.787,46	21,5	0,07	5,27	5,27	1436,51
191	257	1+783.44n	1783,44	1.788,31	-7,09	0,85	3,95	4,04	1440,55
192	258	1+788.84n	1788,84	1.787,93	-7,09	-0,38	5,40	5,41	1445,96
193	259	1+794.24n	1794,24	1.787,55	10,64	-0,38	5,40	5,41	1451,38
194	260	1+798.15n	1798,15	1.787,96	3,1	0,42	3,91	3,93	1455,31
195	261	1+804.19n	1804,19	1.788,15	-43,25	0,19	6,04	6,04	1461,35
196	262	1+807.81n	1807,81	1.786,58	-30,16	-1,56	3,62	3,94	1465,30
197	263	1+817.88n	1817,88	1.783,55	-2,08	-3,04	10,07	10,52	1475,81
198	264	1+830.00n	1830,00	1.783,29	-2,08	-0,25	12,12	12,12	1487,94
199	265	1+835.00n	1835,00	1.783,19	3,16	-0,10	5,00	5,00	1492,94
200	266	1+840.00n	1840,00	1.783,35	-12,05	0,16	5,00	5,00	1497,94
201	267	1+845.00n	1845,00	1.782,75	0,26	-0,60	5,00	5,04	1502,98
202	268	1+860.00n	1860,00	1.782,78	6,83	0,04	15,00	15,00	1517,98
203	269	1+862.89n	1862,89	1.782,98	-1,18	0,20	2,89	2,90	1520,87
204	270	1+870.00n	1870,00	1.782,90	1,07	-0,08	7,11	7,11	1527,98
205	271	1+874.20n	1874,20	1.782,94	-6,14	0,05	4,20	4,20	1532,18
206	272	1+877.56n	1877,56	1.782,74	-14,84	-0,21	3,36	3,37	1535,55
207	273	1+880.00n	1880,00	1.782,38	-19,58	-0,36	2,44	2,47	1538,02
208	274	1+881.88n	1881,88	1.782,01	0	-0,37	1,88	1,92	1539,93
209	275	1+883.11n	1883,11	1.782,01	-2,24	0,00	1,23	1,23	1541,16
210	276	1+888.73n	1888,73	1.781,88	-15,86	-0,13	5,62	5,62	1546,78
211	277	1+894.28n	1894,28	1.781,00	-2,68	-0,88	5,55	5,62	1552,40
212	278	1+897.61n	1897,61	1.780,91	-11,92	-0,09	3,33	3,33	1555,74
213	279	1+903.98n	1903,98	1.780,15	-11,92	-0,76	6,37	6,42	1562,15
214	280	1+907.33n	1907,33	1.779,75	-3,69	-0,40	3,35	3,37	1565,52
215	281	1+911.20n	1911,20	1.779,61	1,81	-0,14	3,87	3,87	1569,40
216	282	1+918.36n	1918,36	1.779,74	-2,87	0,13	7,16	7,16	1576,56
217	283	1+923.08n	1923,08	1.779,61	6,31	-0,14	4,72	4,72	1581,28
218	284	1+930.87n	1930,87	1.780,10	-16,06	0,49	7,79	7,81	1589,09
219	285	1+934.73n	1934,73	1.779,48	2,29	-0,62	3,86	3,91	1592,99
220	286	1+938.14n	1938,14	1.779,56	-3,92	0,08	3,41	3,41	1596,41
221	287	1+940.00n	1940,00	1.779,48	-3,92	-0,07	1,86	1,86	1598,27
222	288	1+940.93n	1940,93	1.779,45	10,32	-0,04	0,93	0,93	1599,20
223	289	1+943.99n	1943,99	1.779,76	-17,13	0,32	3,06	3,08	1602,27
224	290	1+947.45n	1947,45	1.779,17	11,46	-0,59	3,46	3,51	1605,78
225	291	1+957.22n	1957,22	1.780,29	-5,93	1,12	9,77	9,83	1615,62
226	292	1+960.00n	1960,00	1.780,13	-12,83	-0,16	2,78	2,78	1618,40
227	293	1+964.02n	1964,02	1.779,61	6,14	-0,52	4,02	4,05	1622,46
228	294	1+970.17n	1970,17	1.779,99	-15,14	0,38	6,15	6,16	1628,62
229	295	1+975.00n	1975,00	1.779,26	-13,91	-0,73	4,83	4,89	1633,50
230	296	1+978.34n	1978,34	1.778,79	-0,56	-0,46	3,34	3,37	1636,87
231	297	1+986.60n	1986,60	1.778,75	-24,96	-0,05	8,26	8,26	1645,13
232	298	1+987.36n	1987,36	1.778,56	-5,88	-0,19	0,76	0,78	1645,92

233	299	1+989.99n	1989,99	1.778,40	14,92	-0,15	2,63	2,63	1648,55
234	300	1+995.91n	1995,91	1.779,28	-24,17	0,88	5,92	5,99	1654,54
235	301	1+998.96n	1998,96	1.778,55	13,43	-0,74	3,05	3,14	1657,68
236	302	2+002.77n	2002,77	1.779,06	8,62	0,51	3,81	3,84	1661,52
237	303	2+006.54n	2006,54	1.779,38	-27,82	0,33	3,77	3,78	1665,30
238	304	2+013.68n	2013,68	1.777,40	11,69	-1,99	7,14	7,41	1672,72
239	305	2+016.89n	2016,89	1.777,77	1,98	0,38	3,21	3,23	1675,95
240	306	2+022.02n	2022,02	1.777,87	-21,31	0,10	5,13	5,13	1681,08
241	307	2+033.62n	2033,62	1.775,40	10,4	-2,47	11,60	11,86	1692,94
242	308	2+045.00n	2045,00	1.776,59	4,83	1,18	11,38	11,44	1704,38
243	309	2+046.09n	2046,09	1.776,64	-22,58	0,05	1,09	1,09	1705,47
244	310	2+053.99n	2053,99	1.774,86	4,41	-1,78	7,90	8,10	1713,57
245	311	2+060.72n	2060,72	1.775,15	-19,58	0,30	6,73	6,74	1720,31
246	312	2+077.69n	2077,69	1.771,83	4,42	-3,32	16,97	17,29	1737,60
247	313	2+085.00n	2085,00	1.772,15	4,12	0,32	7,31	7,32	1744,92
248	314	2+095.00n	2095,00	1.772,56	17,36	0,41	10,00	10,01	1754,92
249	315	2+131.17n	2131,17	1.778,84	4,96	6,28	36,17	36,71	1791,64
250	316	2+133.37n	2133,37	1.778,95	42,78	0,11	2,20	2,20	1793,84
251	317	2+149.45n	2149,45	1.785,83	29,64	6,88	16,08	17,49	1811,33
252	318	2+165.88n	2165,88	1.790,70	42,07	4,87	16,43	17,14	1828,46
253	319	2+166.96n	2166,96	1.791,15	22,5	0,45	1,08	1,17	1829,63
254	320	2+180.29n	2180,29	1.794,15	21,94	3,00	13,33	13,66	1843,30
255	321	2+181.05n	2181,05	1.794,32	45,26	0,17	0,76	0,78	1844,08
256	322	2+182.32n	2182,32	1.794,89	13,65	0,57	1,27	1,39	1845,47
257	323	2+183.34n	2183,34	1.795,03	-6,57	0,14	1,02	1,03	1846,50
258	324	2+185.00n	2185,00	1.794,92	-6,57	-0,11	1,66	1,66	1848,16
259	325	2+192.58n	2192,58	1.794,43	22,75	-0,50	7,58	7,60	1855,76
260	326	2+196.84n	2196,84	1.795,40	13,02	0,97	4,26	4,37	1860,13
261	327	2+200.00n	2200,00	1.795,81	13,02	0,41	3,16	3,19	1863,31
262	328	2+204.94n	2204,94	1.796,45	-3,44	0,64	4,94	4,98	1868,30
263	329	2+210.00n	2210,00	1.796,28	-3,44	-0,17	5,06	5,06	1873,36
264	330	2+220.00n	2220,00	1.795,93	-3,44	-0,34	10,00	10,01	1883,37
265	331	2+240.13n	2240,13	1.795,24	6,52	-0,69	20,13	20,14	1903,51
266	332	2+245.00n	2245,00	1.795,56	6,52	0,32	4,87	4,88	1908,39
267	333	2+246.40n	2246,40	1.795,65	3,52	0,09	1,40	1,40	1909,79
268	334	2+255.62n	2255,62	1.795,97	-1,31	0,33	9,22	9,23	1919,02
269	335	2+258.73n	2258,73	1.795,93	-24,52	-0,04	3,11	3,11	1922,13
270	336	2+259.27n	2259,27	1.795,80	-2,19	-0,13	0,54	0,56	1922,68
271	337	2+260.00n	2260,00	1.795,79	-2,19	-0,02	0,73	0,73	1923,41
272	338	2+265.00n	2265,00	1.795,68	-2,19	-0,11	5,00	5,00	1928,41
273	339	2+268.43n	2268,43	1.795,60	9,68	-0,08	3,43	3,43	1931,84
274	340	2+274.14n	2274,14	1.796,15	8,64	0,55	5,71	5,74	1937,58
275	341	2+287.03n	2287,03	1.797,27	-28,65	1,11	12,89	12,94	1950,52
276	342	2+287.49n	2287,49	1.797,14	-0,88	-0,13	0,46	0,48	1951,00
277	343	2+297.22n	2297,22	1.797,05	-19,57	-0,09	9,73	9,73	1960,73
278	344	2+297.76n	2297,76	1.796,95	-1,59	-0,10	0,54	0,55	1961,28
279	345	2+307.75n	2307,75	1.796,79	-25,7	-0,16	9,99	9,99	1971,27

280	346	2+315.89n	2315,89	1.794,69	272,35	-2,09	8,14	8,40	1979,67
281	347	2+315.98n	2315,98	1.794,93	12,89	0,24	0,09	0,26	1979,93
282	348	2+322.63n	2322,63	1.795,79	-19,81	0,86	6,65	6,70	1986,63
283	349	2+342.60n	2342,60	1.791,83	40,03	-3,96	19,97	20,36	2006,99
284	350	2+346.75n	2346,75	1.793,49	-6,86	1,66	4,15	4,47	2011,46
285	351	2+355.00n	2355,00	1.792,93	2,25	-0,57	8,25	8,27	2019,73
286	352	2+370.31n	2370,31	1.793,27	-11,68	0,35	15,31	15,31	2035,05
287	353	2+376.53n	2376,53	1.792,54	13,42	-0,73	6,22	6,26	2041,31
288	354	2+382.87n	2382,87	1.793,40	4,12	0,85	6,34	6,40	2047,70
289	355	2+386.68n	2386,68	1.793,55	21,54	0,16	3,81	3,81	2051,52
290	356	2+387.27n	2387,27	1.793,68	-0,69	0,13	0,59	0,60	2052,12
291	357	2+396.85n	2396,85	1.793,61	-5,65	-0,07	9,58	9,58	2061,70
292	358	2+403.45n	2403,45	1.793,24	1,23	-0,37	6,60	6,61	2068,31
293	359	2+405.00n	2405,00	1.793,26	1,23	0,02	1,55	1,55	2069,86
294	360	2+417.51n	2417,51	1.793,41	-9,23	0,15	12,51	12,51	2082,37
295	361	2+420.23n	2420,23	1.793,16	8,93	-0,25	2,72	2,73	2085,11
296	362	2+427.24n	2427,24	1.793,79	-2,79	0,63	7,01	7,04	2092,14
297	363	2+431.63n	2431,63	1.793,67	-13,67	-0,12	4,39	4,39	2096,53
298	364	2+440.43n	2440,43	1.792,46	4,66	-1,20	8,80	8,88	2105,42
299	365	2+456.66n	2456,66	1.793,22	-23,15	0,76	16,23	16,25	2121,66
300	366	2+470.35n	2470,35	1.790,05	-35,86	-3,17	13,69	14,05	2135,72
301	367	2+474.77n	2474,77	1.788,46	-8,93	-1,59	4,42	4,70	2140,41
302	368	2+488.72n	2488,72	1.787,22	-4,58	-1,25	13,95	14,01	2154,42
303	369	2+490.00n	2490,00	1.787,16	-4,58	-0,06	1,28	1,28	2155,70
304	370	2+493.14n	2493,14	1.787,02	-1,65	-0,14	3,14	3,14	2158,84
305	371	2+497.65n	2497,65	1.786,94	-1,65	-0,07	4,51	4,51	2163,35
306	372	2+502.16n	2502,16	1.786,87	-12,07	-0,07	4,51	4,51	2167,86
307	373	2+509.09n	2509,09	1.786,03	-3,79	-0,84	6,93	6,98	2174,84
308	374	2+528.40n	2528,40	1.785,30	-25,6	-0,73	19,31	19,32	2194,17
309	375	2+541.15n	2541,15	1.782,04	-24,39	-3,26	12,75	13,16	2207,33
310	376	2+547.39n	2547,39	1.780,51	-24,39	-1,52	6,24	6,42	2213,75
311	377	2+553.64n	2553,64	1.778,99	-14,22	-1,52	6,25	6,43	2220,18
312	378	2+559.78n	2559,78	1.778,11	-14,22	-0,87	6,14	6,20	2226,39
313	379	2+565.92n	2565,92	1.777,24	-32,77	-0,87	6,14	6,20	2232,59
314	380	2+584.50n	2584,50	1.771,15	-23,02	-6,09	18,58	19,55	2252,14
315	381	2+593.19n	2593,19	1.769,15	-23,49	-2,00	8,69	8,92	2261,06
316	382	2+609.15n	2609,15	1.765,40	-12,92	-3,75	15,96	16,39	2277,45
317	383	2+614.16n	2614,16	1.764,76	-25,54	-0,65	5,01	5,05	2282,50
318	384	2+620.56n	2620,56	1.763,12	-59,07	-1,63	6,40	6,61	2289,11
319	385	2+623.75n	2623,75	1.761,24	12,33	-1,88	3,19	3,71	2292,81
320	386	2+628.54n	2628,54	1.761,83	1,04	0,59	4,79	4,83	2297,64
321	387	2+631.02n	2631,02	1.761,85	23,05	0,03	2,48	2,48	2300,12
322	388	2+632.01n	2632,01	1.762,08	15,75	0,23	0,99	1,02	2301,14
323	389	2+633.95n	2633,95	1.762,39	7,46	0,30	1,94	1,96	2303,10
324	390	2+640.83n	2640,83	1.762,90	3,89	0,51	6,88	6,90	2310,00
325	391	2+642.68n	2642,68	1.762,97	9,56	0,07	1,85	1,85	2311,85
326	392	2+647.15n	2647,15	1.763,40	11,11	0,43	4,47	4,49	2316,34

327	393	2+652.83n	2652,83	1.764,03	13,42	0,63	5,68	5,72	2322,06
328	394	2+659.27n	2659,27	1.764,90	7,08	0,86	6,44	6,50	2328,55
329	395	2+675.14n	2675,14	1.766,02	1,46	1,12	15,87	15,91	2344,46
330	396	2+678.79n	2678,79	1.766,07	-15,05	0,05	3,65	3,65	2348,11
331	397	2+680.00n	2680,00	1.765,89	-14,54	-0,18	1,21	1,22	2349,34
332	398	2+682.33n	2682,33	1.765,55	-6,38	-0,34	2,33	2,35	2351,69
333	399	2+686.77n	2686,77	1.765,27	3,96	-0,28	4,44	4,45	2356,14
334	400	2+690.04n	2690,04	1.765,40	10,49	0,13	3,27	3,27	2359,41
335	401	2+694.63n	2694,63	1.765,88	8,1	0,48	4,59	4,62	2364,03
336	402	2+698.02n	2698,02	1.766,15	8,1	0,28	3,39	3,40	2367,43
337	403	2+702.39n	2702,39	1.766,51	8,1	0,35	4,37	4,38	2371,82
338	404	2+710.15n	2710,15	1.767,14	13,05	0,63	7,76	7,79	2379,60
339	405	2+715.00n	2715,00	1.767,77	13,05	0,63	4,85	4,89	2384,49
340	406	2+725.61n	2725,61	1.769,15	13,05	1,38	10,61	10,70	2395,19
341	407	2+730.68n	2730,68	1.769,82	22,63	0,66	5,07	5,11	2400,30
342	408	2+738.12n	2738,12	1.771,50	22,63	1,68	7,44	7,63	2407,93
343	409	2+745.44n	2745,44	1.773,15	24,87	1,66	7,32	7,50	2415,44
344	410	2+749.42n	2749,42	1.774,14	29,83	0,99	3,98	4,10	2419,54
345	411	2+752.81n	2752,81	1.775,15	31,75	1,01	3,39	3,54	2423,08
346	412	2+763.31n	2763,31	1.778,49	34,34	3,34	10,50	11,02	2434,09
347	413	2+768.80n	2768,80	1.780,37	40,89	1,88	5,49	5,80	2439,90
348	414	2+776.26n	2776,26	1.783,43	36,98	3,05	7,46	8,06	2447,96
349	415	2+781.05n	2781,05	1.785,20	35,67	1,77	4,79	5,11	2453,06
350	416	2+791.33n	2791,33	1.788,86	34,45	3,67	10,28	10,91	2463,98
351	417	2+794.00n	2794,00	1.789,78	29,89	0,92	2,67	2,82	2466,80
352	418	2+796.00n	2796,00	1.790,38	26,62	0,60	2,00	2,09	2468,89
353	419	2+809.02n	2809,02	1.793,84	25,14	3,46	13,02	13,47	2482,36
354	420	2+818.20n	2818,20	1.796,15	24,35	2,31	9,18	9,47	2491,83
355	421	2+827.93n	2827,93	1.798,52	31,43	2,37	9,73	10,01	2501,84
356	422	2+829.94n	2829,94	1.799,15	24,29	0,63	2,01	2,11	2503,95
357	423	2+839.14n	2839,14	1.801,39	10,07	2,24	9,20	9,47	2513,42
358	424	2+843.27n	2843,27	1.801,81	14,68	0,42	4,13	4,15	2517,57
359	425	2+843.75n	2843,75	1.801,88	6,59	0,07	0,48	0,49	2518,05
360	426	2+844.33n	2844,33	1.801,91	-3,3	0,04	0,58	0,58	2518,64
361	427	2+850.82n	2850,82	1.801,70	-3,48	-0,21	6,49	6,49	2525,13
362	428	2+856.89n	2856,89	1.801,49	-1,04	-0,21	6,07	6,07	2531,20
363	429	2+863.16n	2863,16	1.801,42	-1,04	-0,07	6,27	6,27	2537,47
364	430	2+869.43n	2869,43	1.801,36	1,58	-0,07	6,27	6,27	2543,74
365	431	2+883.13n	2883,13	1.801,57	1,14	0,22	13,70	13,70	2557,44
366	432	2+895.98n	2895,98	1.801,72	1,39	0,15	12,85	12,85	2570,30
367	433	2+910.00n	2910,00	1.801,92	4,19	0,19	14,02	14,02	2584,32
368	434	2+915.00n	2915,00	1.802,13	4,19	0,21	5,00	5,00	2589,32
369	435	2+917.21n	2917,21	1.802,22	11,22	0,09	2,21	2,21	2591,53
370	436	2+920.00n	2920,00	1.802,53	11,22	0,31	2,79	2,81	2594,34
371	437	2+925.00n	2925,00	1.803,09	11,22	0,56	5,00	5,03	2599,37
372	438	2+925.48n	2925,48	1.803,15	-10,57	0,05	0,48	0,48	2599,85
373	439	2+930.00n	2930,00	1.802,67	-3,72	-0,48	4,52	4,55	2604,40

374	440	2+942.36n	2942,36	1.802,21	-3,11	-0,46	12,36	12,37	2616,77
375	441	2+953.71n	2953,71	1.801,86	-5,3	-0,35	11,35	11,36	2628,12
376	442	2+958.41n	2958,41	1.801,61	-5,1	-0,25	4,70	4,71	2632,83
377	443	2+965.85n	2965,85	1.801,23	-4,76	-0,38	7,44	7,45	2640,28
378	444	2+968.59n	2968,59	1.801,10	-0,53	-0,13	2,74	2,74	2643,02
379	445	2+973.76n	2973,76	1.801,07	-0,53	-0,03	5,17	5,17	2648,19
380	446	2+978.93n	2978,93	1.801,04	1,09	-0,03	5,17	5,17	2653,36
381	447	2+989.23n	2989,23	1.801,15	5,9	0,11	10,30	10,30	2663,66
382	448	2+997.08n	2997,08	1.801,62	8,1	0,46	7,85	7,86	2671,53
383	449	3+013.74n	3013,74	1.802,97	8,1	1,35	16,66	16,71	2688,24
384	450	3+030.00n	3030,00	1.804,28	3,65	1,32	16,26	16,31	2704,56
385	451	3+042.39n	3042,39	1.804,74	17,34	0,45	12,39	12,40	2716,95
386	452	3+043.38n	3043,38	1.804,91	-12,45	0,17	0,99	1,00	2717,96
387	453	3+048.72n	3048,72	1.804,24	-0,62	-0,66	5,34	5,38	2723,34
388	454	3+050.37n	3050,37	1.804,23	-16,29	-0,01	1,65	1,65	2724,99
389	455	3+058.10n	3058,10	1.802,97	-16,1	-1,26	7,73	7,83	2732,82
390	456	3+061.75n	3061,75	1.802,38	-10,66	-0,59	3,65	3,70	2736,52
391	457	3+065.00n	3065,00	1.802,04	-14,53	-0,35	3,25	3,27	2739,79
392	458	3+070.00n	3070,00	1.801,31	-14,98	-0,73	5,00	5,05	2744,84
393	459	3+077.74n	3077,74	1.800,15	-19,86	-1,16	7,74	7,83	2752,67
394	460	3+082.77n	3082,77	1.799,15	0	-1,00	5,03	5,13	2757,79
395	461	3+105.22n	3105,22	1.799,15	-35,79	0,00	22,45	22,45	2780,24
396	462	3+117.67n	3117,67	1.794,70	-14,5	-4,46	12,45	13,22	2793,47
397	463	3+142.11n	3142,11	1.791,15	-14,5	-3,54	24,44	24,70	2818,16
398	464	3+150.00n	3150,00	1.790,01	-17,1	-1,14	7,89	7,97	2826,14
399	465	3+155.00n	3155,00	1.789,15	-17,9	-0,86	5,00	5,07	2831,21
400	466	3+160.59n	3160,59	1.788,15	-14,99	-1,00	5,59	5,68	2836,89
401	467	3+172.45n	3172,45	1.786,38	-6,61	-1,78	11,86	11,99	2848,88
402	468	3+182.17n	3182,17	1.785,73	-18,07	-0,64	9,72	9,74	2858,62
403	469	3+183.67n	3183,67	1.785,46	-6,25	-0,27	1,50	1,52	2860,15
404	470	3+191.77n	3191,77	1.784,95	-0,97	-0,51	8,10	8,12	2868,26
405	471	3+195.75n	3195,75	1.784,92	-9,39	-0,04	3,98	3,98	2872,24
406	472	3+203.88n	3203,88	1.784,15	-10,45	-0,76	8,13	8,17	2880,41
407	473	3+207.78n	3207,78	1.783,75	-15,87	-0,41	3,90	3,92	2884,33
408	474	3+223.10n	3223,10	1.781,31	-25,16	-2,43	15,32	15,51	2899,84
409	475	3+231.69n	3231,69	1.779,15	-25,33	-2,16	8,59	8,86	2908,70
410	476	3+240.00n	3240,00	1.777,05	-28,54	-2,11	8,31	8,57	2917,27
411	477	3+245.00n	3245,00	1.775,62	-28,54	-1,43	5,00	5,20	2922,47
412	478	3+250.00n	3250,00	1.774,19	-30,94	-1,43	5,00	5,20	2927,67
413	479	3+257.42n	3257,42	1.771,90	-31,9	-2,30	7,42	7,77	2935,44
414	480	3+265.00n	3265,00	1.769,48	-32,92	-2,42	7,58	7,96	2943,39
415	481	3+269.07n	3269,07	1.768,14	-37,4	-1,34	4,07	4,28	2947,68
416	482	3+271.43n	3271,43	1.767,26	-26,75	-0,88	2,36	2,52	2950,20
417	483	3+274.33n	3274,33	1.766,48	-19,93	-0,78	2,90	3,00	2953,20
418	484	3+277.61n	3277,61	1.765,83	-15,48	-0,65	3,28	3,34	2956,54
419	485	3+281.97n	3281,97	1.765,15	-10,24	-0,67	4,36	4,41	2960,96
420	486	3+285.74n	3285,74	1.764,77	-14,41	-0,39	3,77	3,79	2964,75

421	487	3+290.00n	3290,00	1.764,15	-15,83	-0,61	4,26	4,30	2969,05
422	488	3+300.00n	3300,00	1.762,57	-16,13	-1,58	10,00	10,12	2979,17
423	489	3+303.40n	3303,40	1.762,02	-7,94	-0,55	3,40	3,44	2982,62
424	490	3+315.00n	3315,00	1.761,10	-10,21	-0,92	11,60	11,64	2994,26
425	491	3+331.33n	3331,33	1.759,43	-10,21	-1,67	16,33	16,41	3010,67
426	492	3+348.25n	3348,25	1.757,71	-0,81	-1,73	16,92	17,01	3027,68
427	493	3+374.28n	3374,28	1.757,49	-0,14	-0,21	26,03	26,03	3053,71
428	494	3+385.79n	3385,79	1.757,48	0,87	-0,02	11,51	11,51	3065,22
429	495	3+400.00n	3400,00	1.757,60	-0,91	0,12	14,21	14,21	3079,43
430	496	3+400.53n	3400,53	1.757,60		-0,01	0,53	0,53	3079,96

Total = 3046,45 3079,96

Diferencia = 33,51 m

Diseño Línea de Conducción Chayote

Datos			
Caudal Max. Diario (m ³ /s)	Qmd =	0,00869	m ³ /s
Longitud total del tramo (m)	l =	3.080,00	m
Constante tubo	CH =	130,00	
Altura Salida	Hsalida =	1.846,90	m.s.n.m.
Altura Llegada	Hllegada =	1.758,50	m.s.n.m.

Línea de Presión Estática en el Tanque de Almacenamiento (Los Gemelos)

$$\begin{aligned} Pe &= 88,40 \text{ m.c.a} \\ hf \text{ deseado} &= 41,00 \text{ m} \end{aligned}$$

Dímetro exacto (m)

$$d = \frac{1.626 * l^{0.205} * Q^{0.38}}{C_H^{0.38} * h_f^{0.205}}$$

$$d = \begin{matrix} 0,102 \text{ m} & 0,1211 \\ 102,1 \text{ mm} \\ 4,0 \text{ "} \end{matrix}$$

Elegir Dímetros comerciales

	Nominal	Externo	Interno (mm)	Espesor e
D1	100	114,3	107,57	6,73
D2	75	88,9	83,67	5,23

Velocidad media del sistema (Revision)

$$v = \begin{matrix} 1,10 \\ 1,06 \text{ m/s} \end{matrix}$$

Convertir a Sistema en Serie

$$k_{1,2} = \frac{10.675}{C_H^{1.852} * d_{1,2}^{4.87}}$$

$$\begin{aligned} K1 &= 67,454 \\ K2 &= 229,314 \end{aligned}$$

$$l_1 = \frac{\left(\frac{h_T}{Q^n} - l_T * k_2\right)}{k_1 - k_2}$$

$$\begin{aligned} hT &= 41 \text{ m} \\ L1 &= 2701,77 \text{ m} \\ L2 &= 378,23 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimensionamiento Tubería

Determinar Sobre Presion o Golpe de Ariete

Celeridad

$$k = 18$$

$$Cw = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

$$Cw1 = 540,08 \text{ m/s}$$

$$Cw2 = 539,88 \text{ m/s}$$

$$Ceq = \frac{l_T}{\sum \left(\frac{l_i}{C_i} \right)}$$

$$Cw eq = 540,06 \text{ m/s}$$

Area Equivalente

$$Aeq = \frac{l_T}{\sum \left(\frac{l_i}{A_i} \right)}$$

$$Aeq = 0,0084 \text{ m}^2$$

Velocidad Equivalente

$$Veq = \frac{Q}{Aeq}$$

$$Veq = 1,03 \text{ m/s}$$

Tiempo de Cierre de Válvula (tc)

$$T = \frac{2 * l}{Ceq}$$

$$l = 3080 \text{ m}$$

$$T = 11,41 \text{ s}$$

Dimensionamiento Tubería

Evaluar Hmax en cierre lento $t_c > T$

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

$$t_c = 40 \text{ s}$$

$$H_{\max} = 16,2 \text{ m}$$

Evaluar Hmax en cierre rapido $t_c < T$

$$\Delta H = \frac{C_{eq} * v}{g}$$

$$H_{\max} = 56,86 \text{ m}$$

Revisión de Presiones

	Estación	Elevación (m.s.n.m.)	Presión estática (m.c.a.)	sobrepresión (m.c.a.)
Pc	3 + 385	1.758,00	88,40	104,61

Dimensionamiento Tubería

Anexo 60. Memoria de Cálculo Excel. Palmira -Tanque Virgilio.

Longitud de Tubería

Nº	Estacion	Distacia Acum.	Elevación m.s.n.m	Pendiente (%)	Distancia Vertical (m)	Distancia Horizontal (m)	Distancia Inclinada (m)	Distancia Inclinada Acum. (m)
1	0+000,00	0,00	1.910,73	-0,1264	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0+005,96	5,96	1.909,97	-0,1758	-0,75	5,96	6,01	6,01
3	0+006,05	6,05	1.909,96	-0,106	-0,02	0,09	0,09	6,10
4	0+006,11	6,11	1.909,95	-0,106	-0,01	0,06	0,06	6,16
5	0+006,19	6,19	1.909,94	-0,2033	-0,01	0,08	0,08	6,24
6	0+025,56	25,56	1.906,01	-0,1428	-3,94	19,37	19,77	26,01
7	0+033,34	33,34	1.904,89	-0,0981	-1,11	7,78	7,86	33,86
8	0+039,78	39,78	1.904,26	-0,3166	-0,63	6,44	6,47	40,34
9	0+046,16	46,16	1.902,25	-0,0583	-2,02	6,38	6,69	47,03
10	0+051,03	51,03	1.901,96	-0,2809	-0,28	4,87	4,88	51,91
11	0+058,01	58,01	1.900,00	-0,0695	-1,96	6,98	7,25	59,16
12	0+067,69	67,69	1.899,33	-0,0695	-0,67	9,68	9,70	68,86
13	0+076,66	76,66	1.898,71	-0,0508	-0,62	8,97	8,99	77,85
14	0+088,87	88,87	1.898,08	-0,067	-0,62	12,21	12,23	90,08
15	0+091,56	91,56	1.897,90	-0,1063	-0,18	2,69	2,70	92,77
16	0+094,50	94,5	1.897,59	-0,121	-0,31	2,94	2,96	95,73
17	0+102,11	102,11	1.896,67	-0,121	-0,92	7,61	7,67	103,39
18	0+105,24	105,24	1.896,29	-0,1692	-0,38	3,13	3,15	106,55
19	0+106,24	106,24	1.896,12	-0,1867	-0,17	1,00	1,01	107,56
20	0+114,41	114,41	1.894,60	-0,1676	-1,53	8,17	8,31	115,87
21	0+118,19	118,19	1.893,96	0,0973	-0,63	3,78	3,83	119,71
22	0+129,66	129,66	1.895,08	0,1207	1,12	11,47	11,52	131,23
23	0+135,81	135,81	1.895,82	0,0252	0,74	6,15	6,19	137,42
24	0+137,63	137,63	1.895,87	0,0296	0,05	1,82	1,82	139,24
25	0+140,53	140,53	1.895,95	0,0219	0,09	2,90	2,90	142,15
26	0+170,60	170,6	1.896,61	0,0154	0,66	30,07	30,08	172,22
27	0+191,02	191,02	1.896,93	0,0147	0,32	20,42	20,42	192,65
28	0+199,52	199,52	1.897,05	0,0306	0,13	8,50	8,50	201,15
29	0+202,23	202,23	1.897,14	0,0394	0,08	2,71	2,71	203,86
30	0+203,54	203,54	1.897,19	0,0358	0,05	1,31	1,31	205,17
31	0+206,23	206,23	1.897,28	0,0413	0,10	2,69	2,69	207,86
32	0+208,75	208,75	1.897,39	0,0437	0,10	2,52	2,52	210,38
33	0+211,74	211,74	1.897,52	0,0503	0,13	2,99	2,99	213,38
34	0+213,43	213,43	1.897,60	0,0514	0,09	1,69	1,69	215,07
35	0+219,13	219,13	1.897,90	0,0494	0,29	5,70	5,71	220,78
36	0+228,18	228,18	1.898,34	0,0582	0,45	9,05	9,06	229,84
37	0+237,49	237,49	1.898,89	0,0391	0,54	9,31	9,33	239,16
38	0+244,99	244,99	1.899,18	0,0339	0,29	7,50	7,51	246,67
39	0+252,50	252,5	1.899,43	0,0453	0,25	7,51	7,51	254,18
40	0+253,51	253,51	1.899,48	0,0145	0,05	1,01	1,01	255,19
41	0+263,01	263,01	1.899,62	0,0181	0,14	9,50	9,50	264,69
42	0+282,06	282,06	1.899,96	0,0005	0,34	19,05	19,05	283,75
43	0+283,65	283,65	1.899,96	0,0021	0,00	1,59	1,59	285,34
44	0+286,37	286,37	1.899,97	-0,1263	0,01	2,72	2,72	288,06

45	0+288,40	288,4	1.899,71	-0,1976	-0,26	2,03	2,05	290,10
46	0+291,54	291,54	1.899,09	-0,0238	-0,62	3,14	3,20	293,30
47	0+295,81	295,81	1.898,99	-0,0317	-0,10	4,27	4,27	297,58
48	0+307,50	307,5	1.898,62	-0,0185	-0,37	11,69	11,70	309,27
49	0+330,26	330,26	1.898,20	-0,0287	-0,42	22,76	22,76	332,04
50	0+335,59	335,59	1.898,04	0,0282	-0,15	5,33	5,33	337,37
51	0+335,89	335,89	1.898,05	0,0265	0,01	0,30	0,30	337,67
52	0+360,46	360,46	1.898,71	-0,0008	0,65	24,57	24,58	362,25
53	0+362,83	362,83	1.898,70	-0,0022	0,00	2,37	2,37	364,62
54	0+383,30	383,3	1.898,66	-0,3677	-0,05	20,47	20,47	385,09
55	0+384,30	384,3	1.898,29	-0,2779	-0,37	1,00	1,07	386,15
56	0+386,77	386,77	1.897,60	-0,5966	-0,68	2,47	2,56	388,72
57	0+387,08	387,08	1.897,42	-0,5793	-0,19	0,31	0,36	389,08
58	0+387,56	387,56	1.897,14	0,0566	-0,28	0,48	0,55	389,63
59	0+398,16	398,16	1.897,74	-0,6664	0,60	10,60	10,62	400,25
60	0+398,54	398,54	1.897,49	-0,6357	-0,25	0,38	0,46	400,71
61	0+399,15	399,15	1.897,10	0,0415	-0,38	0,61	0,72	401,43
62	0+404,52	404,52	1.897,33	0,0482	0,22	5,37	5,37	406,80
63	0+418,48	418,48	1.898,00	-0,8054	0,67	13,96	13,98	420,78
64	0+418,85	418,85	1.897,70	-0,1332	-0,30	0,37	0,48	421,25
65	0+425,74	425,74	1.896,79	0,0979	-0,92	6,89	6,95	428,20
66	0+433,02	433,02	1.897,50	-0,5384	0,71	7,28	7,31	435,52
67	0+433,42	433,42	1.897,29	-0,3227	-0,21	0,40	0,45	435,97
68	0+433,80	433,8	1.897,16	-0,0446	-0,13	0,38	0,40	436,37
69	0+441,29	441,29	1.896,83	0,1261	-0,33	7,49	7,50	443,87
70	0+447,26	447,26	1.897,58	-0,2069	0,75	5,97	6,02	449,88
71	0+447,70	447,7	1.897,49	-0,1179	-0,09	0,44	0,45	450,33
72	0+448,08	448,08	1.897,45	-0,0857	-0,04	0,38	0,38	450,72
73	0+452,01	452,01	1.897,11	0,0568	-0,34	3,93	3,94	454,66
74	0+457,68	457,68	1.897,43	0,1042	0,32	5,67	5,68	460,34
75	0+458,10	458,1	1.897,47	-0,0422	0,04	0,42	0,42	460,76
76	0+458,73	458,73	1.897,45	-0,3194	-0,03	0,63	0,63	461,39
77	0+463,82	463,82	1.895,82	0,2657	-1,63	5,09	5,34	466,74
78	0+464,67	464,67	1.896,05	0,1499	0,23	0,85	0,88	467,62
79	0+470,83	470,83	1.896,97	0,5829	0,92	6,16	6,23	473,84
80	0+471,23	471,23	1.897,21	-0,0741	0,23	0,40	0,46	474,31
81	0+478,62	478,62	1.896,66	0,6717	-0,55	7,39	7,41	481,72
82	0+479,39	479,39	1.897,17	-0,2312	0,51	0,77	0,93	482,64
83	0+479,50	479,5	1.897,15	-0,0358	-0,03	0,11	0,11	482,76
84	0+484,55	484,55	1.896,97	0,1127	-0,18	5,05	5,05	487,81
85	0+485,69	485,69	1.897,09	0,9398	0,13	1,14	1,15	488,96
86	0+485,84	485,84	1.897,23	1,0223	0,13	0,15	0,20	489,16
87	0+486,39	486,39	1.897,79	0,4162	0,57	0,55	0,79	489,95
88	0+487,70	487,7	1.898,34	0,4083	0,54	1,31	1,42	491,36
89	0+487,77	487,77	1.898,37	0,2623	0,03	0,07	0,08	491,44
90	0+488,64	488,64	1.898,60	-0,081	0,23	0,87	0,90	492,34
91	0+493,56	493,56	1.898,20	0,0297	-0,40	4,92	4,94	497,28

92	0+494,86	494,86	1.898,24	0,0066	0,04	1,30	1,30	498,58
93	0+495,11	495,11	1.898,24	0,0773	0,00	0,25	0,25	498,83
94	0+495,31	495,31	1.898,25	-0,1557	0,02	0,20	0,20	499,03
95	0+501,60	501,6	1.897,27	-0,1875	-0,98	6,29	6,37	505,39
96	0+502,72	502,72	1.897,06	-0,1452	-0,21	1,12	1,14	506,53
97	0+509,38	509,38	1.896,10	0,1476	-0,97	6,66	6,73	513,26
98	0+526,36	526,36	1.898,60	-0,0562	2,51	16,98	17,16	530,43
99	0+536,04	536,04	1.898,06	0,1103	-0,54	9,68	9,70	540,12
100	0+537,11	537,11	1.898,18	0,0464	0,12	1,07	1,08	541,20
101	0+550,57	550,57	1.898,80	-0,0085	0,62	13,46	13,47	554,67
102	0+551,92	551,92	1.898,79	0,0295	-0,01	1,35	1,35	556,02
103	0+556,99	556,99	1.898,94	-0,0197	0,15	5,07	5,07	561,09
104	0+560,64	560,64	1.898,87	0,0359	-0,07	3,65	3,65	564,75
105	0+563,89	563,89	1.898,98	0,0378	0,12	3,25	3,25	568,00
106	0+569,31	569,31	1.899,19	-0,1408	0,21	5,42	5,42	573,42
107	0+572,93	572,93	1.898,68	-0,2195	-0,51	3,62	3,66	577,08
108	0+580,06	580,06	1.897,11	0,1286	-1,57	7,13	7,30	584,38
109	0+582,12	582,12	1.897,38	0,0445	0,26	2,06	2,08	586,45
110	0+595,60	595,6	1.897,98	0,0635	0,60	13,48	13,49	599,95
111	0+606,71	606,71	1.898,68	-0,4168	0,70	11,11	11,13	611,08
112	0+607,06	607,06	1.898,54	-0,5172	-0,15	0,35	0,38	611,46
113	0+607,08	607,08	1.898,52	-0,4664	-0,01	0,02	0,02	611,48
114	0+607,18	607,18	1.898,48	-0,4028	-0,04	0,10	0,11	611,59
115	0+607,59	607,59	1.898,31	-0,0139	-0,17	0,41	0,44	612,03
116	0+619,17	619,17	1.898,15	0,0644	-0,16	11,58	11,58	623,62
117	0+622,46	622,46	1.898,37	-0,3741	0,21	3,29	3,30	626,91
118	0+622,84	622,84	1.898,23	-0,3204	-0,14	0,38	0,40	627,32
119	0+623,13	623,13	1.898,13	-0,3735	-0,09	0,29	0,30	627,62
120	0+623,72	623,72	1.897,91	-0,0942	-0,22	0,59	0,63	628,25
121	0+634,44	634,44	1.896,90	-0,0179	-1,01	10,72	10,77	639,02
122	0+645,37	645,37	1.896,71	-0,2454	-0,20	10,93	10,93	649,95
123	0+646,77	646,77	1.896,36	-0,1434	-0,34	1,40	1,44	651,39
124	0+647,54	647,54	1.896,25	-0,0374	-0,11	0,77	0,78	652,17
125	0+660,30	660,3	1.895,77	0,079	-0,48	12,76	12,77	664,94
126	0+667,25	667,25	1.896,32	-0,0167	0,55	6,95	6,97	671,91
127	0+668,59	668,59	1.896,30	-0,0126	-0,02	1,34	1,34	673,25
128	0+695,71	695,71	1.895,96	0,0963	-0,34	27,12	27,12	700,37
129	0+696,90	696,9	1.896,07	0,1801	0,11	1,19	1,20	701,57
130	0+697,08	697,08	1.896,11	0,134	0,03	0,18	0,18	701,75
131	0+698,49	698,49	1.896,30	0,0551	0,19	1,41	1,42	703,17
132	0+713,02	713,02	1.897,10	-0,0715	0,80	14,53	14,55	717,73
133	0+731,63	731,63	1.895,77	-0,0598	-1,33	18,61	18,66	736,38
134	0+747,77	747,77	1.894,80	0,0677	-0,96	16,14	16,17	752,55
135	0+749,99	749,99	1.894,95	0,0718	0,15	2,22	2,23	754,78
136	0+750,40	750,4	1.894,98	0,1902	0,03	0,41	0,41	755,19
137	0+750,98	750,98	1.895,09	0,3856	0,11	0,58	0,59	755,78
138	0+751,20	751,2	1.895,18	-0,0256	0,09	0,22	0,24	756,02

139	0+769,47	769,47	1.894,71	0,542	-0,47	18,27	18,28	774,29
140	0+770,31	770,31	1.895,17	0,1887	0,46	0,84	0,96	775,25
141	0+776,44	776,44	1.896,32	-0,0543	1,15	6,13	6,24	781,49
142	0+779,95	779,95	1.896,13	0,1121	-0,19	3,51	3,52	785,00
143	0+793,46	793,46	1.897,65	-0,2132	1,51	13,51	13,59	798,60
144	0+800,38	800,38	1.896,17	0,025	-1,48	6,92	7,08	805,67
145	0+814,17	814,17	1.896,51	-0,0025	0,34	13,79	13,79	819,47
146	0+815,87	815,87	1.896,51	0,0424	0,00	1,70	1,70	821,17
147	0+816,39	816,39	1.896,53	0,0579	0,02	0,52	0,52	821,69
148	0+834,37	834,37	1.897,57	0,0284	1,04	17,98	18,01	839,70
149	0+834,44	834,44	1.897,57	0,0495	0,00	0,07	0,07	839,77
150	0+835,07	835,07	1.897,61	-0,014	0,03	0,63	0,63	840,40
151	0+835,78	835,78	1.897,60	-0,1398	-0,01	0,71	0,71	841,11
152	0+836,72	836,72	1.897,46	0,0045	-0,13	0,94	0,95	842,06
153	0+862,00	862	1.897,58	-0,148	0,11	25,28	25,28	867,34
154	0+864,47	864,47	1.897,21	-0,0091	-0,37	2,47	2,50	869,83
155	0+865,57	865,57	1.897,20	0,012	-0,01	1,10	1,10	870,93
156	0+890,22	890,22	1.897,49	-0,1561	0,29	24,65	24,65	895,58
157	0+891,58	891,58	1.897,28	-0,0723	-0,21	1,36	1,38	896,96
158	0+906,53	906,53	1.896,20	0,0559	-1,08	14,95	14,99	911,95
159	0+919,19	919,19	1.896,91	-0,0149	0,71	12,66	12,68	924,63
160	0+920,73	920,73	1.896,89	-0,0459	-0,02	1,54	1,54	926,17
161	0+944,30	944,3	1.895,81	0,0246	-1,08	23,57	23,59	949,77
162	0+946,59	946,59	1.895,86	-0,0349	0,06	2,29	2,29	952,06
163	0+964,56	964,56	1.895,23	0,0184	-0,63	17,97	17,98	970,04
164	0+965,79	965,79	1.895,26	-0,1122	0,02	1,23	1,23	971,27
165	0+968,10	968,1	1.895,00	0,0669	-0,26	2,31	2,32	973,59
166	0+977,65	977,65	1.895,64	0,0362	0,64	9,55	9,57	983,16
167	0+979,28	979,28	1.895,70	-0,1272	0,06	1,63	1,63	984,79
168	0+980,69	980,69	1.895,52	-0,1379	-0,18	1,41	1,42	986,22
169	0+993,60	993,6	1.893,74	0,1819	-1,78	12,91	13,03	999,25
170	0+994,27	994,27	1.893,86	0,1121	0,12	0,67	0,68	999,93
171	0+997,16	997,16	1.894,18	0,1005	0,32	2,89	2,91	1002,84
172	1+007,99	1007,99	1.895,27	0,1031	1,09	10,83	10,88	1013,72
173	1+009,22	1009,22	1.895,40	0,0606	0,13	1,23	1,24	1014,96
174	1+010,55	1010,55	1.895,48	-0,0333	0,08	1,33	1,33	1016,29
175	1+019,59	1019,59	1.895,18	0,0539	-0,30	9,04	9,04	1025,33
176	1+023,91	1023,91	1.895,41	-0,0886	0,23	4,32	4,33	1029,66
177	1+030,62	1030,62	1.894,82	0,0113	-0,60	6,71	6,74	1036,40
178	1+040,40	1040,4	1.894,93	0,2425	0,11	9,78	9,78	1046,18
179	1+043,48	1043,48	1.895,67	-0,0666	0,75	3,08	3,17	1049,35
180	1+054,32	1054,32	1.894,95	0,0439	-0,72	10,84	10,86	1060,21
181	1+059,91	1059,91	1.895,20	0,3073	0,25	5,59	5,60	1065,81
182	1+061,87	1061,87	1.895,80	-0,0774	0,60	1,96	2,05	1067,86
183	1+070,35	1070,35	1.895,15	-0,1707	-0,66	8,48	8,51	1076,36
184	1+072,53	1072,53	1.894,77	0,0594	-0,37	2,18	2,21	1078,57
185	1+076,63	1076,63	1.895,02	-0,0827	0,24	4,10	4,11	1082,68

186	1+080,80	1080,8	1.894,67	-0,367	-0,35	4,17	4,18	1086,87
187	1+081,84	1081,84	1.894,29	-0,2017	-0,38	1,04	1,11	1087,97
188	1+082,59	1082,59	1.894,14	0,0244	-0,15	0,75	0,77	1088,74
189	1+099,64	1099,64	1.894,55	-0,0996	0,42	17,05	17,06	1105,79
190	1+100,89	1100,89	1.894,43	-0,0619	-0,12	1,25	1,26	1107,05
191	1+114,10	1114,1	1.893,61	-0,1527	-0,82	13,21	13,24	1120,29
192	1+118,09	1118,09	1.893,00	-0,0608	-0,61	3,99	4,04	1124,32
193	1+134,53	1134,53	1.892,00	-0,0967	-1,00	16,44	16,47	1140,79
194	1+136,63	1136,63	1.891,80	0,0443	-0,20	2,10	2,11	1142,90
195	1+143,34	1143,34	1.892,10	0,0849	0,30	6,71	6,72	1149,62
196	1+145,94	1145,94	1.892,32	0,002	0,22	2,60	2,61	1152,23
197	1+150,21	1150,21	1.892,33	-0,1833	0,01	4,27	4,27	1156,50
198	1+152,76	1152,76	1.891,86	-0,0536	-0,47	2,55	2,59	1159,09
199	1+157,70	1157,7	1.891,59	-0,2051	-0,26	4,94	4,95	1164,04
200	1+159,36	1159,36	1.891,25	-0,2684	-0,34	1,66	1,69	1165,73
201	1+160,43	1160,43	1.890,97	0,0422	-0,29	1,07	1,11	1166,84
202	1+160,65	1160,65	1.890,98	-0,0696	0,01	0,22	0,22	1167,06
203	1+163,87	1163,87	1.890,75	0,0756	-0,22	3,22	3,23	1170,29
204	1+171,67	1171,67	1.891,34	-0,1453	0,59	7,80	7,82	1178,11
205	1+175,40	1175,4	1.890,80	-0,1281	-0,54	3,73	3,77	1181,88
206	1+178,86	1178,86	1.890,36	-0,1059	-0,44	3,46	3,49	1185,37
207	1+188,03	1188,03	1.889,39	-0,1179	-0,97	9,17	9,22	1194,59
208	1+191,39	1191,39	1.888,99	-0,176	-0,39	3,36	3,38	1197,97
209	1+202,29	1202,29	1.887,07	-0,0949	-1,92	10,90	11,07	1209,04
210	1+213,86	1213,86	1.885,97	-0,0563	-1,10	11,57	11,62	1220,66
211	1+217,41	1217,41	1.885,77	0,0928	-0,20	3,55	3,56	1224,22
212	1+227,34	1227,34	1.886,69	0,2456	0,92	9,93	9,97	1234,19
213	1+230,86	1230,86	1.887,56	-0,1303	0,87	3,52	3,62	1237,82
214	1+237,23	1237,23	1.886,73	0,0339	-0,83	6,37	6,42	1244,24
215	1+250,01	1250,01	1.887,16	-0,1707	0,43	12,78	12,79	1257,03
216	1+252,53	1252,53	1.886,73	-0,0777	-0,43	2,52	2,56	1259,58
217	1+267,33	1267,33	1.885,58	0,0265	-1,15	14,80	14,84	1274,43
218	1+268,67	1268,67	1.885,62	0,0137	0,04	1,34	1,34	1275,77
219	1+269,99	1269,99	1.885,64	-0,0539	0,02	1,32	1,32	1277,09
220	1+285,25	1285,25	1.884,81	0,0207	-0,82	15,26	15,28	1292,37
221	1+323,70	1323,7	1.885,61	-0,0257	0,80	38,45	38,46	1330,83
222	1+325,04	1325,04	1.885,58	0,1336	-0,04	1,34	1,34	1332,17
223	1+325,86	1325,86	1.885,69	0,121	0,11	0,82	0,83	1333,00
224	1+327,07	1327,07	1.885,83	-0,0123	0,15	1,21	1,22	1334,21
225	1+328,50	1328,5	1.885,81	0,1114	-0,02	1,43	1,43	1335,64
226	1+330,55	1330,55	1.886,04	-0,0066	0,23	2,05	2,06	1337,71
227	1+360,53	1360,53	1.885,84	-0,1498	-0,20	29,98	29,98	1367,69
228	1+367,27	1367,27	1.884,83	0,2339	-1,01	6,74	6,82	1374,50
229	1+377,28	1377,28	1.887,18	-0,6342	2,34	10,01	10,28	1384,78
230	1+378,92	1378,92	1.886,14	0,2882	-1,04	1,64	1,94	1386,73
231	1+387,35	1387,35	1.888,57	-0,3478	2,43	8,43	8,77	1395,50
232	1+388,68	1388,68	1.888,10	-0,1298	-0,46	1,33	1,41	1396,91

233	1+389,95	1389,95	1.887,94	0,0639	-0,16	1,27	1,28	1398,19
234	1+390,08	1390,08	1.887,95	0,0307	0,01	0,13	0,13	1398,32
235	1+408,99	1408,99	1.888,53	-0,1714	0,58	18,91	18,92	1417,24
236	1+419,51	1419,51	1.886,72	0,2106	-1,80	10,52	10,67	1427,91
237	1+421,74	1421,74	1.887,19	0,3168	0,47	2,23	2,28	1430,19
238	1+424,42	1424,42	1.888,04	0,3351	0,85	2,68	2,81	1433,00
239	1+427,31	1427,31	1.889,01	0,0485	0,97	2,89	3,05	1436,05
240	1+428,57	1428,57	1.889,07	0,0581	0,06	1,26	1,26	1437,31
241	1+429,36	1429,36	1.889,12	-0,0299	0,05	0,79	0,79	1438,10
242	1+430,97	1430,97	1.889,07	-0,0923	-0,05	1,61	1,61	1439,71
243	1+451,30	1451,3	1.887,19	-0,0836	-1,88	20,33	20,42	1460,13
244	1+454,41	1454,41	1.886,93	0,0026	-0,26	3,11	3,12	1463,25
245	1+465,06	1465,06	1.886,96	0,4226	0,03	10,65	10,65	1473,90
246	1+466,83	1466,83	1.887,71	0,2145	0,75	1,77	1,92	1475,82
247	1+468,67	1468,67	1.888,10	0,0208	0,39	1,84	1,88	1477,70
248	1+480,73	1480,73	1.888,35	0,187	0,25	12,06	12,06	1489,77
249	1+484,05	1484,05	1.888,98	-0,1081	0,62	3,32	3,38	1493,14
250	1+496,85	1496,85	1.887,59	0,0729	-1,38	12,80	12,87	1506,02
251	1+509,21	1509,21	1.888,49	-0,1277	0,90	12,36	12,39	1518,41
252	1+513,56	1513,56	1.887,94	-0,0364	-0,56	4,35	4,39	1522,80
253	1+520,43	1520,43	1.887,69	0,0126	-0,25	6,87	6,87	1529,67
254	1+526,49	1526,49	1.887,76	-0,3206	0,08	6,06	6,06	1535,73
255	1+529,13	1529,13	1.886,92	0,2296	-0,85	2,64	2,77	1538,50
256	1+534,15	1534,15	1.888,07	-0,4179	1,15	5,02	5,15	1543,65
257	1+536,39	1536,39	1.887,14	-0,2451	-0,93	2,24	2,43	1546,08
258	1+540,00	1540	1.886,25	0,2222	-0,89	3,61	3,72	1549,80
259	1+549,23	1549,23	1.888,30	-0,1741	2,05	9,23	9,46	1559,25
260	1+551,53	1551,53	1.887,90	-0,0687	-0,40	2,30	2,33	1561,59
261	1+562,43	1562,43	1.887,15	0,0454	-0,75	10,90	10,93	1572,51
262	1+565,00	1565	1.887,27	-0,0158	0,12	2,57	2,57	1575,09
263	1+575,17	1575,17	1.887,11	0,3942	-0,16	10,17	10,17	1585,26
264	1+578,57	1578,57	1.888,45	-0,2031	1,34	3,40	3,65	1588,91
265	1+589,67	1589,67	1.886,19	0,0442	-2,26	11,10	11,33	1600,24
266	1+599,28	1599,28	1.886,62	0,2357	0,42	9,61	9,62	1609,86
267	1+604,03	1604,03	1.887,74	-0,0149	1,12	4,75	4,88	1614,74
268	1+606,06	1606,06	1.887,71	0,4355	-0,03	2,03	2,03	1616,77
269	1+609,49	1609,49	1.889,20	-0,1401	1,50	3,43	3,74	1620,51
270	1+621,71	1621,71	1.887,49	-0,3112	-1,71	12,22	12,34	1632,85
271	1+623,86	1623,86	1.886,82	-0,0629	-0,67	2,15	2,25	1635,10
272	1+624,11	1624,11	1.886,81	0,0744	-0,02	0,25	0,25	1635,35
273	1+643,42	1643,42	1.888,25	0,2697	1,44	19,31	19,36	1654,72
274	1+644,92	1644,92	1.888,65	0,3851	0,41	1,50	1,55	1656,27
275	1+645,78	1645,78	1.888,98	0,2589	0,33	0,86	0,92	1657,19
276	1+646,74	1646,74	1.889,23	0,2107	0,25	0,96	0,99	1658,18
277	1+647,58	1647,58	1.889,41	0,0603	0,18	0,84	0,86	1659,04
278	1+655,13	1655,13	1.889,86	0,0175	0,46	7,55	7,56	1666,60
279	1+673,44	1673,44	1.890,19	-0,0161	0,32	18,31	18,31	1684,92

280	1+675,20	1675,2	1.890,16	-0,0437	-0,03	1,76	1,76	1686,68
281	1+677,75	1677,75	1.890,05	-0,0398	-0,11	2,55	2,55	1689,23
282	1+694,48	1694,48	1.889,38	-0,0679	-0,67	16,73	16,74	1705,97
283	1+696,89	1696,89	1.889,22	-0,0486	-0,16	2,41	2,42	1708,39
284	1+699,95	1699,95	1.889,07	0,0801	-0,15	3,06	3,06	1711,45
285	1+710,91	1710,91	1.889,94	-0,0939	0,88	10,96	11,00	1722,45
286	1+733,44	1733,44	1.887,83	-0,1149	-2,12	22,53	22,63	1745,08
287	1+736,68	1736,68	1.887,46	-0,0343	-0,37	3,24	3,26	1748,34
288	1+739,92	1739,92	1.887,34	-0,0309	-0,11	3,24	3,24	1751,58
289	1+760,00	1760	1.886,72	-0,4105	-0,62	20,08	20,09	1771,67
290	1+767,80	1767,8	1.883,52	0,0796	-3,20	7,80	8,43	1780,10
291	1+770,50	1770,5	1.883,74	-0,0344	0,22	2,70	2,71	1782,81
292	1+772,21	1772,21	1.883,68	-0,1274	-0,06	1,71	1,71	1784,52
293	1+773,55	1773,55	1.883,51	0,2938	-0,17	1,34	1,35	1785,87
294	1+775,12	1775,12	1.883,97	0,1235	0,46	1,57	1,64	1787,51
295	1+777,85	1777,85	1.884,31	-0,0651	0,34	2,73	2,75	1790,26
296	1+781,60	1781,6	1.884,06	-0,2893	-0,24	3,75	3,76	1794,02
297	1+784,83	1784,83	1.883,13	-0,4277	-0,94	3,23	3,36	1797,38
298	1+786,81	1786,81	1.882,28	-0,1897	-0,85	1,98	2,15	1799,53
299	1+787,77	1787,77	1.882,10	-0,121	-0,18	0,96	0,98	1800,51
300	1+790,12	1790,12	1.881,82	0,1716	-0,28	2,35	2,37	1802,88
301	1+799,43	1799,43	1.883,41	-0,0897	1,60	9,31	9,45	1812,32
302	1+807,34	1807,34	1.882,70	-0,0382	-0,71	7,91	7,94	1820,26
303	1+819,69	1819,69	1.882,23	-0,1079	-0,47	12,35	12,36	1832,62
304	1+822,68	1822,68	1.881,91	-0,1308	-0,32	2,99	3,01	1835,63
305	1+826,28	1826,28	1.881,44	-0,1252	-0,47	3,60	3,63	1839,26
306	1+830,81	1830,81	1.880,87	-0,2312	-0,57	4,53	4,57	1843,83
307	1+830,93	1830,93	1.880,84	-0,0107	-0,03	0,12	0,12	1843,95
308	1+846,56	1846,56	1.880,68	0,0742	-0,17	15,63	15,63	1859,58
309	1+850,52	1850,52	1.880,97	-0,2449	0,29	3,96	3,97	1863,55
310	1+855,62	1855,62	1.879,72	-0,2142	-1,25	5,10	5,25	1868,80
311	1+862,14	1862,14	1.878,33	-0,3998	-1,39	6,52	6,67	1875,47
312	1+870,46	1870,46	1.875,00	-0,3681	-3,33	8,32	8,96	1884,43
313	1+873,28	1873,28	1.873,96	-0,2031	-1,04	2,82	3,01	1887,43
314	1+886,33	1886,33	1.871,31	-0,4633	-2,65	13,05	13,32	1900,75
315	1+890,74	1890,74	1.869,26	-0,1369	-2,05	4,41	4,86	1905,61
316	1+895,25	1895,25	1.868,65	0,0311	-0,62	4,51	4,55	1910,16
317	1+895,91	1895,91	1.868,67	0,0022	0,02	0,66	0,66	1910,82
318	1+899,64	1899,64	1.868,68	0,0025	0,01	3,73	3,73	1914,55
319	1+904,69	1904,69	1.868,69	-0,1424	0,01	5,05	5,05	1919,60
320	1+916,25	1916,25	1.867,04	-0,0445	-1,65	11,56	11,68	1931,28
321	1+920,38	1920,38	1.866,86	-0,0223	-0,18	4,13	4,13	1935,42
322	1+921,23	1921,23	1.866,84	-0,0829	-0,02	0,85	0,85	1936,27
323	1+922,90	1922,9	1.866,70	0,0081	-0,14	1,67	1,68	1937,94
324	1+930,80	1930,8	1.866,77	0,0785	0,06	7,90	7,90	1945,84
325	1+934,57	1934,57	1.867,06	0,2585	0,30	3,77	3,78	1949,62
326	1+938,65	1938,65	1.868,12	0,6256	1,06	4,08	4,21	1953,84

327	1+939,54	1939,54	1.868,67	0,22	0,55	0,89	1,05	1954,89
328	1+942,87	1942,87	1.869,40	-0,1071	0,73	3,33	3,41	1958,30
329	1+949,36	1949,36	1.868,71	-0,0736	-0,69	6,49	6,53	1964,82
330	1+952,37	1952,37	1.868,49	0,2244	-0,22	3,01	3,02	1967,84
331	1+961,45	1961,45	1.870,52	-0,3446	2,04	9,08	9,31	1977,15
332	1+966,09	1966,09	1.868,92	-0,1649	-1,60	4,64	4,91	1982,05
333	1+969,75	1969,75	1.868,32	-0,0303	-0,60	3,66	3,71	1985,76
334	1+973,27	1973,27	1.868,21	0,1188	-0,11	3,52	3,52	1989,29
335	1+981,96	1981,96	1.869,25	0,0422	1,03	8,69	8,75	1998,04
336	1+983,70	1983,7	1.869,32	0,0081	0,07	1,74	1,74	1999,78
337	1+987,90	1987,9	1.869,35	-0,0556	0,03	4,20	4,20	2003,98
338	2+002,42	2002,42	1.868,55	0,0977	-0,81	14,52	14,54	2018,52
339	2+007,03	2007,03	1.869,00	-0,1021	0,45	4,61	4,63	2023,15
340	2+010,83	2010,83	1.868,61	0,089	-0,39	3,80	3,82	2026,97
341	2+027,80	2027,8	1.870,12	-0,3271	1,51	16,97	17,04	2044,01
342	2+031,30	2031,3	1.868,98	-0,0779	-1,14	3,50	3,68	2047,69
343	2+047,78	2047,78	1.867,69	0,2624	-1,28	16,48	16,53	2064,22
344	2+052,32	2052,32	1.868,88	-0,1736	1,19	4,54	4,69	2068,92
345	2+055,85	2055,85	1.868,27	0,063	-0,61	3,53	3,58	2072,50
346	2+061,44	2061,44	1.868,62	0,1606	0,35	5,59	5,60	2078,10
347	2+067,44	2067,44	1.869,59	0,1454	0,96	6,00	6,08	2084,18
348	2+070,49	2070,49	1.870,03	-0,2267	0,44	3,05	3,08	2087,26
349	2+082,01	2082,01	1.867,42	-0,0147	-2,61	11,52	11,81	2099,07
350	2+088,73	2088,73	1.867,32	0,1425	-0,10	6,72	6,72	2105,79
351	2+095,79	2095,79	1.868,33	0,3927	1,01	7,06	7,13	2112,92
352	2+099,39	2099,39	1.869,74	-0,1147	1,41	3,60	3,87	2116,79
353	2+103,99	2103,99	1.869,21	0,0541	-0,53	4,60	4,63	2121,42
354	2+106,68	2106,68	1.869,36	-0,1022	0,14	2,69	2,69	2124,11
355	2+113,97	2113,97	1.868,61	0,0674	-0,75	7,29	7,33	2131,44
356	2+119,72	2119,72	1.869,00	0,009	0,39	5,75	5,76	2137,21
357	2+125,14	2125,14	1.869,05	0,1478	0,05	5,42	5,42	2142,63
358	2+130,81	2130,81	1.869,88	0,3791	0,84	5,67	5,73	2148,36
359	2+132,07	2132,07	1.870,36	0,153	0,48	1,26	1,35	2149,71
360	2+133,34	2133,34	1.870,56	0,3753	0,19	1,27	1,28	2150,99
361	2+139,21	2139,21	1.872,76	0,4698	2,20	5,87	6,27	2157,26
362	2+141,75	2141,75	1.873,96	0,3509	1,20	2,54	2,81	2160,07
363	2+149,01	2149,01	1.876,50	0,2402	2,54	7,26	7,69	2167,76
364	2+153,61	2153,61	1.877,61	-0,02	1,11	4,60	4,73	2172,49
365	2+161,97	2161,97	1.877,44	0,0068	-0,17	8,36	8,36	2180,85
366	2+167,35	2167,35	1.877,48	0,1082	0,04	5,38	5,38	2186,23
367	2+170,46	2170,46	1.877,81	0,1947	0,34	3,11	3,13	2189,36
368	2+176,28	2176,28	1.878,95	0,1166	1,13	5,82	5,93	2195,29
369	2+182,43	2182,43	1.879,67	0,0447	0,72	6,15	6,19	2201,48
370	2+189,30	2189,3	1.879,97	0,0936	0,31	6,87	6,88	2208,36
371	2+195,45	2195,45	1.880,55	0,0036	0,58	6,15	6,18	2214,54
372	2+198,86	2198,86	1.880,56	-0,0515	0,01	3,41	3,41	2217,95
373	2+200,54	2200,54	1.880,47	0,0434	-0,09	1,68	1,68	2219,63

374	2+201,65	2201,65	1.880,52	0,0925	0,05	1,11	1,11	2220,74
375	2+206,65	2206,65	1.880,98	-0,2766	0,46	5,00	5,02	2225,76
376	2+208,75	2208,75	1.880,40	0,2021	-0,58	2,10	2,18	2227,94
377	2+210,69	2210,69	1.880,80	-0,6759	0,39	1,94	1,98	2229,92
378	2+212,02	2212,02	1.879,89	0,5302	-0,90	1,33	1,61	2231,53
379	2+214,10	2214,1	1.880,99	0,0119	1,10	2,08	2,35	2233,88
380	2+230,74	2230,74	1.881,19	-0,2335	0,20	16,64	16,64	2250,52
381	2+238,57	2238,57	1.879,36	-0,0086	-1,83	7,83	8,04	2258,56
382	2+249,56	2249,56	1.879,27	0,051	-0,09	10,99	10,99	2269,55
383	2+291,28	2291,28	1.881,40	-0,1651	2,13	41,72	41,77	2311,33
384	2+296,69	2296,69	1.880,50	0,0137	-0,89	5,41	5,48	2316,81
385	2+301,77	2301,77	1.880,57	-0,0129	0,07	5,08	5,08	2321,89
386	2+348,81	2348,81	1.879,97	-0,2224	-0,61	47,04	47,04	2368,93
387	2+354,06	2354,06	1.878,80	0,0112	-1,17	5,25	5,38	2374,31
388	2+354,45	2354,45	1.878,80	0,1787	0,00	0,39	0,39	2374,70
389	2+361,70	2361,7	1.880,10	-0,1397	1,29	7,25	7,36	2382,07
390	2+362,59	2362,59	1.879,97	-0,0809	-0,13	0,89	0,90	2382,97
391	2+366,49	2366,49	1.879,65	-0,2676	-0,32	3,90	3,91	2386,88
392	2+370,54	2370,54	1.878,57	-0,1781	-1,08	4,05	4,19	2391,07
393	2+374,15	2374,15	1.877,93	-0,1835	-0,64	3,61	3,67	2394,74
394	2+377,74	2377,74	1.877,27	-0,1927	-0,66	3,59	3,65	2398,39
395	2+385,14	2385,14	1.875,84	-0,2002	-1,43	7,40	7,54	2405,92
396	2+402,19	2402,19	1.872,43	-0,1685	-3,41	17,05	17,39	2423,31
397	2+425,46	2425,46	1.868,51	0,011	-3,92	23,27	23,60	2446,91
398	2+462,39	2462,39	1.868,92	0,1132	0,41	36,93	36,93	2483,84
399	2+468,87	2468,87	1.869,65	0,0828	0,73	6,48	6,52	2490,36
400	2+470,78	2470,78	1.869,81	0,0351	0,16	1,91	1,92	2492,28
401	2+472,66	2472,66	1.869,87	0,0492	0,07	1,88	1,88	2494,16
402	2+477,92	2477,92	1.870,13	-0,053	0,26	5,26	5,27	2499,43
403	2+480,49	2480,49	1.870,00	0,0925	-0,14	2,57	2,57	2502,00
404	2+486,37	2486,37	1.870,54	0,0702	0,54	5,88	5,91	2507,91
405	2+492,06	2492,06	1.870,94	0,0701	0,40	5,69	5,70	2513,61
406	2+494,85	2494,85	1.871,13	-0,1263	0,19	2,79	2,80	2516,41
407	2+496,74	2496,74	1.870,89	-0,1231	-0,24	1,89	1,91	2518,31
408	2+500,50	2500,5	1.870,43	-0,1911	-0,46	3,76	3,79	2522,10
409	2+507,02	2507,02	1.869,19	-0,1474	-1,25	6,52	6,64	2528,74
410	2+515,85	2515,85	1.867,88	-0,0888	-1,30	8,83	8,93	2537,67
411	2+522,55	2522,55	1.867,29	-0,0794	-0,60	6,70	6,73	2544,39
412	2+525,68	2525,68	1.867,04	0,1641	-0,25	3,13	3,14	2547,53
413	2+530,66	2530,66	1.867,86	-0,0582	0,82	4,98	5,05	2552,58
414	2+544,46	2544,46	1.867,06	-0,2717	-0,80	13,80	13,82	2566,40
415	2+549,87	2549,87	1.865,58	-0,0793	-1,47	5,41	5,61	2572,01
416	2+564,80	2564,8	1.864,40	-0,1665	-1,18	14,93	14,98	2586,98
417	2+591,58	2591,58	1.859,94	-0,1446	-4,46	26,78	27,15	2614,13
418	2+591,65	2591,65	1.859,93	0,0753	-0,01	0,07	0,07	2614,20
419	2+620,25	2620,25	1.862,09	0,2768	2,15	28,60	28,68	2642,89
420	2+624,48	2624,48	1.863,26	0,2975	1,17	4,23	4,39	2647,27

421	2+628,98	2628,98	1.864,59	0,3097	1,34	4,50	4,69	2651,97
422	2+634,51	2634,51	1.866,31	0,3153	1,71	5,53	5,79	2657,76
423	2+643,46	2643,46	1.869,13	0,1467	2,82	8,95	9,38	2667,14
424	2+644,20	2644,2	1.869,24	0,1332	0,11	0,74	0,75	2667,89
425	2+652,04	2652,04	1.870,28	-0,0563	1,04	7,84	7,91	2675,80
426	2+653,45	2653,45	1.870,20	-0,0757	-0,08	1,41	1,41	2677,21
427	2+659,53	2659,53	1.869,74	-0,0308	-0,46	6,08	6,10	2683,31
428	2+665,55	2665,55	1.869,56	0,1951	-0,18	6,02	6,02	2689,33
429	2+671,03	2671,03	1.870,63	0,0147	1,07	5,48	5,58	2694,92
430	2+679,11	2679,11	1.870,75	0,1104	0,12	8,08	8,08	2703,00
431	2+682,91	2682,91	1.871,17	0,0657	0,42	3,80	3,82	2706,82
432	2+691,25	2691,25	1.871,71	0,0736	0,55	8,34	8,36	2715,18
433	2+694,17	2694,17	1.871,93	-0,203	0,22	2,92	2,93	2718,11
434	2+694,60	2694,6	1.871,84	-0,0646	-0,09	0,43	0,44	2718,54
435	2+728,98	2728,98	1.869,62	-0,0989	-2,22	34,38	34,45	2753,00
436	2+740,46	2740,46	1.868,49	0,0409	-1,13	11,48	11,54	2764,53
437	2+770,08	2770,08	1.869,70	-0,1496	1,21	29,62	29,64	2794,18
438	2+772,92	2772,92	1.869,27	-0,2516	-0,43	2,84	2,87	2797,05
439	2+780,69	2780,69	1.867,32	-0,292	-1,95	7,77	8,01	2805,06
440	2+789,60	2789,6	1.864,72	0,1352	-2,60	8,91	9,28	2814,34
441	2+791,96	2791,96	1.865,04	-0,012	0,32	2,36	2,38	2816,72
442	2+795,35	2795,35	1.865,00	0,0132	-0,04	3,39	3,39	2820,11
443	2+796,57	2796,57	1.865,01	-0,1367	0,02	1,22	1,22	2821,33
444	2+797,78	2797,78	1.864,85	0,0002	-0,17	1,21	1,22	2822,56
445	2+799,62	2799,62	1.864,85	-0,0719	0,00	1,84	1,84	2824,40
446	2+804,87	2804,87	1.864,47	0,0244	-0,38	5,25	5,26	2829,66
447	2+827,96	2827,96	1.865,03	0,1799	0,56	23,09	23,10	2852,76
448	2+832,95	2832,95	1.865,93	0,128	0,90	4,99	5,07	2857,83
449	2+858,46	2858,46	1.869,20	0,0277	3,27	25,51	25,72	2883,54
450	2+864,13	2864,13	1.869,35	0,1303	0,16	5,67	5,67	2889,22
451	2+867,22	2867,22	1.869,76	0,1338	0,40	3,09	3,12	2892,33
452	2+871,23	2871,23	1.870,29	0,2517	0,54	4,01	4,05	2896,38
453	2+875,99	2875,99	1.871,49	0,0243	1,20	4,76	4,91	2901,29
454	2+881,55	2881,55	1.871,63	-0,0697	0,13	5,56	5,56	2906,85
455	2+902,70	2902,7	1.870,15	-0,1509	-1,47	21,15	21,20	2928,05
456	2+927,77	2927,77	1.866,37	-0,0919	-3,78	25,07	25,35	2953,40
457	2+930,61	2930,61	1.866,11	-0,2278	-0,26	2,84	2,85	2956,26
458	2+931,56	2931,56	1.865,89	-0,2244	-0,22	0,95	0,97	2957,23
459	2+935,28	2935,28	1.865,06	-0,1624	-0,83	3,72	3,81	2961,04
460	2+936,56	2936,56	1.864,85	-0,0692	-0,21	1,28	1,30	2962,34
461	2+937,72	2937,72	1.864,77	0,0752	-0,08	1,16	1,16	2963,50
462	2+943,51	2943,51	1.865,21	0,0502	0,43	5,79	5,81	2969,31
463	2+949,17	2949,17	1.865,49	0,0242	0,29	5,66	5,67	2974,98
464	2+950,59	2950,59	1.865,53	-0,0565	0,03	1,42	1,42	2976,40
465	2+957,31	2957,31	1.865,15	0,0492	-0,38	6,72	6,73	2983,13
466	2+964,00	2964	1.865,48	0,1151	0,33	6,69	6,70	2989,82
467	2+965,55	2965,55	1.865,65	0,0846	0,18	1,55	1,56	2991,38

468	2+967,23	2967,23	1.865,80	-0,0052	0,14	1,68	1,69	2993,07
469	2+974,97	2974,97	1.865,76	-0,0331	-0,04	7,74	7,74	3000,81
470	2+984,42	2984,42	1.865,44	-0,0707	-0,31	9,45	9,46	3010,27
471	2+993,04	2993,04	1.864,83	-0,1284	-0,61	8,62	8,64	3018,91
472	2+994,88	2994,88	1.864,60	-0,177	-0,24	1,84	1,86	3020,76
473	3+002,43	3002,43	1.863,26	-0,278	-1,34	7,55	7,67	3028,43
474	3+003,70	3003,7	1.862,91	-0,1187	-0,35	1,27	1,32	3029,75
475	3+010,02	3010,02	1.862,16	-0,2691	-0,75	6,32	6,36	3036,11
476	3+015,61	3015,61	1.860,66	-0,1846	-1,50	5,59	5,79	3041,90
477	3+020,12	3020,12	1.859,82	-0,0697	-0,83	4,51	4,59	3046,49
478	3+021,49	3021,49	1.859,73	-0,2404	-0,10	1,37	1,37	3047,86
479	3+023,01	3023,01	1.859,36	-0,1101	-0,36	1,52	1,56	3049,42
480	3+026,95	3026,95	1.858,93	-0,2049	-0,43	3,94	3,96	3053,39
481	3+030,91	3030,91	1.858,12	0,0243	-0,81	3,96	4,04	3057,43
482	3+036,01	3036,01	1.858,24	0,0209	0,12	5,10	5,10	3062,53
483	3+036,44	3036,44	1.858,25	-0,1613	0,01	0,43	0,43	3062,96
484	3+044,86	3044,86	1.856,89	0,0116	-1,36	8,42	8,53	3071,49
485	3+052,35	3052,35	1.856,98	-0,0541	0,09	7,49	7,49	3078,98
486	3+055,84	3055,84	1.856,79	-0,2116	-0,19	3,49	3,50	3082,47
487	3+059,30	3059,3	1.856,06	0,0199	-0,73	3,46	3,54	3086,01
488	3+059,79	3059,79	1.856,07	-0,2038	0,01	0,49	0,49	3086,50
489	3+067,58	3067,58	1.854,48	-0,1256	-1,59	7,79	7,95	3094,45
490	3+068,19	3068,19	1.854,41	-0,071	-0,08	0,61	0,61	3095,07
491	3+077,91	3077,91	1.853,72	0,0123	-0,69	9,72	9,74	3104,81
492	3+080,40	3080,4	1.853,75	-0,2943	0,03	2,49	2,49	3107,30
493	3+081,19	3081,19	1.853,51	-0,4249	-0,23	0,79	0,82	3108,12
494	3+081,78	3081,78	1.853,26	0,2588	-0,25	0,59	0,64	3108,76
495	3+083,33	3083,33	1.853,67	0,0438	0,40	1,55	1,60	3110,37
496	3+086,63	3086,63	1.853,81	-0,2688	0,14	3,30	3,30	3113,67
497	3+089,37	3089,37	1.853,07	-0,2543	-0,74	2,74	2,84	3116,51
498	3+092,84	3092,84	1.852,19	0,0763	-0,88	3,47	3,58	3120,09
499	3+093,07	3093,07	1.852,21	0,1309	0,02	0,23	0,23	3120,32
500	3+094,30	3094,3	1.852,37	0,1474	0,16	1,23	1,24	3121,56
501	3+095,73	3095,73	1.852,58	0,2418	0,21	1,43	1,45	3123,00
502	3+096,28	3096,28	1.852,72	0,1029	0,13	0,55	0,57	3123,57
503	3+098,68	3098,68	1.852,96	0,234	0,25	2,40	2,41	3125,98
504	3+099,98	3099,98	1.853,27	0,2641	0,30	1,30	1,34	3127,32
505	3+101,60	3101,6	1.853,69	0,2663	0,43	1,62	1,68	3128,99
506	3+103,35	3103,35	1.854,16	0,246	0,47	1,75	1,81	3130,80
507	3+106,74	3106,74	1.855,00	-0,0503	0,83	3,39	3,49	3134,29
508	3+108,16	3108,16	1.854,93	-0,0585	-0,07	1,42	1,42	3135,72
509	3+109,91	3109,91	1.854,82	-0,026	-0,10	1,75	1,75	3137,47
510	3+111,13	3111,13	1.854,79	0,0011	-0,03	1,22	1,22	3138,69
511	3+112,35	3112,35	1.854,79	0,0612	0,00	1,22	1,22	3139,91
512	3+113,94	3113,94	1.854,89	0,0447	0,10	1,59	1,59	3141,50
513	3+118,87	3118,87	1.855,11	0,0199	0,22	4,93	4,93	3146,44
514	3+127,43	3127,43	1.855,28	0,0113	0,17	8,56	8,56	3155,00

515	3+132,94	3132,94	1.855,34	0,1224	0,06	5,51	5,51	3160,51
516	3+134,46	3134,46	1.855,53	0,1071	0,18	1,52	1,53	3162,04
517	3+141,81	3141,81	1.856,31	0,1399	0,79	7,35	7,39	3169,43
518	3+143,14	3143,14	1.856,50	0,1042	0,19	1,33	1,34	3170,78
519	3+154,62	3154,62	1.857,70	0,1215	1,20	11,48	11,54	3182,32
520	3+155,58	3155,58	1.857,81	0,0609	0,12	0,96	0,97	3183,29
521	3+165,59	3165,59	1.858,42	0,0357	0,61	10,01	10,03	3193,31
522	3+175,36	3175,36	1.858,77	0,0059	0,35	9,77	9,78	3203,09
523	3+177,59	3177,59	1.858,79	-0,0134	0,01	2,23	2,23	3205,32
524	3+191,14	3191,14	1.858,60	-0,0934	-0,18	13,55	13,55	3218,87
525	3+203,43	3203,43	1.857,46	-0,1555	-1,15	12,29	12,34	3231,21
526	3+205,44	3205,44	1.857,14	0,1686	-0,31	2,01	2,03	3233,25
527	3+215,57	3215,57	1.858,85	0,1439	1,71	10,13	10,27	3243,52
528	3+227,45	3227,45	1.860,56	0,1078	1,71	11,88	12,00	3255,52
529	3+235,24	3235,24	1.861,40	0,2952	0,84	7,79	7,84	3263,36
530	3+237,27	3237,27	1.862,00	0,2368	0,60	2,03	2,12	3265,48
531	3+239,28	3239,28	1.862,48	0,1083	0,48	2,01	2,07	3267,54
532	3+243,87	3243,87	1.862,98	0,1591	0,50	4,59	4,62	3272,16
533	3+252,47	3252,47	1.864,34	0,1991	1,37	8,60	8,71	3280,87
534	3+263,42	3263,42	1.866,52	0,2405	2,18	10,95	11,16	3292,03
535	3+268,67	3268,67	1.867,79	0,1727	1,26	5,25	5,40	3297,43
536	3+283,79	3283,79	1.870,40	0,1181	2,61	15,12	15,34	3312,78
537	3+293,09	3293,09	1.871,50	0,0321	1,10	9,30	9,36	3322,14
538	3+296,79	3296,79	1.871,62	0,0177	0,12	3,70	3,70	3325,84
539	3+299,86	3299,86	1.871,67	-0,0084	0,05	3,07	3,07	3328,91
540	3+301,79	3301,79	1.871,65	0,0969	-0,02	1,93	1,93	3330,84
541	3+309,05	3309,05	1.872,36	0,1008	0,70	7,26	7,29	3338,14
542	3+314,25	3314,25	1.872,88	0,1229	0,52	5,20	5,23	3343,36
543	3+319,06	3319,06	1.873,47	-0,1271	0,59	4,81	4,85	3348,21
544	3+330,91	3330,91	1.871,97	-0,0652	-1,51	11,85	11,95	3360,15
545	3+341,64	3341,64	1.871,27	-0,0727	-0,70	10,73	10,75	3370,91
546	3+372,92	3372,92	1.868,99	-0,1129	-2,28	31,28	31,36	3402,27
547	3+394,21	3394,21	1.866,59	0,1705	-2,40	21,29	21,43	3423,70
548	3+408,99	3408,99	1.869,11	-0,1055	2,52	14,78	14,99	3438,69
549	3+415,16	3415,16	1.868,45	0,2201	-0,65	6,17	6,20	3444,89
550	3+419,78	3419,78	1.869,47	-0,1387	1,02	4,62	4,73	3449,62
551	3+426,97	3426,97	1.868,47	-0,1878	-1,00	7,19	7,26	3456,88
552	3+434,74	3434,74	1.867,02	-0,2537	-1,46	7,77	7,91	3464,79
553	3+441,67	3441,67	1.865,26	0,1089	-1,76	6,93	7,15	3471,94
554	3+445,43	3445,43	1.865,67	-0,0984	0,41	3,76	3,78	3475,72
555	3+452,56	3452,56	1.864,97	-0,0064	-0,70	7,13	7,16	3482,88
556	3+455,80	3455,80	1.864,94	0,0357	-0,02	3,24	3,24	3486,12
557	3+459,65	3459,65	1.865,08	0,0942	0,14	3,85	3,85	3489,98
558	3+464,86	3464,86	1.865,57	0,1708	0,49	5,21	5,23	3495,21
559	3+470,59	3470,59	1.866,55	0,2699	0,98	5,73	5,81	3501,02
560	3+478,18	3478,18	1.868,60	-0,191	2,05	7,59	7,86	3508,88
561	3+479,43	3479,43	1.868,36	-0,1571	-0,24	1,25	1,27	3510,16

562	3+482,71	3482,71	1.867,84	-0,2321	-0,51	3,28	3,32	3513,48
563	3+489,09	3489,09	1.866,37	-0,2218	-1,48	6,38	6,55	3520,03
564	3+494,27	3494,27	1.865,22	0,0668	-1,15	5,18	5,31	3525,33
565	3+499,68	3499,68	1.865,58	-0,0094	0,36	5,41	5,42	3530,75
566	3+509,36	3509,36	1.865,49	0,0657	-0,09	9,68	9,68	3540,43
567	3+519,39	3519,39	1.866,15	0,1994	0,66	10,03	10,05	3550,49
568	3+521,93	3521,93	1.866,65	0,274	0,51	2,54	2,59	3553,08
569	3+531,22	3531,22	1.869,20	0,0321	2,55	9,29	9,63	3562,71
570	3+536,76	3536,76	1.869,38	0,0751	0,18	5,54	5,54	3568,25
571	3+559,01	3559,01	1.871,05	-0,0215	1,67	22,25	22,31	3590,56
572	3+580,39	3580,39	1.870,59	-0,2373	-0,46	21,38	21,38	3611,95
573	3+586,44	3586,44	1.869,15	-0,0493	-1,44	6,05	6,22	3618,17
574	3+590,61	3590,61	1.868,95	-0,0528	-0,21	4,17	4,18	3622,34
575	3+592,09	3592,09	1.868,87	0,0058	-0,08	1,48	1,48	3623,82
576	3+597,66	3597,66	1.868,90	0,1109	0,03	5,57	5,57	3629,39
577	3+604,57	3604,57	1.869,67	0,03	0,77	6,91	6,95	3636,35
578	3+609,84	3609,84	1.869,83	0,0033	0,16	5,27	5,27	3641,62
579	3+616,41	3616,41	1.869,85	0,0951	0,02	6,57	6,57	3648,19
580	3+623,85	3623,85	1.870,55	0,0497	0,71	7,44	7,47	3655,66
581	3+631,03	3631,03	1.870,91	-0,0614	0,36	7,18	7,19	3662,85
582	3+659,91	3659,91	1.869,14	0,1531	-1,77	28,88	28,93	3691,79
583	3+662,32	3662,32	1.869,51	0,3206	0,37	2,41	2,44	3694,22
584	3+664,22	3664,22	1.870,12	0,2015	0,61	1,90	2,00	3696,22
585	3+679,76	3679,76	1.873,25	0,1426	3,13	15,54	15,85	3712,07
586	3+690,94	3690,94	1.874,84	0,0254	1,60	11,18	11,29	3723,37
587	3+695,71	3695,71	1.874,96	-0,1675	0,12	4,77	4,77	3728,14
588	3+719,14	3719,14	1.871,04	0,0515	-3,92	23,43	23,76	3751,89
589	3+720,84	3720,84	1.871,13	0,0067	0,09	1,70	1,70	3753,60
590	3+746,74	3746,74	1.871,30	-0,1647	0,17	25,90	25,90	3779,50
591	3+752,65	3752,65	1.870,32	-0,0901	-0,97	5,91	5,99	3785,49
592	3+760,91	3760,91	1.869,58	-0,1099	-0,74	8,26	8,29	3793,78
593	3+766,40	3766,4	1.868,98	-0,0802	-0,60	5,49	5,52	3799,30
594	3+770,53	3770,53	1.868,65	-0,0613	-0,33	4,13	4,14	3803,45
595	3+808,34	3808,34	1.866,33	0,0424	-2,32	37,81	37,88	3841,33
596	3+814,79	3814,79	1.866,60	0,1276	0,27	6,45	6,46	3847,78
597	3+822,68	3822,68	1.867,61	0,0359	1,01	7,89	7,95	3855,74
598	3+832,28	3832,28	1.867,95	0,0157	0,35	9,60	9,61	3865,34
599	3+841,73	3841,73	1.868,10	0,0141	0,15	9,45	9,45	3874,79
600	3+846,31	3846,31	1.868,17	0,1593	0,06	4,58	4,58	3879,37
601	3+851,00	3851	1.868,91	0,1641	0,75	4,69	4,75	3884,12
602	3+855,56	3855,56	1.869,66	0,0812	0,75	4,56	4,62	3888,74
603	3+862,13	3862,13	1.870,20	0,1517	0,53	6,57	6,59	3895,34
604	3+867,13	3867,13	1.870,95	0,2431	0,76	5,00	5,06	3900,39
605	3+877,37	3877,37	1.873,44	0,2897	2,49	10,24	10,54	3910,93
606	3+890,71	3890,71	1.877,31	0,1465	3,87	13,34	13,89	3924,82
607	3+895,42	3895,42	1.878,00	0,2828	0,69	4,71	4,76	3929,58
608	3+903,23	3903,23	1.880,21	0,2218	2,21	7,81	8,12	3937,70

609	3+909,79	3909,79	1.881,66	0,1726	1,45	6,56	6,72	3944,42
610	3+915,18	3915,18	1.882,59	0,1606	0,93	5,39	5,47	3949,89
611	3+918,76	3918,76	1.883,17	0,2273	0,58	3,58	3,63	3953,51
612	3+935,51	3935,51	1.886,98	0,239	3,81	16,75	17,18	3970,69
613	3+938,32	3938,32	1.887,65	0,105	0,67	2,81	2,89	3973,58
614	3+944,90	3944,9	1.888,34	0,3198	0,69	6,58	6,62	3980,20
615	3+946,68	3946,68	1.888,91	0,1316	0,57	1,78	1,87	3982,06
616	3+977,91	3977,91	1.893,02	-0,0327	4,11	31,23	31,50	4013,56
617	3+987,66	3987,66	1.892,70	-0,1515	-0,32	9,75	9,76	4023,32
618	4+003,95	4003,95	1.890,23	-0,1207	-2,47	16,29	16,48	4039,79
619	4+011,99	4011,99	1.889,26	-0,1432	-0,97	8,04	8,10	4047,89
620	4+021,56	4021,56	1.887,89	-0,1364	-1,37	9,57	9,67	4057,56
621	4+029,49	4029,49	1.886,81	-0,1304	-1,08	7,93	8,00	4065,56
622	4+032,96	4032,96	1.886,36	-0,147	-0,45	3,47	3,50	4069,06
623	4+033,93	4033,93	1.886,21	-0,1425	-0,14	0,97	0,98	4070,04
624	4+040,15	4040,15	1.885,33	-0,1338	-0,89	6,22	6,28	4076,33
625	4+045,49	4045,49	1.884,61	-0,0788	-0,71	5,34	5,39	4081,71
626	4+054,99	4054,99	1.883,87	-0,0621	-0,75	9,50	9,53	4091,24
627	4+063,24	4063,24	1.883,35	-0,0655	-0,51	8,25	8,27	4099,51
628	4+090,36	4090,36	1.881,58	-0,0376	-1,78	27,12	27,18	4126,69
629	4+145,69	4145,69	1.879,50	0,1806	-2,08	55,33	55,37	4182,06
630	4+156,83	4156,83	1.881,51	0,0858	2,01	11,14	11,32	4193,38
631	4+171,84	4171,84	1.882,80	-0,079	1,29	15,01	15,07	4208,44
632	4+214,92	4214,92	1.879,39	-0,0709	-3,40	43,08	43,21	4251,66
633	4+217,45	4217,45	1.879,21	-0,1615	-0,18	2,53	2,54	4254,19
634	4+225,23	4225,23	1.877,96	-0,2069	-1,25	7,78	7,88	4262,07
635	4+234,83	4234,83	1.875,97	-0,396	-1,99	9,60	9,80	4271,88
636	4+248,34	4248,34	1.870,62	-0,4216	-5,35	13,51	14,53	4286,41
637	4+275,00	4275	1.859,38	-0,2484	-11,24	26,66	28,93	4315,34
638	4+285,81	4285,81	1.856,70	-0,3404	-2,69	10,81	11,14	4326,48
639	4+289,78	4289,78	1.855,35	-0,2706	-1,35	3,97	4,19	4330,67
640	4+291,91	4291,91	1.854,77	-0,1098	-0,58	2,13	2,21	4332,88
641	4+292,09	4292,09	1.854,75	-0,0354	-0,02	0,18	0,18	4333,06
642	4+293,97	4293,97	1.854,68	-0,0222	-0,07	1,88	1,88	4334,94
643	4+305,28	4305,28	1.854,43	-0,0671	-0,25	11,31	11,31	4346,25
644	4+316,84	4316,84	1.853,65	0,0082	-0,78	11,56	11,59	4357,84
645	4+318,08	4318,08	1.853,67	-0,0101	0,01	1,24	1,24	4359,08
646	4+326,93	4326,93	1.853,58	-0,0651	-0,09	8,85	8,85	4367,93
647	4+327,99	4327,99	1.853,51	0,0662	-0,07	1,06	1,06	4368,99
648	4+339,31	4339,31	1.854,26	-0,0106	0,75	11,32	11,34	4380,34
649	4+346,24	4346,24	1.854,18	-0,0489	-0,07	6,93	6,93	4387,27
650	4+353,24	4353,24	1.853,84	-0,1133	-0,34	7,00	7,01	4394,28
651	4+354,36	4354,36	1.853,71	0,0654	-0,13	1,12	1,13	4395,40
652	4+359,93	4359,93	1.854,08	0,0248	0,36	5,57	5,58	4400,98
653	4+366,78	4366,78	1.854,25	-0,0581	0,17	6,85	6,85	4407,84
654	4+377,28	4377,28	1.853,64	0,0434	-0,61	10,50	10,52	4418,35
655	4+378,33	4378,33	1.853,68	-0,0565	0,05	1,05	1,05	4419,41

656	4+388,51	4388,51	1.853,11	-0,0582	-0,58	10,18	10,20	4429,60
657	4+399,16	4399,16	1.852,49	0,0058	-0,62	10,65	10,67	4440,27
658	4+399,91	4399,91	1.852,49	0,0835	0,00	0,75	0,75	4441,02
659	4+400,75	4400,75	1.852,56	0,0053	0,07	0,84	0,84	4441,86
660	4+406,39	4406,39	1.852,59	0,1986	0,03	5,64	5,64	4447,50
661	4+407,18	4407,18	1.852,75	0,2045	0,16	0,79	0,81	4448,31
662	4+411,26	4411,26	1.853,58	-0,0261	0,84	4,08	4,16	4452,47
663	4+412,15	4412,15	1.853,56	0,1727	-0,02	0,89	0,89	4453,36
664	4+418,02	4418,02	1.854,57	0,0326	1,01	5,87	5,96	4459,32
665	4+429,46	4429,46	1.854,95	-0,0278	0,37	11,44	11,45	4470,77
666	4+446,40	4446,4	1.854,48	-0,1907	-0,47	16,94	16,95	4487,71
667	4+447,67	4447,67	1.854,24	-0,0489	-0,24	1,27	1,29	4489,01
668	4+458,63	4458,63	1.853,70	-0,1195	-0,54	10,96	10,97	4499,98
669	4+460,70	4460,7	1.853,45	-0,0167	-0,25	2,07	2,08	4502,06
670	4+468,10	4468,1	1.853,33	-0,0047	-0,12	7,40	7,40	4509,46
671	4+475,62	4475,62	1.853,29	-0,0785	-0,04	7,52	7,52	4516,98
672	4+476,16	4476,16	1.853,25	-0,013	-0,04	0,54	0,54	4517,53
673	4+476,91	4476,91	1.853,24	-0,0148	-0,01	0,75	0,75	4518,28
674	4+484,95	4484,95	1.853,12	0,0469	-0,12	8,04	8,04	4526,32
675	4+493,55	4493,55	1.853,52	-0,142	0,40	8,60	8,61	4534,93
676	4+494,16	4494,16	1.853,44	0,0142	-0,09	0,61	0,62	4535,54
677	4+496,21	4496,21	1.853,47	0,0672	0,03	2,05	2,05	4537,59
678	4+498,36	4498,36	1.853,61	0,1106	0,14	2,15	2,15	4539,75
679	4+502,13	4502,13	1.854,03	-0,0849	0,42	3,77	3,79	4543,54
680	4+509,05	4509,05	1.853,44	-0,0347	-0,59	6,92	6,94	4550,49
681	4+525,02	4525,02	1.852,88	-0,1042	-0,56	15,97	15,98	4566,47
682	4+525,59	4525,59	1.852,82	0,0012	-0,06	0,57	0,57	4567,04
683	4+541,11	4541,11	1.852,84	-0,158	0,02	15,52	15,52	4582,56
684	4+556,31	4556,31	1.850,44	-0,0339	-2,40	15,20	15,39	4597,95
685	4+557,90	4557,9	1.850,39	-0,0927	-0,05	1,59	1,59	4599,54
686	4+560,81	4560,81	1.850,12	-0,0397	-0,27	2,91	2,92	4602,46
687	4+563,76	4563,76	1.850,00	-0,0019	-0,12	2,95	2,95	4605,41
688	4+569,97	4569,97	1.849,99	0,0005	-0,01	6,21	6,21	4611,62
689	4+570,68	4570,68	1.849,99	-0,0008	0,00	0,71	0,71	4612,33
690	4+571,00	4571	1.849,99	-0,0011	0,00	0,32	0,32	4612,65
691	4+572,07	4572,07	1.849,99	-0,0019	0,00	1,07	1,07	4613,72
692	4+574,70	4574,7	1.849,98	-0,0021	-0,01	2,63	2,63	4616,35
693	4+579,01	4579,01	1.849,97	-0,0022	-0,01	4,31	4,31	4620,66
694	4+582,59	4582,59	1.849,97	-0,0025	-0,01	3,58	3,58	4624,24
695	4+584,58	4584,58	1.849,96	-0,0026	0,00	1,99	1,99	4626,23
696	4+592,66	4592,66	1.849,94	-0,0028	-0,02	8,08	8,08	4634,31
697	4+600,27	4600,27	1.849,92	0,0016	-0,02	7,61	7,61	4641,92
698	4+609,80	4609,8	1.849,93	0,0018	0,02	9,53	9,53	4651,45
699	4+616,07	4616,07	1.849,94	0,0027	0,01	6,27	6,27	4657,72
700	4+620,57	4620,57	1.849,96	0,0018	0,01	4,50	4,50	4662,22
701	4+623,56	4623,56	1.849,96	-0,0009	0,00	2,99	2,99	4665,21
702	4+626,09	4626,09	1.849,96	0,0007	0,00	2,53	2,53	4667,74

703	4+630,20	4630,2	1.849,96	0,0021	0,00	4,11	4,11	4671,85
704	4+635,14	4635,14	1.849,97	-0,0008	0,01	4,94	4,94	4676,79
705	4+635,89	4635,89	1.849,97	0,0015	0,00	0,75	0,75	4677,54
706	4+640,68	4640,68	1.849,98	0,0008	0,01	4,79	4,79	4682,33
707	4+641,93	4641,93	1.849,98	-0,0016	0,00	1,25	1,25	4683,58
708	4+642,12	4642,12	1.849,98	0,001	0,00	0,19	0,19	4683,77
709	4+644,27	4644,27	1.849,98	-0,0021	0,00	2,15	2,15	4685,92
710	4+644,67	4644,67	1.849,98	0,0006	0,00	0,40	0,40	4686,32
711	4+649,91	4649,91	1.849,99	0,0017	0,00	5,24	5,24	4691,56
712	4+650,71	4650,71	1.849,99	-0,0043	0,00	0,80	0,80	4692,36
713	4+650,82	4650,82	1.849,99	-0,0008	0,00	0,11	0,11	4692,47
714	4+653,18	4653,18	1.849,98	-0,0037	0,00	2,36	2,36	4694,83
715	4+654,32	4654,32	1.849,98	-0,0034	0,00	1,14	1,14	4695,97
716	4+664,52	4664,52	1.849,95	0,0025	-0,03	10,20	10,20	4706,17
717	4+674,14	4674,14	1.849,97	-0,0027	0,02	9,62	9,62	4715,79
718	4+674,92	4674,92	1.849,97	0,0007	0,00	0,78	0,78	4716,57
719	4+683,94	4683,94	1.849,97	0,002	0,01	9,02	9,02	4725,59
720	4+684,91	4684,91	1.849,98	-0,0032	0,00	0,97	0,97	4726,56
721	4+685,51	4685,51	1.849,97	0,0003	0,00	0,60	0,60	4727,16
722	4+696,57	4696,57	1.849,98	0,0018	0,00	11,06	11,06	4738,22
723	4+698,26	4698,26	1.849,98	0,0006	0,00	1,69	1,69	4739,91
724	4+699,44	4699,44	1.849,98	-0,0038	0,00	1,18	1,18	4741,09
725	4+699,71	4699,71	1.849,98	-0,4272	0,00	0,27	0,27	4741,36
726	4+702,40	4702,4	1.848,83	-0,0024	-1,15	2,69	2,92	4744,29
727	4+714,14	4714,14	1.848,80	-0,0236	-0,03	11,74	11,74	4756,03
728	4+722,51	4722,51	1.848,61	-0,1002	-0,20	8,37	8,37	4764,40
729	4+726,88	4726,88	1.848,17	-0,0552	-0,44	4,37	4,39	4768,79
730	4+731,91	4731,91	1.847,89	-0,0122	-0,28	5,03	5,04	4773,83
731	4+736,86	4736,86	1.847,83	0,0334	-0,06	4,95	4,95	4778,78
732	4+742,51	4742,51	1.848,02	0,0093	0,19	5,65	5,65	4784,43
733	4+745,83	4745,83	1.848,05	0,0418	0,03	3,32	3,32	4787,75
734	4+755,79	4755,79	1.848,47	0,0643	0,42	9,96	9,97	4797,72
735	4+761,32	4761,32	1.848,82	0,592	0,36	5,53	5,54	4803,26
736	4+762,99	4762,99	1.849,81	0,0041	0,99	1,67	1,94	4805,20
737	4+772,67	4772,67	1.849,85	0,0038	0,04	9,68	9,68	4814,88
738	4+800,94	4800,94	1.849,96	0,0005	0,11	28,27	28,27	4843,15
739	4+801,17	4801,17	1.849,96	0,0007	0,00	0,23	0,23	4843,38
740	4+802,72	4802,72	1.849,96	0	0,00	1,55	1,55	4844,93
741	4+802,92	4802,92	1.849,96	-0,289	0,00	0,20	0,20	4845,13
742	4+807,65	4807,65	1.848,59	-0,019	-1,37	4,73	4,92	4850,06
743	4+820,26	4820,26	1.848,35	-0,1724	-0,24	12,61	12,61	4862,67
744	4+836,88	4836,88	1.845,49	-0,1592	-2,86	16,62	16,86	4879,53
745	4+839,82	4839,82	1.845,02	-0,0067	-0,47	2,94	2,98	4882,51
746	4+847,60	4847,6	1.844,97	0,0152	-0,05	7,78	7,78	4890,29
747	4+857,96	4857,96	1.845,13	-0,0007	0,16	10,36	10,36	4900,65
748	4+859,86	4859,86	1.845,12	0,1368	0,00	1,90	1,90	4902,55
749	4+867,59	4867,59	1.846,18	0,0331	1,06	7,73	7,80	4910,36

750	4+874,82	4874,82	1.846,42	-0,0357	0,24	7,23	7,23	4917,59
751	4+878,49	4878,49	1.846,29	-0,1152	-0,13	3,67	3,67	4921,26
752	4+880,15	4880,15	1.846,10	-0,1646	-0,19	1,66	1,67	4922,93
753	4+882,19	4882,19	1.845,76	0,1429	-0,34	2,04	2,07	4925,00
754	4+884,00	4884	1.846,02	0,0725	0,26	1,81	1,83	4926,83
755	4+887,02	4887,02	1.846,24	0,0084	0,22	3,02	3,03	4929,86
756	4+890,35	4890,35	1.846,27	-0,0472	0,03	3,33	3,33	4933,19
757	4+892,12	4892,12	1.846,19	0,1671	-0,08	1,77	1,77	4934,96
758	4+907,04	4907,04	1.848,68	0,3024	2,49	14,92	15,13	4950,09
759	4+911,30	4911,3	1.849,97	0,0009	1,29	4,26	4,45	4954,54
760	4+912,67	4912,67	1.849,97	0,0031	0,00	1,37	1,37	4955,91
761	4+912,83	4912,83	1.849,97	-0,0021	0,00	0,16	0,16	4956,07
762	4+913,43	4913,43	1.849,97	0,0001	0,00	0,60	0,60	4956,67
763	4+918,10	4918,1	1.849,97	0,002	0,00	4,67	4,67	4961,34
764	4+918,67	4918,67	1.849,97	-0,0019	0,00	0,57	0,57	4961,91
765	4+919,91	4919,91	1.849,97	0	0,00	1,24	1,24	4963,15
766	4+929,27	4929,27	1.849,97	0,0018	0,00	9,36	9,36	4972,51
767	4+930,63	4930,63	1.849,97	-0,0019	0,00	1,36	1,36	4973,87
768	4+931,61	4931,61	1.849,97	-0,0018	0,00	0,98	0,98	4974,85
769	4+933,90	4933,9	1.849,96	-0,0021	0,00	2,29	2,29	4977,14
770	4+935,58	4935,58	1.849,96	-0,0008	0,00	1,68	1,68	4978,82
771	4+940,81	4940,81	1.849,96	0,0007	0,00	5,23	5,23	4984,05
772	4+942,52	4942,52	1.849,96	-0,002	0,00	1,71	1,71	4985,76
773	4+945,30	4945,3	1.849,95	-0,0012	0,00	2,78	2,78	4988,54
774	4+946,05	4946,05	1.849,95	-0,0025	0,00	0,75	0,75	4989,29
775	4+955,31	4955,31	1.849,93	-0,0018	-0,02	9,26	9,26	4998,55
776	4+964,97	4964,97	1.849,91	0,0028	-0,02	9,66	9,66	5008,21
777	4+967,05	4967,05	1.849,92	0,0028	0,01	2,08	2,08	5010,29
778	4+970,42	4970,42	1.849,92	0,0019	0,01	3,37	3,37	5013,66
779	4+971,73	4971,73	1.849,93	0,0019	0,00	1,31	1,31	5014,97
780	4+975,80	4975,8	1.849,93	-0,0004	0,01	4,07	4,07	5019,04
781	4+979,54	4979,54	1.849,93	0,0011	0,00	3,74	3,74	5022,78
782	4+984,09	4984,09	1.849,94	0,0022	0,01	4,55	4,55	5027,33
783	4+986,56	4986,56	1.849,94	-0,0004	0,00	2,47	2,47	5029,80
784	4+989,06	4989,06	1.849,94	0,001	0,00	2,50	2,50	5032,30
785	4+993,08	4993,08	1.849,95	0,0002	0,00	4,02	4,02	5036,32
786	4+994,19	4994,19	1.849,95	-0,0008	0,00	1,11	1,11	5037,43
787	4+997,58	4997,58	1.849,94	0,0008	0,00	3,39	3,39	5040,82
788	5+007,03	5007,03	1.849,95	-0,0009	0,01	9,45	9,45	5050,27
789	5+008,82	5008,82	1.849,95	0,0007	0,00	1,79	1,79	5052,06
790	5+015,23	5015,23	1.849,95	0,0022	0,00	6,41	6,41	5058,47
791	5+017,42	5017,42	1.849,96	-0,0009	0,00	2,19	2,19	5060,66
792	5+019,27	5019,27	1.849,96	0,0007	0,00	1,85	1,85	5062,51
793	5+029,60	5029,6	1.849,96	0,0023	0,01	10,33	10,33	5072,84
794	5+030,37	5030,37	1.849,97	-0,0013	0,00	0,77	0,77	5073,61
795	5+031,15	5031,15	1.849,97	0,0004	0,00	0,78	0,78	5074,39
796	5+037,30	5037,3	1.849,97	-0,2213	0,00	6,15	6,15	5080,54

797	5+046,77	5046,77	1.847,87	-0,1102	-2,09	9,47	9,70	5090,23
798	5+048,82	5048,82	1.847,65	0,1127	-0,23	2,05	2,06	5092,30
799	5+053,40	5053,4	1.848,16	0,0691	0,52	4,58	4,61	5096,91
800	5+058,03	5058,03	1.848,48	0,0582	0,32	4,63	4,64	5101,55
801	5+059,44	5059,44	1.848,57	0,016	0,08	1,41	1,41	5102,96
802	5+061,68	5061,68	1.848,60	-0,0338	0,04	2,24	2,24	5105,20
803	5+064,98	5064,98	1.848,49	0,183	-0,11	3,30	3,30	5108,50
804	5+069,86	5069,86	1.849,38	0,0637	0,89	4,88	4,96	5113,46
805	5+071,48	5071,48	1.849,49	-0,0314	0,10	1,62	1,62	5115,09
806	5+073,08	5073,08	1.849,44	0,014	-0,05	1,60	1,60	5116,69
807	5+075,08	5075,08	1.849,47	-0,026	0,03	2,00	2,00	5118,69
808	5+078,19	5078,19	1.849,38	-0,0633	-0,08	3,11	3,11	5121,80
809	5+081,73	5081,73	1.849,16	-0,0613	-0,22	3,54	3,55	5125,34
810	5+084,33	5084,33	1.849,00	-0,0616	-0,16	2,60	2,60	5127,95
811	5+095,22	5095,22	1.848,33	-0,1772	-0,67	10,89	10,91	5138,86
812	5+096,73	5096,73	1.848,06	-0,0505	-0,27	1,51	1,53	5140,39
813	5+122,08	5122,08	1.846,78	-0,0834	-1,28	25,35	25,38	5165,78
814	5+126,56	5126,56	1.846,41	0,001	-0,37	4,48	4,50	5170,27
815	5+145,44	5145,44	1.846,43	-0,1017	0,02	18,88	18,88	5189,15
816	5+156,20	5156,2	1.845,33	0,0164	-1,10	10,76	10,82	5199,97
817	5+176,84	5176,84	1.845,67	-0,2371	0,34	20,64	20,64	5220,61
818	5+186,71	5186,71	1.843,33	-0,0161	-2,34	9,87	10,14	5230,75
819	5+198,03	5198,03	1.843,15	0,0939	-0,18	11,32	11,32	5242,08
820	5+202,83	5202,83	1.843,60	0,0627	0,45	4,80	4,82	5246,90
821	5+210,17	5210,17	1.844,06	0,0409	0,46	7,34	7,35	5254,25
822	5+217,20	5217,2	1.844,35	-0,1122	0,29	7,03	7,04	5261,29
823	5+236,17	5236,17	1.842,22	-0,0307	-2,13	18,97	19,09	5280,38
824	5+240,23	5240,23	1.842,10	-0,0923	-0,12	4,06	4,06	5284,44
825	5+247,28	5247,28	1.841,45	-0,1569	-0,65	7,05	7,08	5291,52
826	5+251,28	5251,28	1.840,82	-0,2148	-0,63	4,00	4,05	5295,57
827	5+257,18	5257,18	1.839,55	-0,286	-1,27	5,90	6,03	5301,60
828	5+257,90	5257,9	1.839,35	0,0018	-0,21	0,72	0,75	5302,35
829	5+289,28	5289,28	1.839,40	0,0727	0,06	31,38	31,38	5333,73
830	5+295,19	5295,19	1.839,83	0,0675	0,43	5,91	5,93	5339,66
831	5+297,79	5297,79	1.840,01	0,1158	0,17	2,60	2,61	5342,26
832	5+312,27	5312,27	1.841,68	0,1364	1,68	14,48	14,58	5356,84
833	5+332,34	5332,34	1.844,42	0,1825	2,74	20,07	20,26	5377,09
834	5+348,14	5348,14	1.847,31	0,0764	2,88	15,80	16,06	5393,16
835	5+354,55	5354,55	1.847,80	0,093	0,49	6,41	6,43	5399,58
836	5+374,85	5374,85	1.849,68	0,1493	1,89	20,30	20,39	5419,97
837	5+376,91	5376,91	1.849,99	-0,0041	0,31	2,06	2,08	5422,05
838	5+377,01	5377,01	1.849,99	-0,0042	0,00	0,10	0,10	5422,15
839	5+377,17	5377,17	1.849,99	-0,0046	0,00	0,16	0,16	5422,31
840	5+378,91	5378,91	1.849,98	0,0063	-0,01	1,74	1,74	5424,05
841	5+381,93	5381,93	1.850,00	0,0064	0,02	3,02	3,02	5427,07
842	5+389,70	5389,7	1.850,05	0,1211	0,05	7,77	7,77	5434,84
843	5+392,78	5392,78	1.850,42	0,205	0,37	3,08	3,10	5437,95

844	5+398,23	5398,23	1.851,54	0,2747	1,12	5,45	5,56	5443,51
845	5+404,32	5404,32	1.853,21	0,3182	1,67	6,09	6,32	5449,83
846	5+408,63	5408,63	1.854,59	0,343	1,37	4,31	4,52	5454,35
847	5+411,39	5411,39	1.855,53	-0,0552	0,94	2,76	2,92	5457,27
848	5+414,99	5414,99	1.855,33	0,2878	-0,20	3,60	3,61	5460,87
849	5+416,11	5416,11	1.855,65	0,0495	0,32	1,12	1,17	5462,04
850	5+425,47	5425,47	1.856,12	0,2234	0,46	9,36	9,37	5471,41
851	5+425,98	5425,98	1.856,23	0,0802	0,11	0,51	0,52	5471,93
852	5+429,91	5429,91	1.856,55	0,0667	0,32	3,93	3,94	5475,87
853	5+433,79	5433,79	1.856,81	0,048	0,26	3,88	3,89	5479,76
854	5+441,39	5441,39	1.857,17	0,1664	0,36	7,60	7,61	5487,37
855	5+442,01	5442,01	1.857,27	-0,0036	0,10	0,62	0,63	5488,00
856	5+446,54	5446,54	1.857,26	-0,041	-0,02	4,53	4,53	5492,53
857	5+455,26	5455,26	1.856,90	0,0632	-0,36	8,72	8,73	5501,26
858	5+455,73	5455,73	1.856,93	-0,025	0,03	0,47	0,47	5501,73
859	5+461,52	5461,52	1.856,78	-0,0553	-0,14	5,79	5,79	5507,52
860	5+470,28	5470,28	1.856,30	0,0084	-0,49	8,76	8,77	5516,29
861	5+470,68	5470,68	1.856,30	-0,0617	0,00	0,40	0,40	5516,69
862	5+480,91	5480,91	1.855,67	-0,0577	-0,63	10,23	10,25	5526,94
863	5+489,02	5489,02	1.855,20	-0,1741	-0,47	8,11	8,12	5535,07
864	5+489,34	5489,34	1.855,15	-0,1085	-0,06	0,32	0,33	5535,39
865	5+504,32	5504,32	1.853,52	0,0487	-1,62	14,98	15,07	5550,46
866	5+506,86	5506,86	1.853,65	-0,0279	0,12	2,54	2,54	5553,00
867	5+523,84	5523,84	1.853,17	-0,1385	-0,47	16,98	16,99	5569,99
868	5+524,55	5524,55	1.853,07	-0,0502	-0,10	0,71	0,72	5570,71
869	5+525,01	5525,01	1.853,05	-0,0191	-0,02	0,46	0,46	5571,17
870	5+525,46	5525,46	1.853,04	0,0604	-0,01	0,45	0,45	5571,62
871	5+525,89	5525,89	1.853,07	-0,1098	0,03	0,43	0,43	5572,05
872	5+534,40	5534,4	1.852,13	-0,0024	-0,93	8,51	8,56	5580,61
873	5+534,82	5534,82	1.852,13	-0,0467	0,00	0,42	0,42	5581,03
874	5+541,88	5541,88	1.851,80	-0,0754	-0,33	7,06	7,07	5588,10
875	5+542,14	5542,14	1.851,78	0,0378	-0,02	0,26	0,26	5588,36
876	5+555,38	5555,38	1.852,28	-0,0001	0,50	13,24	13,25	5601,61
877	5+570,35	5570,35	1.852,28	-0,1484	0,00	14,97	14,97	5616,58
878	5+570,91	5570,91	1.852,20	0,0135	-0,08	0,56	0,57	5617,14
879	5+573,44	5573,44	1.852,24	-0,0207	0,04	2,53	2,53	5619,67
880	5+584,95	5584,95	1.852,00	-0,1415	-0,24	11,51	11,51	5631,19
881	5+585,78	5585,78	1.851,88	-0,0287	-0,12	0,83	0,84	5632,02
882	5+586,54	5586,54	1.851,86	0,0701	-0,02	0,76	0,76	5632,78
883	5+598,78	5598,78	1.852,72	-0,0666	0,86	12,24	12,27	5645,05
884	5+602,70	5602,7	1.852,46	-0,1988	-0,26	3,92	3,93	5648,98
885	5+603,27	5603,27	1.852,34	-0,0819	-0,11	0,57	0,58	5649,56
886	5+624,06	5624,06	1.850,64	-0,1369	-1,70	20,79	20,86	5670,42
887	5+624,43	5624,43	1.850,59	-0,0394	-0,05	0,37	0,37	5670,80
888	5+626,76	5626,76	1.850,50	-0,0118	-0,09	2,33	2,33	5673,13
889	5+628,34	5628,34	1.850,48	0,1323	-0,02	1,58	1,58	5674,71
890	5+640,08	5640,08	1.852,03	0,1532	1,55	11,74	11,84	5686,55

891	5+643,57	5643,57	1.852,57	0,0411	0,54	3,49	3,53	5690,08
892	5+644,22	5644,22	1.852,60	0,0625	0,03	0,65	0,65	5690,73
893	5+653,66	5653,66	1.853,19	0,0293	0,59	9,44	9,46	5700,19
894	5+654,52	5654,52	1.853,21	0,1565	0,03	0,86	0,86	5701,05
895	5+655,93	5655,93	1.853,43	0,0334	0,22	1,41	1,43	5702,48
896	5+663,77	5663,77	1.853,69	-0,1315	0,26	7,84	7,84	5710,32
897	5+665,04	5665,04	1.853,53	-0,1305	-0,17	1,27	1,28	5711,60
898	5+665,15	5665,15	1.853,51	-0,0158	-0,02	0,11	0,11	5711,71
899	5+668,32	5668,32	1.853,46	0,0638	-0,05	3,17	3,17	5714,89
900	5+671,64	5671,64	1.853,67	0,1685	0,21	3,32	3,33	5718,21
901	5+672,30	5672,3	1.853,79	-0,0866	0,11	0,66	0,67	5718,88
902	5+678,52	5678,52	1.853,25	-0,0278	-0,54	6,22	6,24	5725,12
903	5+679,69	5679,69	1.853,21	0,0595	-0,03	1,17	1,17	5726,29
904	5+681,32	5681,32	1.853,31	0,0975	0,10	1,63	1,63	5727,93
905	5+683,08	5683,08	1.853,48	0,1716	0,17	1,76	1,77	5729,70
906	5+684,11	5684,11	1.853,66	0,2078	0,18	1,03	1,05	5730,74
907	5+685,20	5685,2	1.853,89	0,0577	0,22	1,09	1,11	5731,85
908	5+685,26	5685,26	1.853,89	0,1429	0,00	0,06	0,06	5731,91
909	5+687,39	5687,39	1.854,19	-0,047	0,30	2,13	2,15	5734,07
910	5+695,10	5695,1	1.853,83	0,1065	-0,36	7,71	7,72	5741,78
911	5+695,83	5695,83	1.853,91	0,1229	0,08	0,73	0,73	5742,52
912	5+695,95	5695,95	1.853,92	0,0597	0,01	0,12	0,12	5742,64
913	5+707,22	5707,22	1.854,59	-0,0489	0,67	11,27	11,29	5753,93
914	5+708,05	5708,05	1.854,55	0,039	-0,04	0,83	0,83	5754,76
915	5+717,44	5717,44	1.854,92	-0,0983	0,37	9,39	9,40	5764,16
916	5+720,58	5720,58	1.854,61	-0,2539	-0,31	3,14	3,16	5767,31
917	5+721,44	5721,44	1.854,39	-0,0785	-0,22	0,86	0,89	5768,20
918	5+732,02	5732,02	1.853,56	-0,0243	-0,83	10,58	10,61	5778,81
919	5+749,25	5749,25	1.853,14	-0,0243	-0,42	17,23	17,24	5796,05
920	5+750,21	5750,21	1.853,12	0,0275	-0,02	0,96	0,96	5797,01
921	5+752,10	5752,1	1.853,17	-0,0111	0,05	1,89	1,89	5798,90
922	5+771,52	5771,52	1.852,95	-0,0177	-0,22	19,42	19,42	5818,32
923	5+786,52	5786,52	1.852,69	-0,0114	-0,26	15,00	15,00	5833,32
924	5+804,88	5804,88	1.852,48	-0,0044	-0,21	18,36	18,36	5851,68
925	5+817,48	5817,48	1.852,42	-0,0231	-0,06	12,60	12,60	5864,28
926	5+839,91	5839,91	1.851,91	0,0408	-0,52	22,43	22,44	5886,72
927	5+842,52	5842,52	1.852,01	-0,4256	0,11	2,61	2,61	5889,33
928	5+844,88	5844,88	1.851,01	-0,0297	-1,01	2,36	2,57	5891,90
929	5+866,70	5866,7	1.850,36	-0,0189	-0,65	21,82	21,83	5913,73
930	5+869,35	5869,35	1.850,31	-0,0234	-0,05	2,65	2,65	5916,38
931	5+870,80	5870,8	1.850,27	0,0314	-0,03	1,45	1,45	5917,83
932	5+874,48	5874,48	1.850,39	0,0035	0,12	3,68	3,68	5921,51
933	5+884,06	5884,06	1.850,42	-0,0311	0,03	9,58	9,58	5931,09
934	5+884,75	5884,75	1.850,40	-0,0041	-0,02	0,69	0,69	5931,78
935	5+891,76	5891,76	1.850,37	-0,0419	-0,03	7,01	7,01	5938,79
936	5+892,22	5892,22	1.850,35	0,0432	-0,02	0,46	0,46	5939,25
937	5+893,67	5893,67	1.850,42	0,0127	0,06	1,45	1,45	5940,70

938	5+894,91	5894,91	1.850,43	-0,0305	0,02	1,24	1,24	5941,94
939	5+898,16	5898,16	1.850,33	-0,0757	-0,10	3,25	3,25	5945,19
940	5+898,45	5898,45	1.850,31	0,0182	-0,02	0,29	0,29	5945,48
941	5+899,36	5899,36	1.850,33	-0,0117	0,02	0,91	0,91	5946,39
942	5+906,25	5906,25	1.850,25	-0,0504	-0,08	6,89	6,89	5953,29
943	5+906,67	5906,67	1.850,23	-0,0018	-0,02	0,42	0,42	5953,71
944	5+912,18	5912,18	1.850,22	-0,0382	-0,01	5,51	5,51	5959,22
945	5+912,49	5912,49	1.850,20	0,0058	-0,01	0,31	0,31	5959,53
946	5+913,84	5913,84	1.850,21	0,0112	0,01	1,35	1,35	5960,88
947	5+922,04	5922,04	1.850,30	-0,0231	0,09	8,20	8,20	5969,08
948	5+922,96	5922,96	1.850,28	0,0055	-0,02	0,92	0,92	5970,00
949	5+925,93	5925,93	1.850,30	0,0213	0,02	2,97	2,97	5972,97
950	5+931,09	5931,09	1.850,41	0,0265	0,11	5,16	5,16	5978,13
951	5+932,94	5932,94	1.850,46	-0,0006	0,05	1,85	1,85	5979,98
952	5+939,07	5939,07	1.850,45	-0,0161	0,00	6,13	6,13	5986,11
953	5+943,76	5943,76	1.850,38	0,0091	-0,08	4,69	4,69	5990,80
954	5+947,00	5947	1.850,41	0,0233	0,03	3,24	3,24	5994,04
955	5+950,25	5950,25	1.850,48	-0,0113	0,08	3,25	3,25	5997,29
956	5+957,23	5957,23	1.850,41	-0,0281	-0,08	6,98	6,98	6004,27
957	5+962,75	5962,75	1.850,25	0,04	-0,16	5,52	5,52	6009,79
958	5+967,76	5967,76	1.850,45	-0,0045	0,20	5,01	5,01	6014,81
959	5+973,27	5973,27	1.850,43	-0,0002	-0,02	5,51	5,51	6020,32
960	5+977,58	5977,58	1.850,42	0,0286	0,00	4,31	4,31	6024,63
961	5+981,97	5981,97	1.850,55	-0,0078	0,13	4,39	4,39	6029,02
962	5+986,51	5986,51	1.850,51	-0,0019	-0,04	4,54	4,54	6033,56
963	5+996,23	5996,23	1.850,50	-0,0021	-0,02	9,72	9,72	6043,28
964	5+997,84	5997,84	1.850,49	0,0248	0,00	1,61	1,61	6044,89
965	6+001,41	6001,41	1.850,58	-0,011	0,09	3,57	3,57	6048,46
966	6+020,36	6020,36	1.850,37	-0,0201	-0,21	18,95	18,95	6067,41
967	6+021,03	6021,03	1.850,36	-0,0252	-0,01	0,67	0,67	6068,08
968	6+021,74	6021,74	1.850,34	0,0387	-0,02	0,71	0,71	6068,79
969	6+022,95	6022,95	1.850,39	0,0022	0,05	1,21	1,21	6070,00
970	6+036,63	6036,63	1.850,42	-0,0357	0,03	13,68	13,68	6083,68
971	6+037,08	6037,08	1.850,40	0,0407	-0,02	0,45	0,45	6084,13
972	6+038,48	6038,48	1.850,46	0,0036	0,06	1,40	1,40	6085,53
973	6+054,11	6054,11	1.850,52	-0,0435	0,06	15,63	15,63	6101,16
974	6+054,71	6054,71	1.850,49	-0,0396	-0,03	0,60	0,60	6101,76
975	6+055,37	6055,37	1.850,46	0,0114	-0,03	0,66	0,66	6102,43
976	6+060,96	6060,96	1.850,53	0,0169	0,06	5,59	5,59	6108,02
977	6+080,99	6080,99	1.850,87	0,0308	0,34	20,03	20,03	6128,05
978	6+087,29	6087,29	1.851,06	0,0446	0,19	6,30	6,30	6134,35
979	6+101,97	6101,97	1.851,71	0,0506	0,66	14,68	14,69	6149,05
980	6+103,18	6103,18	1.851,77	-0,0361	0,06	1,21	1,21	6150,26
981	6+140,34	6140,34	1.850,43	-0,0196	-1,34	37,16	37,18	6187,44
982	6+142,48	6142,48	1.850,39	0,393	-0,04	2,14	2,14	6189,58
983	6+145,14	6145,14	1.851,44	-0,0376	1,05	2,66	2,86	6192,44
984	6+157,96	6157,96	1.850,96	0,011	-0,48	12,82	12,83	6205,27

985	6+171,45	6171,45	1.851,10	0,1638	0,15	13,49	13,49	6218,76
986	6+173,92	6173,92	1.851,51	0,0052	0,40	2,47	2,50	6221,26
987	6+194,90	6194,9	1.851,62	-0,028	0,11	20,98	20,98	6242,24
988	6+227,42	6227,42	1.850,71	-0,0202	-0,91	32,52	32,53	6274,78
989	6+253,08	6253,08	1.850,19	-0,065	-0,52	25,66	25,67	6300,44
990	6+256,00	6256	1.850,00	-0,0731	-0,19	2,92	2,93	6303,37
991	6+259,22	6259,22	1.849,77	0,1215	-0,23	3,22	3,23	6306,60
992	6+261,15	6261,15	1.850,00	0,108	0,23	1,93	1,94	6308,54
993	6+265,19	6265,19	1.850,44	0,0742	0,44	4,04	4,06	6312,60
994	6+275,13	6275,13	1.851,17	0,042	0,74	9,94	9,97	6322,57
995	6+288,76	6288,76	1.851,75	0,1636	0,57	13,63	13,64	6336,21
996	6+290,69	6290,69	1.852,06	0,1354	0,31	1,93	1,96	6338,17
997	6+290,72	6290,72	1.852,07	0,1033	0,01	0,03	0,03	6338,20
998	6+290,91	6290,91	1.852,09	0,0719	0,02	0,19	0,19	6338,39
999	6+308,69	6308,69	1.853,36	0,0283	1,28	17,78	17,83	6356,22
1000	6+325,81	6325,81	1.853,85	-0,0673	0,48	17,12	17,13	6373,34
1001	6+336,83	6336,83	1.853,11	-0,0739	-0,74	11,02	11,04	6384,39
1002	6+348,39	6348,39	1.852,25	0,0437	-0,86	11,56	11,59	6395,98
1003	6+349,02	6349,02	1.852,28	-0,0683	0,03	0,63	0,63	6396,61
1004	6+357,43	6357,43	1.851,71	-0,0062	-0,57	8,41	8,43	6405,04
1005	6+357,76	6357,76	1.851,70	0,0592	0,00	0,33	0,33	6405,37
1006	6+358,82	6358,82	1.851,77	0,0936	0,06	1,06	1,06	6406,43
1007	6+359,26	6359,26	1.851,81	0,0971	0,04	0,44	0,44	6406,87
1008	6+359,68	6359,68	1.851,85	0,2044	0,04	0,42	0,42	6407,30
1009	6+364,57	6364,57	1.852,85	0,0735	1,00	4,89	4,99	6412,29
1010	6+365,89	6365,89	1.852,95	0,2672	0,10	1,32	1,32	6413,61
1011	6+370,76	6370,76	1.854,25	-0,146	1,30	4,87	5,04	6418,65
1012	6+372,95	6372,95	1.853,93	-0,0495	-0,32	2,19	2,21	6420,87
1013	6+378,40	6378,4	1.853,66	-0,0048	-0,27	5,45	5,46	6426,32
1014	6+382,50	6382,5	1.853,64	0,23	-0,02	4,10	4,10	6430,42
1015	6+383,22	6383,22	1.853,81	0,0206	0,17	0,72	0,74	6431,16
1016	6+389,15	6389,15	1.853,93	0,0078	0,12	5,93	5,93	6437,09
1017	6+395,05	6395,05	1.853,97	0,0034	0,05	5,90	5,90	6442,99
1018	6+397,44	6397,44	1.853,98	-0,2406	0,01	2,39	2,39	6445,38
1019	6+402,76	6402,76	1.852,70	-0,0179	-1,28	5,32	5,47	6450,85
1020	6+403,96	6403,96	1.852,68	0,0194	-0,02	1,20	1,20	6452,05
1021	6+405,16	6405,16	1.852,70	0,1291	0,02	1,20	1,20	6453,25
1022	6+405,59	6405,59	1.852,76	-0,2328	0,06	0,43	0,43	6453,69
1023	6+415,43	6415,43	1.850,47	0,0589	-2,29	9,84	10,10	6463,79
1024	6+415,65	6415,65	1.850,48	-0,0972	0,01	0,22	0,22	6464,01
1025	6+420,62	6420,62	1.850,00	-0,0069	-0,48	4,97	4,99	6469,01
1026	6+421,83	6421,83	1.849,99	-0,0053	-0,01	1,21	1,21	6470,22
1027	6+422,76	6422,76	1.849,99	-0,0239	0,00	0,93	0,93	6471,15
1028	6+422,96	6422,96	1.849,98	0,0008	-0,01	0,20	0,20	6471,35
1029	6+439,46	6439,46	1.849,99	0,0016	0,01	16,50	16,50	6487,85
1030	6+439,51	6439,51	1.849,99	-0,0126	0,00	0,05	0,05	6487,90
1031	6+439,54	6439,54	1.849,99	0,0107	0,00	0,03	0,03	6487,93

1032	6+440,11	6440,11	1.850,00	0,1031	0,01	0,57	0,57	6488,50
1033	6+460,22	6460,22	1.852,07	0,0427	2,07	20,11	20,22	6508,71
1034	6+484,78	6484,78	1.853,12	0,0054	1,05	24,56	24,58	6533,29
1035	6+492,83	6492,83	1.853,17	-0,0342	0,04	8,05	8,05	6541,34
1036	6+497,05	6497,05	1.853,02	0,0592	-0,14	4,22	4,22	6545,57
1037	6+509,10	6509,1	1.853,74	-0,0154	0,71	12,05	12,07	6557,64
1038	6+521,07	6521,07	1.853,55	0,0604	-0,18	11,97	11,97	6569,61
1039	6+528,87	6528,87	1.854,02	0,0131	0,47	7,80	7,81	6577,42
1040	6+537,02	6537,02	1.854,13	-0,1365	0,11	8,15	8,15	6585,57
1041	6+552,44	6552,44	1.852,02	-0,3136	-2,11	15,42	15,56	6601,14
1042	6+558,17	6558,17	1.850,23	-0,0105	-1,80	5,73	6,01	6607,14
1043	6+562,57	6562,57	1.850,18	-0,025	-0,05	4,40	4,40	6611,54
1044	6+563,20	6563,2	1.850,17	0,007	-0,02	0,63	0,63	6612,17
1045	6+563,80	6563,8	1.850,17	0,005	0,00	0,60	0,60	6612,77
1046	6+564,85	6564,85	1.850,17	0,0073	0,00	1,05	1,05	6613,82
1047	6+566,24	6566,24	1.850,18	0,0095	0,01	1,39	1,39	6615,21
1048	6+567,82	6567,82	1.850,20	0,0006	0,02	1,58	1,58	6616,79
1049	6+576,30	6576,3	1.850,20	-0,0105	0,00	8,48	8,48	6625,27
1050	6+578,62	6578,62	1.850,18	-0,0028	-0,02	2,32	2,32	6627,59
1051	6+590,43	6590,43	1.850,15	-0,014	-0,03	11,81	11,81	6639,40
1052	6+592,99	6592,99	1.850,11	0,004	-0,04	2,56	2,56	6641,96
1053	6+597,64	6597,64	1.850,13	-0,0016	0,02	4,65	4,65	6646,61
1054	6+605,78	6605,78	1.850,12	-0,0126	-0,01	8,14	8,14	6654,75
1055	6+609,46	6609,46	1.850,07	-0,0002	-0,05	3,68	3,68	6658,43
1056	6+610,05	6610,05	1.850,07	0,0115	0,00	0,59	0,59	6659,02
1057	6+610,97	6610,97	1.850,08	0,0195	0,01	0,92	0,92	6659,94
1058	6+617,61	6617,61	1.850,21	-0,0046	0,13	6,64	6,64	6666,59
1059	6+620,58	6620,58	1.850,20	0,0086	-0,01	2,97	2,97	6669,56
1060	6+630,54	6630,54	1.850,28	-0,0029	0,09	9,96	9,96	6679,52
1061	6+639,86	6639,86	1.850,26	-0,0091	-0,03	9,32	9,32	6688,84
1062	6+645,93	6645,93	1.850,20	-0,0074	-0,06	6,07	6,07	6694,91
1063	6+648,29	6648,29	1.850,18	0,0152	-0,02	2,36	2,36	6697,27
1064	6+649,89	6649,89	1.850,21	0,0031	0,03	1,60	1,60	6698,87
1065	6+656,42	6656,42	1.850,23	0,0098	0,02	6,53	6,53	6705,40
1066	6+658,50	6658,5	1.850,25	-0,001	0,02	2,08	2,08	6707,48
1067	6+666,20	6666,2	1.850,24	0,0049	-0,01	7,70	7,70	6715,18
1068	6+668,14	6668,14	1.850,25	-0,0046	0,01	1,94	1,94	6717,12
1069	6+676,29	6676,29	1.850,21	0,008	-0,04	8,15	8,15	6725,27
1070	6+677,43	6677,43	1.850,22	-0,0022	0,01	1,14	1,14	6726,41
1071	6+683,49	6683,49	1.850,21	-0,0133	-0,01	6,06	6,06	6732,47
1072	6+684,54	6684,54	1.850,19	0,1491	-0,01	1,05	1,05	6733,52
1073	6+697,82	6697,82	1.852,17	0,0237	1,98	13,28	13,43	6746,94
1074	6+708,15	6708,15	1.852,42	-0,038	0,25	10,33	10,33	6757,28
1075	6+732,38	6732,38	1.851,50	0,0153	-0,92	24,23	24,25	6781,52
1076	6+744,82	6744,82	1.851,69	-0,0249	0,19	12,44	12,44	6793,97
1077	6+770,81	6770,81	1.851,04	0,1054	-0,65	25,99	26,00	6819,96
1078	6+784,96	6784,96	1.852,53	-0,0166	1,49	14,15	14,23	6834,19

1079	6+800,98	6800,98	1.852,27	-0,0838	-0,26	16,02	16,02	6850,21
1080	6+803,06	6803,06	1.852,09	-0,0789	-0,17	2,08	2,09	6852,30
1081	6+825,99	6825,99	1.850,29	-0,0271	-1,81	22,93	23,00	6875,30
1082	6+836,49	6836,49	1.850,00	-0,0341	-0,29	10,50	10,50	6885,81
1083	6+856,51	6856,51	1.849,32	0,0549	-0,68	20,02	20,03	6905,84
1084	6+856,63	6856,63	1.849,32	0,0055	0,01	0,12	0,12	6905,96
1085	6+856,82	6856,82	1.849,33	0,0199	0,00	0,19	0,19	6906,15
1086	6+856,90	6856,9	1.849,33	-0,0015	0,00	0,08	0,08	6906,23
1087	6+856,98	6856,98	1.849,33	-0,0772	0,00	0,08	0,08	6906,31
1088	6+869,61	6869,61	1.848,35	-0,0908	-0,97	12,63	12,67	6918,98
1089	6+892,42	6892,42	1.846,28	-0,0222	-2,07	22,81	22,90	6941,88
1090	6+898,68	6898,68	1.846,14	0,0108	-0,14	6,26	6,26	6948,14
1091	6+904,81	6904,81	1.846,21	-0,1401	0,07	6,13	6,13	6954,27
1092	6+908,45	6908,45	1.845,70	-0,1213	-0,51	3,64	3,68	6957,95
1093	6+910,20	6910,2	1.845,49	-0,2127	-0,21	1,75	1,76	6959,71
1094	6+913,71	6913,71	1.844,74	0,0459	-0,75	3,51	3,59	6963,30
1095	6+917,03	6917,03	1.844,89	-0,0283	0,15	3,32	3,32	6966,62
1096	6+921,86	6921,86	1.844,76	0,0527	-0,14	4,83	4,83	6971,45
1097	6+925,65	6925,65	1.844,96	0,0548	0,20	3,79	3,80	6975,25
1098	6+929,96	6929,96	1.845,19	0,0638	0,24	4,31	4,32	6979,57
1099	6+935,59	6935,59	1.845,55	0,0361	0,36	5,63	5,64	6985,21
1100	6+953,51	6953,51	1.846,20	-0,0388	0,65	17,92	17,93	7003,14
1101	6+980,15	6980,15	1.845,16	-0,0784	-1,03	26,64	26,66	7029,80
1102	6+980,44	6980,44	1.845,14	-0,031	-0,02	0,29	0,29	7030,09
1103	6+989,85	6989,85	1.844,85	-0,0364	-0,29	9,41	9,41	7039,50
1104	7+000,54	7000,54	1.844,46	-0,0017	-0,39	10,69	10,70	7050,20
1105	7+008,97	7008,97	1.844,45	0,027	-0,01	8,43	8,43	7058,63
1106	7+018,59	7018,59	1.844,70	-0,0148	0,26	9,62	9,62	7068,26
1107	7+023,08	7023,08	1.844,64	-0,0355	-0,07	4,49	4,49	7072,75
1108	7+036,17	7036,17	1.844,17	-0,0601	-0,46	13,09	13,10	7085,84
1109	7+046,60	7046,6	1.843,55	0,0529	-0,63	10,43	10,45	7096,29
1110	7+078,08	7078,08	1.845,21	0,0896	1,67	31,48	31,52	7127,82
1111	7+082,83	7082,83	1.845,64	-0,1182	0,43	4,75	4,77	7132,59
1112	7+108,88	7108,88	1.842,56	-0,0219	-3,08	26,05	26,23	7158,82
1113	7+110,09	7110,09	1.842,53	0,1072	-0,03	1,21	1,21	7160,03
1114	7+121,65	7121,65	1.843,77	0,0144	1,24	11,56	11,63	7171,65
1115	7+129,49	7129,49	1.843,88	0,117	0,11	7,84	7,84	7179,49
1116	7+143,62	7143,62	1.845,54	0,0573	1,65	14,13	14,23	7193,72
1117	7+179,09	7179,09	1.847,57	-0,0623	2,03	35,47	35,53	7229,25
1118	7+194,99	7194,99	1.846,58	0,1993	-0,99	15,90	15,93	7245,18
1119	7+205,41	7205,41	1.848,66	-0,0073	2,08	10,42	10,62	7255,81
1120	7+208,82	7208,82	1.848,63	0,0124	-0,02	3,41	3,41	7259,22
1121	7+247,41	7247,41	1.849,11	-0,0103	0,48	38,59	38,59	7297,81
1122	7+268,22	7268,22	1.848,90	0,03	-0,21	20,81	20,81	7318,62
1123	7+274,85	7274,85	1.849,09	0,0138	0,20	6,63	6,63	7325,25
1124	7+276,32	7276,32	1.849,11	0,0627	0,02	1,47	1,47	7326,72
1125	7+290,45	7290,45	1.850,00	0,0282	0,89	14,13	14,16	7340,88

1126	7+316,16	7316,16	1.850,73	0,0193	0,73	25,71	25,72	7366,60
1127	7+329,88	7329,88	1.850,99	-0,0058	0,26	13,72	13,72	7380,32
1128	7+332,16	7332,16	1.850,98	-0,0141	-0,01	2,28	2,28	7382,60
1129	7+333,53	7333,53	1.850,96	-0,0186	-0,02	1,37	1,37	7383,97
1130	7+343,91	7343,91	1.850,77	-0,0181	-0,19	10,38	10,38	7394,35
1131	7+350,21	7350,21	1.850,65	-0,0195	-0,12	6,30	6,30	7400,66
1132	7+356,22	7356,22	1.850,53	0,0196	-0,12	6,01	6,01	7406,67
1133	7+382,58	7382,58	1.851,05	0,1593	0,52	26,36	26,37	7433,03
1134	7+382,65	7382,65	1.851,06	0,0947	0,01	0,07	0,07	7433,10
1135	7+382,70	7382,7	1.851,07	-0,0805	0,00	0,05	0,05	7433,15
1136	7+391,07	7391,07	1.850,39	0,0359	-0,67	8,37	8,40	7441,55
1137	7+391,11	7391,11	1.850,40	-0,1481	0,00	0,04	0,04	7441,59
1138	7+393,42	7393,42	1.850,05	0,0133	-0,34	2,31	2,34	7443,93
1139	7+393,90	7393,9	1.850,06	0,0072	0,01	0,48	0,48	7444,41
1140	7+396,20	7396,2	1.850,08	0,0065	0,02	2,30	2,30	7446,71
1141	7+403,75	7403,75	1.850,13	-0,0136	0,05	7,55	7,55	7454,26
1142	7+404,83	7404,83	1.850,11	0,0089	-0,01	1,08	1,08	7455,34
1143	7+405,98	7405,98	1.850,12	0,0084	0,01	1,15	1,15	7456,49
1144	7+408,21	7408,21	1.850,14	0,007	0,02	2,23	2,23	7458,72
1145	7+416,08	7416,08	1.850,20	-0,0192	0,05	7,87	7,87	7466,59
1146	7+419,54	7419,54	1.850,13	-0,0167	-0,07	3,46	3,46	7470,05
1147	7+425,25	7425,25	1.850,03	-0,0123	-0,10	5,71	5,71	7475,76
1148	7+428,02	7428,02	1.850,00	-0,0129	-0,03	2,77	2,77	7478,53
1149	7+433,33	7433,33	1.849,93	-0,0028	-0,07	5,31	5,31	7483,84
1150	7+433,75	7433,75	1.849,93	-0,0204	0,00	0,42	0,42	7484,26
1151	7+436,11	7436,11	1.849,88	-0,022	-0,05	2,36	2,36	7486,62
1152	7+442,08	7442,08	1.849,75	-0,019	-0,13	5,97	5,97	7492,59
1153	7+452,77	7452,77	1.849,55	-0,0314	-0,20	10,69	10,69	7503,28
1154	7+455,80	7455,8	1.849,45	-0,0207	-0,10	3,03	3,03	7506,31
1155	7+466,98	7466,98	1.849,22	-0,0227	-0,23	11,18	11,18	7517,50
1156	7+484,62	7484,62	1.848,82	-0,0232	-0,40	17,64	17,64	7535,14
1157	7+486,17	7486,17	1.848,78	0,0184	-0,04	1,55	1,55	7536,69
1158	7+505,03	7505,03	1.849,13	0,0256	0,35	18,86	18,86	7555,55
1159	7+532,96	7532,96	1.849,85	0,0127	0,72	27,93	27,94	7583,49
1160	7+544,88	7544,88	1.850,00	0,0819	0,15	11,92	11,92	7595,41
1161	7+556,22	7556,22	1.850,93	0,1039	0,93	11,34	11,38	7606,79
1162	7+556,37	7556,37	1.850,94	-0,0396	0,02	0,15	0,15	7606,94
1163	7+569,84	7569,84	1.850,41	0,0176	-0,53	13,47	13,48	7620,42
1164	7+602,87	7602,87	1.850,99	0,0013	0,58	33,03	33,04	7653,46
1165	7+616,62	7616,62	1.851,01	0,0182	0,02	13,75	13,75	7667,21
1166	7+620,50	7620,5	1.851,08	0,0239	0,07	3,88	3,88	7671,09
1167	7+636,57	7636,57	1.851,46	-0,0142	0,38	16,07	16,07	7687,16
1168	7+644,48	7644,48	1.851,35	-0,0249	-0,11	7,91	7,91	7695,07
1169	7+662,90	7662,9	1.850,89	-0,0041	-0,46	18,42	18,43	7713,50
1170	7+667,82	7667,82	1.850,87	-0,0146	-0,02	4,92	4,92	7718,42
1171	7+676,06	7676,06	1.850,75	0,1459	-0,12	8,24	8,24	7726,66
1172	7+712,27	7712,27	1.856,03	0,0679	5,28	36,21	36,59	7763,25

1173	7+713,16	7713,16	1.856,09	0,2856	0,06	0,89	0,89	7764,15
1174	7+713,62	7713,62	1.856,23	-0,0978	0,13	0,46	0,48	7764,63
1175	7+727,74	7727,74	1.854,84	0,3041	-1,38	14,12	14,19	7778,81
1176	7+728,83	7728,83	1.855,17	-0,0456	0,33	1,09	1,14	7779,95
1177	7+740,73	7740,73	1.854,63	0,2645	-0,54	11,90	11,91	7791,86
1178	7+741,22	7741,22	1.854,76	0,2087	0,13	0,49	0,51	7792,37
1179	7+742,04	7742,04	1.854,93	0,0417	0,17	0,82	0,84	7793,21
1180	7+752,62	7752,62	1.855,37	0,1256	0,44	10,58	10,59	7803,80
1181	7+753,87	7753,87	1.855,53	0,1187	0,15	1,25	1,26	7805,06
1182	7+755,28	7755,28	1.855,70	0,0351	0,17	1,41	1,42	7806,48
1183	7+764,19	7764,19	1.856,01	-0,0397	0,31	8,91	8,92	7815,39
1184	7+765,86	7765,86	1.855,94	0,0212	-0,07	1,67	1,67	7817,06
1185	7+767,76	7767,76	1.855,98	0,0465	0,04	1,90	1,90	7818,96
1186	7+769,70	7769,7	1.856,07	0,1177	0,09	1,94	1,94	7820,91
1187	7+779,97	7779,97	1.857,28	0,0847	1,21	10,27	10,34	7831,25
1188	7+780,57	7780,57	1.857,33	0,012	0,05	0,60	0,60	7831,85
1189	7+781,03	7781,03	1.857,34	0,2256	0,00	0,46	0,46	7832,31
1190	7+792,43	7792,43	1.859,91	-0,0323	2,57	11,40	11,69	7844,00
1191	7+793,91	7793,91	1.859,86	-0,0207	-0,05	1,48	1,48	7845,48
1192	7+795,38	7795,38	1.859,83	-0,0106	-0,03	1,47	1,47	7846,95
1193	7+796,33	7796,33	1.859,82	-0,0501	-0,01	0,95	0,95	7847,90
1194	7+797,34	7797,34	1.859,77	0,0718	-0,05	1,01	1,01	7848,91
1195	7+798,24	7798,24	1.859,84	-0,0109	0,06	0,90	0,90	7849,81
1196	7+828,75	7828,75	1.859,50	-0,0778	-0,33	30,51	30,51	7880,32
1197	7+853,61	7853,61	1.857,57	-0,1245	-1,93	24,86	24,94	7905,26
1198	7+860,84	7860,84	1.856,67	-0,1555	-0,90	7,23	7,29	7912,54
1199	7+866,92	7866,92	1.855,72	-0,014	-0,95	6,08	6,15	7918,70
1200	7+904,56	7904,56	1.855,20	0,1501	-0,53	37,64	37,64	7956,34
1201	7+923,27	7923,27	1.858,00	-0,0357	2,81	18,71	18,92	7975,26
1202	7+932,87	7932,87	1.857,66	0,0424	-0,34	9,60	9,61	7984,87
1203	7+933,69	7933,69	1.857,70	-0,0853	0,03	0,82	0,82	7985,69
1204	7+950,68	7950,68	1.856,25	-0,1072	-1,45	16,99	17,05	8002,74
1205	7+956,70	7956,7	1.855,60	-0,1941	-0,64	6,02	6,05	8008,79
1206	7+971,24	7971,24	1.852,78	-0,2383	-2,82	14,54	14,81	8023,60
1207	7+980,35	7980,35	1.850,61	-0,0508	-2,17	9,11	9,36	8032,97
1208	7+980,59	7980,59	1.850,60	-0,2188	-0,01	0,24	0,24	8033,21
1209	7+983,32	7983,32	1.850,00	-0,005	-0,60	2,73	2,79	8036,00
1210	7+989,25	7989,25	1.849,97	-0,0068	-0,03	5,93	5,93	8041,93
1211	7+999,59	7999,59	1.849,90	-0,0058	-0,07	10,34	10,34	8052,27
1212	8+000,69	8000,69	1.849,89	-0,0082	-0,01	1,10	1,10	8053,37
1213	8+002,70	8002,7	1.849,88	-0,0053	-0,02	2,01	2,01	8055,38
1214	8+007,93	8007,93	1.849,85	-0,0053	-0,03	5,23	5,23	8060,61
1215	8+011,93	8011,93	1.849,83	-0,0086	-0,02	4,00	4,00	8064,61
1216	8+015,66	8015,66	1.849,80	-0,0059	-0,03	3,73	3,73	8068,34
1217	8+020,16	8020,16	1.849,77	-0,0052	-0,03	4,50	4,50	8072,85
1218	8+021,75	8021,75	1.849,76	-0,0041	-0,01	1,59	1,59	8074,44
1219	8+022,91	8022,91	1.849,76	-0,0098	0,00	1,16	1,16	8075,60

1220	8+029,23	8029,23	1.849,69	-0,007	-0,06	6,32	6,32	8081,92
1221	8+031,90	8031,9	1.849,68	-0,0124	-0,02	2,67	2,67	8084,59
1222	8+035,51	8035,51	1.849,63	-0,0086	-0,04	3,61	3,61	8088,20
1223	8+035,99	8035,99	1.849,63	-0,0022	0,00	0,48	0,48	8088,68
1224	8+037,04	8037,04	1.849,62	-0,0049	0,00	1,05	1,05	8089,73
1225	8+053,70	8053,7	1.849,54	-0,0019	-0,08	16,66	16,66	8106,39
1226	8+072,99	8072,99	1.849,51	-0,0044	-0,04	19,29	19,29	8125,68
1227	8+075,81	8075,81	1.849,49	-0,3637	-0,01	2,82	2,82	8128,50
1228	8+077,92	8077,92	1.848,73	-0,0792	-0,77	2,11	2,25	8130,74
1229	8+083,59	8083,59	1.848,28	-0,1487	-0,45	5,67	5,69	8136,43
1230	8+087,38	8087,38	1.847,71	-0,1509	-0,56	3,79	3,83	8140,26
1231	8+091,27	8091,27	1.847,13	-0,0549	-0,59	3,89	3,93	8144,19
1232	8+093,15	8093,15	1.847,02	-0,2652	-0,10	1,88	1,88	8146,08
1233	8+137,71	8137,71	1.835,21	0,3928	-11,82	44,56	46,10	8192,18
1234	8+138,47	8138,47	1.835,51	0,2069	0,30	0,76	0,82	8192,99
1235	8+138,63	8138,63	1.835,54	0,0469	0,03	0,16	0,16	8193,16
1236	8+138,91	8138,91	1.835,55	-0,105	0,01	0,28	0,28	8193,44
1237	8+139,07	8139,07	1.835,54	-0,2976	-0,02	0,16	0,16	8193,60
1238	8+139,24	8139,24	1.835,49	0,04	-0,05	0,17	0,18	8193,78
1239	8+143,28	8143,28	1.835,65		0,16	4,04	4,04	8197,82

Características línea de conducción

Tubería		
Material	PVC	
Diámetro Nominal	200	mm
SDR	17,5	

Nominal (mm)	Externo (mm)	Interno (mm)	Espesor e	Presión Trabajo (m.c.a.)
200	219,08	206,18	12,9	175,8

Elemento	Estación	Elevación (m.s.n.m.)
Cámara reunión caudales	0 + 000	1910,00
Válvula Purga	1 + 922	1866,70
Válvula Aire	2 + 291	1881,40
Válvula Purga	3 + 092	1852,20
Válvula Aire	3 + 319	1873,50
Tanque Quiebragradiante	4 + 030	1886,70
Tanque Virgilio	8 + 143	1835,00

Válvula o accesorio	Estación	ID Tubería Epanet	Constante K
Entrada a tubería	0 + 000	p1	1,00
Válvula Compuerta	0 + 000	p1	0,08
Válvula Purga (Tee)	1 + 922	p77	0,56
Válvula Aire (boquilla)	2 + 291	p86	2,75
Válvula Purga (Tee)	3 + 092	p108	0,56
Válvula Aire (boquilla)	3 + 319	p115	2,75
Válvula Compuerta	4 + 030	p123.1	0,08
Válvula Flotador (Globo)	4 + 030	p123.1	4,56
Salida de tubería	4 + 030	p123.2	1,00
Válvula Compuerta	4 + 030	p123.2	0,08
Válvula Compuerta	8 + 143	p208	0,08
Válvula Flotador (Globo)	8 + 143	p208	4,56
Salida de tubería	8 + 143	p208	1,00

Características del Acueducto

Revisión Cámara de reunión de caudales - Tanque quebragradiente

Datos			
Caudal Max. Diario (m ³ /s)	Qmd =	0,00705	m ³ /s
Longitud total del tramo (m)	l =	4.065,00	m
Constante tubo	CH =	130,00	
Altura Salida	Hsalida =	1.910,00	m.s.n.m.
Altura Llegada	Hllegada =	1.886,70	m.s.n.m.

Línea de Presión Estática en el Tanque quebragradiente

$$Pe = 23,30 \text{ m.c.a}$$

Diametro comercial

	Nominal (mm)	Externo (mm)	Interno (mm)	Espesor e
D	200	219,08	206,18	12,9

Revisar Sobrepresión o Golpe de Ariete

Celeridad

$$k = 18$$

$$Cw = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

$$Cw = 540,09 \text{ m/s}$$

Área

$$A = 0,0334 \text{ m}^2$$

Velocidad

$$V_{eq} = \frac{Q}{A_{eq}}$$

$$V = 0,21 \text{ m/s}$$

Tiempo de Cierre de Válvula (tc)

$$T = \frac{2 * l}{C_{eq}}$$

T = 15,05 s

Evaluar Hmax en cierre lento tc > T

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

tc = 40 s

Hmax = 4,4 m

Evaluar Hmax en cierre rapido tc < T

$$\Delta H = \frac{C_{eq} * v}{g}$$

Hmax = 11,63 m

Revisión de Presiones

	Estación	Elevación (m.s.n.m.)	Presión estática	Sobrepresión
Pc	3 + 092	1.852,00	58,00	62,37

Revisión Tanque quiebragradiente - Tanque Virgilio

Datos			
Caudal Max. Diario (m ³ /s)	Qmd =	0,00705	m ³ /s
Longitud total del tramo (m)	l =	4.132,00	m
Constante tubo	CH =	130,00	
Altura Salida	Hsalida =	1.886,70	m.s.n.m.
Altura Llegada	Hllegada =	1.835,00	m.s.n.m.

Línea de Presión Estática en el Tanque quiebragradiente

$$Pe = 51,70 \text{ m.c.a}$$

Diametro comercial

	Nominal (mm)	Externo (mm)	Interno (mm)	Espesor e
D	200	219,08	206,18	12,9

Revisar Sobrepresión o Golpe de Ariete

Celeridad

$$k = 18$$

$$Cw = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \frac{d}{e}}}$$

$$Cw = 540,09 \text{ m/s}$$

Área

$$A = 0,033 \text{ m}^2$$

Velocidad

$$V_{eq} = \frac{Q}{A_{eq}}$$

$$V = 0,21 \text{ m/s}$$

Tiempo de Cierre de Válvula (tc)

$$T = \frac{2 * l}{C_{eq}}$$

T = 15,30 s

Evaluar Hmax en cierre lento tc > T

$$\Delta H = \frac{2lv}{gt_c}$$

tc = 40 s

Hmax = 4,4 m

Evaluar Hmax en cierre rapido tc < T

$$\Delta H = \frac{C_{eq} * v}{g}$$

Hmax = 11,63 m

Revisión de Presiones

	Estación	Elevación (m.s.n.m.)	Presión estática	Sobrepresión
Pc	8 + 143	1.835,00	51,70	56,15

Glosario

1. **Aforo:** Operación que consiste en medir un caudal de agua; es la producción de una fuente.
2. **Captación:** Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.
3. **Caudal:** Es el volumen de un fluido (agua) que pasa en la unidad de tiempo a través de una sección dada. Su simbología es de litro por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
4. **Flotación:** Acción de flotar o ser capaz de flotar.
5. **Hidráulico:** funciona o es movido por la acción del agua o de otro líquido
6. **Línea de gradiente hidráulico:** se define como la pérdida de energía experimentada por unidad de longitud recorrida por el agua; es decir, representa la pérdida o cambio de potencial hidráulico por unidad de longitud, medida en el sentido del flujo de agua.
7. **Presión estática:** Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros-columna de agua (m.c.a.).
8. **Presión:** Fuerza ejercida sobre un área determinada.
9. **Válvula:** Pieza de variadas formas que, al colocarla en una abertura de máquinas o instrumentos, sirve para interrumpir alternativa o permanentemente la comunicación entre dos de sus órganos, controlan la dirección, la presión, el volumen o combinación de estas magnitudes.

