

Facultad de Tecnología de la Construcción

“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE DIRIAMBÁ, DEPARTAMENTO DE CARAZO, AÑO 2022”.

Trabajo Monográfico para optar al título de
Ingeniero Civil

Elaborado por

Tutor:

Br. Luis Ricardo
Baltodano Nicaragua
Carnet: 2017-0969U

Br. Guillermo Gustavo
Corea Castillo
Carnet: 2017-0507I

Br. Kevin Adrián
Parrales López
Carnet: 2018-0792U

MSc. Ing. José Ángel
Baltodano Maldonado

22 de marzo de 2023
Managua, Nicaragua

Lista de abreviaturas

PTAR: Planta de Tratamiento de Agua Residual.

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

MINSA: Ministerio de Salud.

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DQO: Demanda Química de Oxígeno.

EBAR: Estación de Bombeo de Aguas Residuales.

Resumen del tema

El presente documento se realizó con el objetivo de proponer el “Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Diriamba, departamento de Carazo, año 2022”. El proyecto contempla un área de cobertura de 70.92 hectáreas de la ciudad de Diriamba en su casco urbano, considerando una población de diseño de 23,886 habitantes para el año 2042, es decir con una densidad poblacional de 337 Hab/ha.

El diseño de la red de alcantarillado considera un total de 26.339 km de tuberías PVC y 3 tramos de 254 metros corresponden a tuberías de hierro fundido dúctil, mientras el resto corresponde a tramos entre 150 mm hasta 300 mm de diámetro de tuberías. El proyecto cuenta con una línea de tratamiento de agua, esperando una capacidad de tratamiento de 79.29 l/s de agua residual. El tren de tratamiento cuenta con un canal de entrada, rejas de limpieza manual, desarenador, tanque Imhoff, 2 módulos de lechos de secado y dos biofiltros de flujo horizontal con vegetación superficial, el presupuesto de obra (take off) para la planta de tratamiento es de US\$ 996,389.46 y US\$ 1,911,054.52 para la red de alcantarillado sanitario; se incluyen planos de diseño de PTAR y planos de la red de alcantarillado propuesto.

Contenido

I. Introducción.....	1
1.1 Generalidades	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Justificación	3
1.4 Objetivos.....	4
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
II. Marco teórico	5
2.1 Generalidades	5
2.2 Proyección de la población	5
2.2.1 Método de cálculo	6
2.3 Cantidad de aguas residuales.....	6
2.3.1 Consumo.....	6
2.4 Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas	8
2.5 Hidráulica de las alcantarillas.....	9
2.5.1 Coeficiente de rugosidad	9
2.5.2 Diámetro mínimo	9
2.5.3 Pendiente longitudinal mínima.....	10
2.5.4 Pérdida de carga adicional	10
2.5.5 Cambio de diámetro	10
2.5.6 Ángulo entre tuberías	10

2.5.7 Cobertura entre tuberías	10
2.5.8 Ubicación de las alcantarillas	11
2.5.9 Secciones especiales de las alcantarillas	11
2.5.10 Conexiones domiciliarias.....	11
2.6 Pozos de visitas sanitarios (PVS)	12
2.6.1 Ubicación	12
2.6.2 Características de los pozos de visitas	12
2.7 Estaciones de bombeo	13
2.7.1 Equipos de bombeo	13
2.7.2 Diámetros.....	14
2.7.3 Tuberías de impulsión	14
2.8 Características de las aguas residuales.....	15
2.8.1 Caracterización de las aguas residuales	15
2.9 Métodos de tratamientos de aguas residuales.....	15
2.9.1 Tipos de tratamientos de agua	16
2.9.2 Pretratamientos en aguas residuales	16
2.9.3 Dispositivos de medición de caudal (gastos) de aguas residuales	16
2.9.4 Tratamiento primario	17
2.9.5 Tratamientos secundarios o biológicos.....	17
2.9.6 Desinfección.....	17
2.10 Diagnóstico de impacto ambiental	17
2.11 Costo total de la obra.....	18
2.11.1 Variables a considerar en el cálculo de los precios	18

2.11.2 Costos indirectos, administrativos, imprevistos y utilidad.....	18
2.11.3 Impuestos.....	18
III. Diseño metodológico.....	19
3.1 Análisis socioeconómico de la población	20
3.2 Reconocimientos y análisis de la zona de estudio	21
3.3 Información topográfica	21
3.4 Trazado de la red.....	21
3.5 Trabajo de gabinete	21
3.6 Cálculo de caudales.....	21
3.6.1 Consumo doméstico de agua potable	21
3.6.2 Consumo comercial, industrial y público.....	22
3.6.3 Gasto de infiltración (Q_{inf})	22
3.6.4 Gasto medio (Q_m).....	22
3.6.5 Gasto mínimo ($Q_{mín}$).....	23
3.6.6 Gasto máximo de aguas residuales ($Q_{máx}$).....	23
3.6.7 Gasto de diseño (Q_d)	24
3.7 Cálculo hidráulico de la red alcantarillado sanitario.....	25
3.7.1 Diámetro.....	25
3.7.2 Diseño hidráulico.....	25
3.7.1 Distancia entre pozos	26
3.8 Diseño del tratamiento de las aguas residuales	27
3.8.1 Criterios para el diseño de rejillas de limpieza manual (pretratamiento)	27

3.8.2 Medidor Marshall	¡Error! Marcador no definido.
3.8.3 Criterios para diseño de tanque IMHOFF	32
3.8.4 Criterios de diseño de filtro biológico	33
3.8.5 Manejo de lodos	33
3.9 Estimación de los costos del proyecto	33
IV. Análisis de resultados	34
4.1 Caracterización socioeconómica.....	34
4.1.1 Datos generales del municipio.....	34
4.1.2 Topografía.....	35
4.1.3 Situación ambiental	36
4.1.4 Dinámica poblacional	37
4.1.5 Estructura económica.....	38
4.1.6 Prestación de servicios básicos.....	39
4.2 Proyección de la población	40
4.2.1 Tasas de crecimiento	40
4.2.2 Proyección de la población por barrios.....	41
4.2.3 Proyección de la población urbana total	43
4.3 Cantidades de aguas residuales	43
4.3.1 Trazado de la red de alcantarillado.....	43
4.3.2 Caudal de diseño	47
4.4 Diseño hidráulico de alcantarillas.....	53
4.4.1 Diámetro propuesto	53
4.4.2 Revisión del diseño hidráulico	56

4.4.3 Cálculo de elevaciones.....	62
4.5 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	66
4.5.1 Elementos del pretratamiento	66
4.5.2 Tratamiento Primario (Tanque Imhoff).....	68
4.5.3 Tratamiento secundario (Biofiltro).....	70
4.6 Estimación de costos del proyecto.....	72
V. Conclusiones y recomendaciones.....	73
5.1 Conclusiones	73
5.2 Recomendaciones	75
VI. Bibliografía.....	77

Índice de tablas.

Tabla 1. Tabla de dotaciones de agua potable	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2. Tabla de separación máxima entre pozos de visita	26
Tabla 3. Características de las aguas residuales de la ciudad de Jinotepe.	27
Tabla 4. Datos poblaciones de censos nacionales	40
Tabla 5. Tasas de crecimiento geométrico	41
Tabla 6. Proyección de población por barrios	41
Tabla 7. Proyección de la población urbana total	43
Tabla 8. Datos para estimación de caudales en tubería colectora.....	47
Tabla 9. Cálculo de caudales en tubería colectora	48
Tabla 10. Datos para estimación de caudales en subcolector 1	49
Tabla 11. Cálculo de caudales en subcolectora 1	50
Tabla 12. Datos para estimación de caudales en subcolector 2	50
Tabla 13. Cálculo de caudales en subcolectora 2	50
Tabla 14. Datos para estimación de caudales en subcolector 3	51
Tabla 15. Cálculo de caudales en subcolectora 3	51
Tabla 16. Datos para estimación de caudales en subcolector A.....	51
Tabla 17. Cálculo de caudales en subcolectora A	52
Tabla 18. Datos para estimación de caudales en subcolector B.....	52
Tabla 19. Cálculo de caudales en subcolectora B	53
Tabla 20. Diámetros propuestos para colectora principal	53
Tabla 21. Diámetros propuestos para subcolector 1.....	54

Tabla 22. Diámetros propuestos para subcolector 2.....	55
Tabla 23. Diámetros propuestos para subcolector 3.....	55
Tabla 24. Diámetros propuestos para subcolector A	55
Tabla 25. Diámetros propuestos para subcolector B	56
Tabla 26. Diseño hidráulico del colector principal	57
Tabla 27. Comprobación de resultados para colector principal	57
Tabla 28. Diseño hidráulico de subcolector 1	58
Tabla 29. Comprobación de resultados para subcolector 1	59
Tabla 30. Diseño hidráulico de subcolector 2	59
Tabla 31. Comprobación de resultados para subcolector 2	59
Tabla 32. Diseño hidráulico de subcolector 3	60
Tabla 33. Comprobación de resultados para subcolector 3	60
Tabla 34. Diseño hidráulico de subcolector A.....	61
Tabla 35. Comprobación de resultados para subcolector A.....	61
Tabla 36. Diseño hidráulico de subcolector B.....	61
Tabla 37. Comprobación de resultados para subcolector B.....	62
Tabla 38. Cálculo de elevaciones en colectora.....	62
Tabla 39. Cálculo de elevaciones en subcolector 1	63
Tabla 40. Cálculo de elevaciones en subcolector 2	64
Tabla 41. Cálculo de elevaciones en subcolector 3	64
Tabla 42. Cálculo de elevaciones en subcolector A	64
Tabla 43. Cálculo de elevaciones en subcolector B	65
Tabla 44. Pozos de visita en colector principal	65

Tabla 45. Fórmulas de diseño de Tanque Imhoff	68
Tabla 46. Fórmulas de diseño de biofiltro.....	70
Tabla 47. Estimación de costos del proyecto	72

Índice de figuras.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Carazo.....	34
Figura 2. Ubicación de la zona de estudio	35
Figura 3. Trazado de la red de alcantarillado sanitario	44

I. Introducción

1.1 Generalidades

El saneamiento es reconocido como un derecho humano por las Naciones Unidas, por eso los planes de saneamiento deben cubrir todas las áreas de la ciudad, incluidas las zonas de bajos ingresos, asentamientos ilegales e informales. Aparte de garantizar la infraestructura se debe asegurar los fondos para la operación y el mantenimiento.

La importancia de este tema lo ha llevado a que sea uno de los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030, con el fin de; reducir los riesgos para la salud y la contaminación al medio ambiente. Sin embargo, según datos de las Naciones Unidas más del ochenta por ciento de las aguas residuales resultantes de las actividades humanas son vertidas en los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento.

Esto llevó a la identificación de los problemas existentes referentes al saneamiento seguro en la ciudad de Diriamba y al interés de realizar una propuesta de solución a estos. Dicho municipio tiene una población urbana que comprende más del cincuenta por ciento de la población total, (Alcaldía Municipal de Diriamba, 2017, p. 7), lo que hace posible y, a la vez necesario la propuesta de un sistema de alcantarillado sanitario.

Por lo anterior planteado se presenta el tema monográfico: **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA CIUDAD DE DIRIAMBA, DEPARTAMENTO DE CARAZO, AÑO 2022”**.

Este documento presenta el desarrollo de todos los objetivos que conducen a alcanzar el propósito principal de proveer una solución a los problemas de saneamiento del municipio mediante un sistema de alcantarillado sanitario que mejore las condiciones de vida de la población del casco urbano y zonas de asentamientos no planificados que llegarán a conectarse al servicio en años posteriores.

1.2 Antecedentes

En Nicaragua, el avance en la cobertura de abastecimiento de agua potable alcanza el 95% en zonas urbanas y 56.4% en zonas rurales, así mismo la cobertura en materia de saneamiento alcanza el 80% en población urbana y 52.1% en zona rural, (ENACAL, 2020).

En la actualidad, en el departamento de Carazo solamente dos municipios, San Marcos y Jinotepe, cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario, dichos municipios tienen características de aguas residuales bastante similares debido a la caracterización socio-económica parecida que poseen, a pesar de ser Jinotepe la cabecera departamental. Es por esto que los datos de las aguas residuales de Jinotepe proveen una información confiable para prever las características del afluente que llegaría a tener la ciudad de Diriamba y diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales en base a estos.

Con respecto a la situación del saneamiento en el municipio se encuentra poca información, las viviendas cuentan con tecnologías de almacenamiento in-situ como son sumideros, tanques sépticos y letrinas, para los cuales el vaciado y transporte no es un servicio que garanticen las autoridades municipales. Las aguas grises de las viviendas en la zona urbana son depositadas directamente en las cunetas las cuales llegan al drenaje pluvial de la infraestructura vial.

Según información del delegado departamental de ENACAL en Carazo, en el año 2020 se realizó un estudio para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario en el municipio, dando como resultado la posible ejecución del proyecto en años próximos.

1.3 Justificación

Los sumideros, letrinas y tanques sépticos mal gestionados y sin un diseño adecuado representan un alto riesgo para la salud de los usuarios, además de representar un riesgo de contaminación de las aguas subterráneas dependiendo de las condiciones freáticas del sitio. Aunque las tecnologías cuenten con un diseño adecuado siempre tienen inconvenientes tales como las moscas, insectos y malos olores; baja reducción en DBO y patógenos, el efluente y lodo requieren tratamiento adicional y descarga apropiada, los costos de vaciado y transporte tienden a tener un precio considerable.

En la zona urbana del municipio es poco común la contratación de servicios de vaciado y transporte de los productos estas tecnologías de almacenamiento, considerando que los diseños adecuados de tanques sépticos prevén un desenlodado frecuente es evidente el grave problema al que se enfrenta la comunidad, siendo la diarrea y gastroenteritis infecciosa la segunda causa más común de hospitalización en el municipio, (MINSA, 2017).

En cuanto a la situación de las aguas grises, en muchos lugares se presentan estancamientos en las cunetas. Debido a la combinación de aguas grises y la mala práctica de algunos pobladores de depositar los desechos sólidos en los cauces, se producen olores desagradables y la presencia de mosquitos y moscas lo cual disminuye la calidad de vida de los pobladores cercanos a estas zonas.

El alcantarillado sanitario es la tecnología más efectiva para el transporte de aguas residuales, con beneficios tales como que no se requieren tecnologías de saneamiento in-situ, se pueden manejar las aguas grises en el sistema evitando el estancamiento de estas en las calles. Sin embargo, la gran inversión que se requiere para su construcción hace evidente la necesidad de un correcto estudio. Por esto la necesidad de este trabajo monográfico, en el cual aparte de realizar un diseño adecuado del sistema también se estiman los posibles costos del proyecto dando como resultado un correcto planteamiento de la solución a las necesidades sanitarias.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar la red de alcantarillado sanitario y dimensionar la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano del municipio de Diriamba, departamento de Carazo, para el año base 2022.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar una caracterización socio-económica del municipio.
- Revisar la información topográfica del casco urbano de la ciudad.
- Proyectar la población basado en el período de diseño económico de las estructuras que componen el sistema y los métodos de proyección adecuados.
- Calcular las cantidades de aguas residuales según parámetros de las normativas nacionales.
- Realizar el diseño hidráulico de las alcantarillas.
- Seleccionar y dimensionar las tecnologías que compondrán la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Estimar los costos de las obras civiles necesarias para la ejecución del proyecto.

II. Marco teórico

2.1 Generalidades

En la realización de un diseño óptimo de un sistema de alcantarillado sanitario, es necesario obtener aportes de las instituciones que controlan la información formal de los distintos sectores como las actividades humanas y los controles de comportamientos de la naturaleza que influyen en el diseño de los servicios de higiene y salubridad que se les brinda a las sociedades.

La población es el componente más variable que tenemos en el diseño de este tipo de sistemas. Una población puede en términos generales crecer, estacionarse o decrecer. Aparte de las características poblacionales, debemos tener en cuenta la distribución geográfica y densidad de la misma.

Para la estimación de esta, “Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados” (INAA, 1992, p. 2).

La población se puede obtener de los censos nacionales de INIDE, MINSA, ENACAL o recopilando datos casa a casa para determinar la cantidad de habitantes del año base. En función de esas variables es que se debe realizar una proyección o tiempo del período de diseño que se define como el lapso que va desde la puesta en funcionamiento de un sistema o parte de él, hasta la culminación de su vida útil.

2.2 Proyección de la población

La proyección de la población es parte fundamental para el cálculo de volumen de aguas a servir, un buen alcance de este proceso ayudará a un buen diseño del sistema de alcantarillado y este cumplirá con el ciclo de tiempo al que se tiene estimado, sin sufrir saturaciones.

Según INAA (1992) “La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen un sistema” (p. 9).

La proyección de población se puede estimar mediante los métodos propuestos por la guía técnica, sin embargo, no se limita al diseñador al uso exclusivo de estos, pudiendo elegir métodos de estimación distintos mientras se valide ante la autoridad correspondiente, evaluando el comportamiento poblacional a nivel del Departamento y Municipio al cual pertenece la comunidad en estudio. Dicha información engloba: área de estudio, topografía e hidrología del sitio, cantidad de población y distribución de esta misma, y las actividades económicas realizadas en este sitio; todo esto para cumplir los parámetros de diseño y suplir las necesidades de higiene que beneficia a las personas y al medio ambiente.

2.2.1 Método de cálculo

2.2.1.1 Método Geométrico

El método geométrico es el proceso donde se proyecta la población con una tasa de crecimiento que es proporcional a la misma población. Este método es aplicable a las zonas donde no ha llegado a su desarrollo y se mantiene creciendo en tasas fijas.

2.3 Cantidad de aguas residuales

2.3.1 Consumo

El agua es el principal recurso de las actividades humanas, estas son servidas de manera purificada por la institución **ENACAL** y pasan por un proceso de contaminación y como resultado se obtienen **aguas grises y aguas negras**, debido a este proceso se toma en cuenta el volumen en base a un porcentaje de retorno, siendo este volumen la base para el diseño del sistema de alcantarillado que es el encargado de reunir, expeler y llevar a las plantas de tratamientos donde se descontaminan y limpian para luego ser expulsadas con un grado de contaminación mínimo a afluentes naturales sin provocar modificaciones dentro del recurso natural.

2.3.1.1 Consumo doméstico de agua potable

El planeta Tierra está compuesto 70% por agua, y que sólo el 30% es tierra firme. En lo que al cuerpo humano se refiere, está compuesto 60% de agua, lo que le permite tener un correcto funcionamiento. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019, p.1), una persona requiere de 100 litros de agua al día (5 o 6 cubetas grandes) para satisfacer sus necesidades, tanto de consumo como de higiene.

Según ENACAL (1998) “La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de: nivel de servicio adoptado, factores geográficos, factores culturales y uso del agua “ (p.3).

Cuando se habla de factores de la dotación se refiere que, no es igual la dotación asignada para la ciudad de Managua en comparación a la estimada para el municipio de Diriamba, o una comunidad rural, la primera tiende a ser mayor; ya que, los hábitos diarios varían según la cultura de cada sitio, por ende, los usos y la cantidad del vital líquido destinados para cada actividad habitual variaran.

Cabe destacar, que las instituciones públicas (Escuelas, Iglesias, Centros de Salud, entre otro), y las Industrias existentes, y, en caso de que haya hidrantes en el sitio en estudio, influirán también en el caudal de diseño; ya que, a cada uno se le asigna un factor u porcentaje de uso, y, este se le aplica al gasto obtenido según la población total, justificando así el agua demandada por dichas entidades.

2.3.1.2 Consumo comercial, industrial y público

- **Consumo comercial:** Aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o servicios al público. Es decir, centros comerciales, mercados, entre otros.
- **Consumo público o institucional:** Aguas suministradas para consumo humano en instituciones públicas como escuelas, hospitales, oficinas estatales, entre otros.

- **Consumo industrial:** Aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos.

2.4 Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas

Se denomina período económico del proyecto al número de años para el cual se diseña una obra; considerando que, durante ese período, se proporcionara un servicio de calidad y eficiente, sin incurrir en costos innecesarios y optimizando la economía del proyecto sin descuidar los elementos técnicos y de sostenibilidad.

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad (INAA, 1992, p.11).

Para la creación de este proyecto es indispensable establecer un ciclo de vida útil para los elementos que conforman el sistema de alcantarillados; a su vez, se debe de tomar en cuenta y planear conforme a la construcción inmediata y las futuras nuevas incorporaciones que se aplicarán al sistema. En la práctica varía de 10, 15, 25 hasta 50 años y depende de factores tales como: tipo de estructura, economía, fondos, criterio del diseñador, etc. ¹

Factores de importancia en esta determinación son:

- Vida útil de las estructuras y equipo tomados en cuenta obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeaciones de las etapas de construcción del proyecto.

¹ Según INAA 1978, p.11; Tabla 4-1 Período de diseño económico para la estructura de los sistemas.

- Cambios en el desarrollo social y económico de la población: La fijación de un período económico está íntimamente ligado a factores económicos y su asignación está ajustado a criterios económicos, los cuales están regidos por los costos de construcción que inducirán a mayores o menores periodos de inversión, para atender la demanda que el crecimiento poblacional obliga.

2.5 Hidráulica de las alcantarillas

2.5.1 Coeficiente de rugosidad

El coeficiente de rugosidad de Manning es un índice el cual determina la resistencia de un flujo en un canal, es por esto, y por la posibilidad de calcular este coeficiente que se pretende determinar la influencia de la pendiente de un canal en el coeficiente de rugosidad de Manning. La rugosidad de las paredes de los canales y tuberías es función del material con que están contruidos, el acabado de la construcción y el tiempo de uso.

Este proceso de cálculo se debe de seguir según el criterio de tensión de arrastre y a la fórmula de Manning. Se puede proponer distintos tipos de tuberías, pero para la elección de estas se deben de tomar en cuenta los siguientes parámetros: Tipo de uso, presupuesto e inversión y operación y mantenimiento.

Los diferentes tipos de diámetros permiten desarrollar y plantear diferentes planes de uso, para tuberías colectoras de 375 mm (15 pulg.) estas están planeadas para usar la mitad inferior para el traslado de las aguas negras y la mitad superior para la ventilación, las imprevisiones y oscilaciones excepcionales. Las colectoras mayores reciben efluentes grandes, estas pasan por variaciones menores de caudal y están destinadas a un uso de 0.70 o 0.80 de su sección transversal.

2.5.2 Diámetro mínimo

Debido a que el diámetro de tubería influye en la pérdida de carga se determinan valores de diámetros mínimos. Ya que, si se pretende reducir el diámetro de la tubería estaremos obligados a incrementar la velocidad con el correspondiente incremento de pérdida de carga. Resumiendo, disminuir el diámetro de la tubería

significa menos coste de la instalación y más pérdida de energía, más potencia instalada y mayores gastos operativos. Para la determinación del diámetro mínimo se debe de tomar en cuenta el uso, este debe de ser 150 mm (6 pulg).

2.5.3 Pendiente longitudinal mínima

La pendiente longitudinal mínima es aquella que permita una velocidad de autolavado, se toma como base el criterio de la tensión de arrastre.

2.5.4 Pérdida de carga adicional

En cada cambio de alineación ya sea vertical u horizontal se deberá de tener un valor de pérdida mínimo $(0.25 Vm^2) / 2g$, este valor será entre las secciones de entrada y salida de cada pozo de visita sanitario (PVS), si las condiciones no permiten aplicar el cálculo deberá de ser menor de 3 cm.

2.5.5 Cambio de diámetro

Las tuberías de aguas abajo deberán ser mayor o igual a las de aguas arribas, ya que estas van acumulando mayores volúmenes de líquidos, en igual caso la tubería de salida de un pozo de visita deberá ser mayor o igual al diámetro de tuberías que está descargando en ella.

2.5.6 Ángulo entre tuberías

El rango de ángulo de inclinación entre tuberías de entrada y salida deberá ser mínimo de 90° y máximo de 270° medidos con respecto a las agujas del reloj y tomando de guía la tubería de entrada.

2.5.7 Cobertura entre tuberías

La cobertura es aquella que les brinda seguridad estructural a las tuberías y que estas faciliten el drenaje de las viviendas hacia las colectoras, si se presenta alguna circunstancia donde la profundidad es menor a 1.20 m que es la distancia mínima, la tubería deberá ser encajonada con concreto simple con un espesor mínimo de 0.15 m (15 cm) alrededor de la pared exterior de la tubería.

2.5.8 Ubicación de las alcantarillas

En vías de circulación de este a oeste la tubería deberá ser colocada en el norte de la línea central de la vía. En vías de circulación de norte a sur la tubería debe de ser colocada al oeste de la línea central de la vía.

En vías de gran anchura deberán colocarse dos líneas, una en cada banda de la pista, las alcantarillas deben de colocarse debajo de las tuberías de agua potable con una separación horizontal de 1.50 m.

2.5.9 Secciones especiales de las alcantarillas

En casos que la continuidad de secciones transversales se vea obstruida, las transiciones también deberán ser calculadas.

2.5.10 Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias engloban desde las conexiones que descargan las aguas residuales de las edificaciones, desde las cajas de registros, hasta las tuberías recolectoras de los alcantarillados sanitarios. La instalación de estas es por debajo de las tuberías de acueducto, inclusive las tuberías intradomiciliarias. El diámetro va variando según el volumen de agua que está expulsando debido al uso de la estructura, para viviendas unifamiliares deberá de ser de 100 mm, cuando son estructuras grandes, así como hoteles, hospitales, etc.

Este cálculo se realiza dependiendo el número de artefactos sanitarios y aplicando el método de Hunter para obtener el caudal de descarga, la pendiente mínima debe de estar entre el 1% y 2% dependiendo de la profundidad de la colectora. En caso que la colectora este muy profunda se instalará una tubería llamada chimenea que su función es realizar la conexión entre la colectora y la tubería de desagüe domiciliar.

2.6 Pozos de visitas sanitarios (PVS)

2.6.1 Ubicación

Los pozos de visita o cámaras de inspección son colocados en cambios de alineación horizontal o vertical, en cambios de diámetros, en intercepciones de dos o más alcantarillas y en cada extremo donde se planean futuras ampliaciones aguas arriba, en casos contrarios se deberán instalar “registros terminales” (Cleanout).

2.6.2 Características de los pozos de visitas

- El **PVS** deberá ser construido completamente de concreto o de ladrillo cuarterón, si es la segunda opción deberá ser repellado interna y externamente para evitar infiltración.
- Cuando la profundidad pasa los 3 m el proyectista deberá calcular el espesor de la pared para que este soporte los esfuerzos cuando el sistema esté funcionando.
- El diámetro del pozo (D) deberá ser 1.20 m, para alcantarillas con $\Phi = 750$ mm y menores, para alcantarillas con diámetro mayor de 750 mm, el diámetro (D) es igual a $\Phi = 600$ mm.
- Cada **PVS** deberá estar provisto en la parte superior una tapa de 0.60m de diámetro y esta con 2 agujeros de 0.03 m para promover el escape de gases.
- Para alcantarillas con diámetros de 200 mm y menores, con profundidades de rasante de tubos hasta un máximo de 1.80 m, se usarán Dispositivos de Visita Cilíndricos (DVC) consistente en tubos de concreto precolado con diámetro interno de 760 mm.
- Para profundidades de rasante de tubos de 0.60 m a 1.00 m se usarán Cajas de Registro Sanitarias (CRS).
- Para cualquiera de las cámaras de inspección que se use el pasaje del agua a través de ella deberá efectuarse mediante canales que vayan en la dirección de la entrada de los tubos aguas arriba y en la salida aguas abajo.

- Estos canales deberán tener la sección del tubo de entrada en la parte superior y la sección del tubo de salida en la parte inferior. El acabado deberá ser totalmente fino y se redondeará la intersección de la superficie del fondo del pozo con la del canal.
- El fondo del pozo deberá tener un acabado fino, con pendiente transversal hacia los canales no menor del 2%. Todas las aristas vivas deberán ser redondeadas.
- El pozo de visita deberá ser provisto en su interior, de peldaños con diámetro no menor de 15 mm de aleación de aluminio, separados verticalmente 0.30 m.

2.7 Estaciones de bombeo

Si es necesario diseñar estaciones de bombeo para un sistema de alcantarillado sanitario debe de tomarse ciertas precauciones con respecto a su ubicación, construcción, arreglo. Estas deben de estar situadas en lugares donde no haya riesgo de inundación, fuera de los derechos de vías y caminos.

- Verificar si es posible reemplazar, una o más de las estaciones de bombeo por alcantarillas que trabajen a gravedad, realizando el correspondiente estudio de costos y evaluando los posibles problemas que puedan suceder durante el funcionamiento del sistema, para justificar la opción a escoger.
- Determinar cuál es la mejor localización de la estación de bombeo, tomando en cuenta el desarrollo actual y futuro del área.
- Se diseñará la estación de bombeo para servir únicamente el desarrollo inmediato en la cuenca, o para el desarrollo total.

2.7.1 Equipos de bombeo

El proyectista debe de hacer los cálculos necesarios y pasar todos los parámetros para que el equipo de bombeo funcione a como se tiene espera, los equipos más utilizados son:

- Bombas centrifugas.

- Bombas de tornillo.

2.7.2 Diámetros

Los diámetros de succión y descarga no deben de ser menores a 100 mm.

2.7.3 Tuberías de impulsión

La impulsión está relacionada con las características de los equipos de bombeo, las variaciones de caudal, las características de las tuberías y las velocidades de arrastre de sedimentos.

2.7.3.1 Caudal de diseño

La línea debe de ser capaz de transportar el gasto máximo esperado para el periodo de diseño.

2.7.3.2 Características de la tubería

- Velocidad

En general, una velocidad de 0.60 m/s mantiene a los sólidos en suspensión y una velocidad de 1.0 m/s puede arrastrar aquellos que hayan podido sedimentarse, cuando la bomba no esté operando.

- Válvulas

En el extremo desde la descarga deberá instalarse un cono de ampliación concéntrico seguido de una válvula de retención y una válvula de compuerta, esta última preferiblemente, conviene que sea del tipo de compuerta de cuña con volante y husillo. La válvula de retención debe ser necesariamente de uno de los tipos siguientes: válvula de retención de clapeta, válvula cónica, válvula de disco basculante o bien válvula de mariposa; válvula de aire, se deberá proveer de válvulas automáticas de alivio de aire en todos los puntos altos de las tuberías de impulsión con el fin de evitar la interrupción de la circulación del flujo.

- Sobrepresión por golpe de ariete

En algunos casos puede requerirse una estimación del efecto de exceso de presión, provocado por la onda de retorno, al interrumpir el bombeo. Aun cuando por las características de una línea de bombeo de aguas residuales, la carga estática es pequeña, conviene verificar el espesor de la tubería para determinar su capacidad de resistencia al impacto por golpe de ariete.

2.8 Características de las aguas residuales

En Nicaragua, las disposiciones para el vertido de las aguas residuales se rigen por el decreto No. 21-2017, el cual brinda las restricciones que deben cumplir las características del efluente para respetar las disposiciones de las leyes del medio ambiente y recursos naturales.

2.8.1 Caracterización de las aguas residuales

Existen caracterizaciones típicas de las aguas residuales: características físicas, químicas y biológicas, las cuales; son de gran interés como referencia de los parámetros de importancia para analizar y de su magnitud, los parámetros de contaminación deben de estudiarse en el laboratorio.

2.9 Métodos de tratamientos de aguas residuales

El agua residual puede limpiarse por medio de procesos químicos, físicos y biológicos. En casos donde se presentan grandes cantidades de aguas, con grandes cantidades de basura además de las aguas grises y negras, se debe aplicar un proceso físico que sea capaz de remover esta basura, los cuales son: uso de rejillas, mezclado, floculación, sedimentación y filtración.

La contaminación se trata de manera química por medio de compuestos químicos o reacciones químicas tales como la precipitación, transferencia de gases, absorción y desinfección.

Otra forma de tratar la contaminación es de manera biológica, donde se tratan sustancias biodegradables convirtiéndola en gases que escapan a la atmósfera o

convirtiéndola en tejido celular que puede eliminarse por medio de sedimentación. El tipo de bacteria va a determinar el tipo de tratamiento ya sea anaeróbico, aeróbico, facultativos o sedimentación.

2.9.1 Tipos de tratamientos de agua

Los resultados de laboratorio que se le realizan a las aguas residuales, determinan el tipo de tratamiento que se le debe aplicar, y las opciones de tratamiento que se adapte a nuestras necesidades, estos pueden ser: primario, secundario y terciario.

2.9.2 Pretratamientos en aguas residuales

El pretratamiento es la eliminación de factores que puedan obstaculizar los siguientes procesos de tratamientos a las aguas residuales.

2.9.2.1 Rejillas

Las rejillas son los elementos de los tratamientos que permiten la eliminación de sólidos mayores, estas pueden ser mecánica o manual, su velocidad deberá ser de 0.45 m/s a caudal promedio, se clasifican según su abertura y se debe de proveer una placa de drenaje o placa perforada que permita realizar los procesos de escurrimiento de los sólidos atrapados.

2.9.2.2 Desarenadores

La función de los desarenadores es acabar con los sólidos con alta velocidad de asentamiento, estos pueden ser arena, grava, cenizas, partículas u otro material. Los tratamientos se complementan entre ellos, este proceso de tratamiento debe de ir antes de los tratamientos convencionales. Las rejillas deben de ir antes de estos elementos ya que ayuda a eliminación de partículas de alta velocidad de asentamiento.

2.9.3 Dispositivos de medición de caudal (gastos) de aguas residuales

La medición de caudales residuales domésticas o industriales es de suma importancia porque permite llevar un control dentro de las plantas de tratamiento, permitiendo esto verificar el funcionamiento de cada elemento.

2.9.3.1 Medidor Parshall

Es un medidor de flujo critico de fácil construcción, depende de sus propias características hidráulicas, posee sistema de autolimpieza, por lo tanto, es recomendado para la medición de flujos en aguas no tratadas.

2.9.4 Tratamiento primario

Proceso físico o físico-químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión u otros procesos en los que la DBO_5 reduzca entre un rango de 20-40% aproximadamente y sus cargas sólidas entre 40-50%.

2.9.5 Tratamientos secundarios o biológicos

Su objetivo es reducir la cantidad de materia orgánica viva en el agua, su proceso es complejo ya que el tipo de tratamiento lo determina los estudios de las aguas residuales, en presencia de oxígeno, las bacterias aeróbicas se vuelven materia orgánica estable.

2.9.6 Desinfección

La destrucción, inactivación o remoción de microorganismos patógenos se puede lograr por medios químicos, físicos o biológicos. El cloro es el desinfectante más utilizado.

2.10 Diagnóstico de impacto ambiental

Cada proyecto que se realiza tiene un impacto ambiental, un buen diagnóstico permite realizar acciones y planes para que este tipo de actividades no afecten tanto al medio ambiente, también así permite ver los tratamientos que se pueden dar para regenerar los daños que causo esta actividad.

En la mayoría de los casos este estudio se va desarrollando en los procesos de construcción ya que mientras se realizan podemos ver de mejor manera los efectos.

2.11 Costo total de la obra

Para la determinación de los costos totales de obra se debe realizar una investigación exhaustiva de los precios comunes en mano de obra, herramientas y equipos a utilizar en la obra.

2.11.1 Variables a considerar en el cálculo de los precios

Los costos y presupuestos suelen variar por varios factores, estas variables se toman en cuenta para hacer un cálculo lo más cercano a la realidad del proyecto, estos factores pueden ser:

- Ubicación geográfica del sitio.
- Dimensión del proyecto.
- Accesibilidad al proyecto.
- Disponibilidad financiera para la ejecución del proyecto.

2.11.2 Costos indirectos, administrativos, imprevistos y utilidad

Estos costos deben de ser incluidos en la estimación de los precios de ventas.

2.11.3 Impuestos

Al ser un proyecto estatal, el proyecto está exento de impuestos, en excepción de los costos de productos y materiales importados, ya que estos se incluyen en los costos directos.

III. Diseño metodológico

La metodología de diseño se basó en las guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistema de tratamientos de aguas residuales que propone ANA. Con el propósito de elaborar un informe descriptivo de la propuesta llamada **“Diseño del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Diriamba, departamento de Carazo, año 2022”**.

La información se obtuvo de fuentes oficiales, siendo estas las instituciones encargadas de recolectar este tipo de documentación las cuales son: **ENACAL y La alcaldía municipal de Diriamba**. En esta etapa de recolección de datos se obtuvieron: datos demográficos, topografía, caracterización socio económica.

3.1 Metodología de estudio

El tema en desarrollo se correlaciona con el área de Diseño, construcción, Urbanismo y Territorio; ya que, se tomarán en cuenta principios ingenieriles para la formulación y modelación de un sistema que cumpla con las especificaciones técnicas y estándares sociales como, agua y saneamiento; todo ello, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los habitantes de dicha ciudad.

3.2 Enfoque de investigación

Dicha investigación es mixta (Cualitativa-cuantitativa), puesto que, mediante valores y procesamiento numéricos se dimensionaron los distintos elementos del sistema; pero esto fue también en base al modo de vida y características poblacionales de la comunidad a beneficiar. Por ello, se considera como predominio el carácter cualitativo, ya que, describe como categoría personal a los pobladores del Municipio de Diriamba; la cual, manipula la impersonal que es sistema de alcantarillado sanitario, que es de suma importancia para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

3.3 Línea de investigación

La línea de investigación del tema en cuestión es Hidráulica y Medio Ambiente, puesto que, para el desarrollo de dicho diseño se recurrirá a la aplicación tanto de bases teóricas como cálculos hidrosanitarios.

3.4 Métodos de investigación

- **Inducción**, dicho método hizo posible consolidar las ideas principales, en base a principios ingenieriles plasmados en documentos que sirvieron como soporte técnico-teórico; todo ello, con el fin de dar respuesta a problemáticas latentes en el municipio en estudio.
- **Deducción**, este permitió desarrollar el contenido partiendo del diagnóstico de la problemática latente en la ciudad, y con ello, se originó una idea que diese respuesta a dicha carencia, sirviendo esta como tema de investigación; al cual, se procedió a darle salida mediante la formulación de objetivos.
- **Análisis**, considerando la posibilidad de un sistema que inhibe la inexistencia del servicio, y, los factores de riesgo que dicha limitante representa para la salubridad de los individuos que habitan en el municipio; se logró fundamentar la respuesta a dicha problemática con el uso de normativas existentes desarrolladas en base a diseño de sistemas similares al que necesita la comunidad en estudio.

3.5 Análisis socioeconómico de la población

Se utilizó para esta actividad como base, un informe de caracterización socio económica por parte de la alcaldía, correspondiente a los años 2013- 2017 donde destacaban, en el capítulo V, dinámica poblacional, datos como crecimiento poblacional, distribución poblacional, población económicamente activa, etc. Para la proyección de la población se utilizó un cálculo geométrico, seleccionando una tasa de crecimiento de acuerdo la saturación de la densidad poblacional de los barrios en estudio.

3.6 Reconocimientos y análisis de la zona de estudio

Se efectuaron recorridos de reconocimiento de sitio, al igual que se realizó un análisis de la zona, el cual ya se sabe que destaca por su topografía tipo altiplanicie y el crecimiento de asentamientos no planificados.

3.7 Información topográfica

El plano topográfico fue suministrado por la entidad ENACAL, dicho plano fue obtenido en formato DWG. Debido a que el plano no abarcaba todas las zonas de interés del proyecto se recurrió al uso de Google Earth para conocer las elevaciones de puntos específicos de la ciudad. También, se utilizó un modelo digital de elevación, DEM por sus siglas en inglés, descargado del servicio de EarthExplorer para la ubicación de la PTAR.

3.8 Trazado de la red

Se revisó la información topográfica que se suministró, se elaboró un trazado de la red del sistema de alcantarillado basado en la topografía con el fin de definir las áreas de drenaje y la mejor ubicación para subcolectores y colector principal.

3.9 Trabajo de gabinete

Esta actividad comprendió todo el trabajo referido a las consultas bibliográficas, consultas con el tutor, lecturas, análisis de datos, revisiones topográficas y elaboración de planos y mapas.

3.10 Cálculo de caudales

Se realizó el cálculo de las cantidades de aguas residuales por medio de una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel conforme a la guía técnica para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamientos de aguas residuales ANA.

3.10.1 Consumo doméstico de agua potable

Para el cálculo de caudales, se tomó en cuenta el consumo doméstico de agua potable para ciudades de Nicaragua, dicho dato exceptúa Managua.

Tabla 1. Tabla de dotaciones de agua potable²

Rango de población.	Dotación L/Hab/día
0-5,000	100
5,001-10,000	105
10,001-15,000	110
15,001-20,000	120
20,001-30,000	130
30,001-50,000	155
50,001-100,000 y más.	160

Nota: Fuente: (INAA, 1976, p.8)

3.10.2 Consumo comercial, industrial y público

- Consumo comercial es el 7% de la dotación doméstica diaria.
- Público o institucional representa el 7% de la dotación doméstica diaria.
- El consumo industrial representa el 2% de la dotación doméstica diaria.

3.10.3 Gasto de infiltración (Qinf)

- Para una tubería con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/Hab/día.
- Para tubería con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5,000 L/Hab/día.
- Para tubería plásticas 2L/h/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.

3.10.4 Gasto medio (Qm)

Fórmula 1. Gasto medio (Qm)

$$Qm = \frac{C * D * P}{86,400}$$

² Tabla 3-2: Dotaciones de agua

Dónde:

Q_m : Gasto medio (L/s)

C: Factor de retorno de aguas residuales (0.80).

D: Dotación del consumo de agua potable (L/Hab/Día)

P: Población de diseño (hab)

3.10.5 Gasto mínimo ($Q_{mín}$)

Para la verificación del gasto mínimo se tomó la quinta parte del gasto medio.

Fórmula 2. Gasto mínimo ($Q_{mín}$)

$$Q_{mín} = \frac{1}{5} Q_m$$

Dónde:

$Q_{mín}$: Caudal mínimo (L/s)

Q_m : Caudal medio (L/s)

Para el cálculo del gasto mínimo se tomó la relación que se muestra en la ecuación anterior, donde 1.5 L/s el valor mínimo en cualquier punto de la red de alcantarillado.

3.10.6 Gasto máximo de aguas residuales ($Q_{máx}$)

Se aplicó el factor de relación de Harmon para realizar este cálculo.

Fórmula 3. Gasto máximo de aguas residuales ($Q_{máx}$)

$$Q_{máx} = H * Q_m$$

Donde H es factor de Harmon el cual se calcula:

Fórmula 4. Factor de Harmon (H)

$$H = \left[1 + \frac{14}{4 + P^{\frac{1}{2}}} \right] * Qm$$

P es una variable que hace referencia a población de diseño en miles de habitantes.

Dónde:

Qmáx: Caudal máximo (L/s)

Qm: Caudal medio (L/s)

H: Factor Harmon, adimensional.

3.10.7 Gasto de diseño (Qd)

Si el área a servir tuviera más de uno de los usos antes señalados, los caudales de aguas residuales se deberán estimar como la suma de las contribuciones parciales por uso, debiéndose efectuar el diseño de los tramos de alcantarillado en base del aporte calculado para cada uso, y no usando el valor promedio por área unitaria. El gasto de diseño hidráulico del sistema de alcantarillas se deberá calcular de la forma siguiente:

Fórmula 5. Gasto de diseño (Qd)

$$Qd = Qmáx + Qinf + Qcom + Qind + Qinst$$

Dónde:

Qmáx: Caudal máximo (L/s)

Qinf: Caudal de infiltración (L/s)

Qcom: Caudal Comercial (l/s).

Qinst: Caudal de instituciones o público (l/s).

Qind: Caudal industrial (l/s)

3.11 Cálculo hidráulico de la red alcantarillado sanitario

Los cálculos hidráulicos se realizaron implementando las fórmulas para secciones hidráulicas de tubos que se encuentran parcialmente llenos.

3.11.1 Diámetro

La estimación del diámetro disponible se realizó mediante la fórmula de Manning, despejando el valor necesario para transportar el caudal de diseño con la pendiente especificada del tramo.

Fórmula 6.

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

Dónde:

Q: caudal (m³/s)

n: coeficiente de rugosidad (0.009 para tuberías de PVS y 0.012 para tuberías de hierro fundido dúctil)

A: área (m²)

R: radio hidráulico

S: pendiente del tramo (m/m)

3.11.2 Diseño hidráulico

Para determinar que el diseño de una tubería es satisfactorio, se basó en los valores de la tensión de arrastre, velocidad y relación de tirante a diámetro. Estos valores fueron calculados usando las relaciones hidráulicas de tuberías a caudal lleno interpolando entre los valores de la tabla del anexo 9, página LIII.

El proceso de diseño fue iterativo, hasta lograr diseñar con una pendiente que permitiera una tensión de arrastre mayor a 1 Pascal y ayudara a reducir las excavaciones en tuberías.

Fórmula 7.

$$T = WRS > 1 Pa$$

Dónde:

T: tensión de arrastre (Pa)

W: peso específico del agua (N/m³)

R: radio hidráulico

S: pendiente (m/m)

3.11.1 Distancia entre pozos

El espaciamiento máximo entre **PVS** fue de acuerdo con los métodos y equipos de mantenimientos disponibles.

Tabla 2. Tabla de separación máxima entre pozos de visita

1-Con equipo técnicamente avanzado	
Diámetro (Φ)(mm)	Separación máxima (m)
150 a 400	150
450 y mayores	200
2-Con equipo tradicional	
Diámetro (Φ)(mm)	Separación máxima (m)
150 a 400	100
450 y mayores	120

Nota: Fuente: (INAA, 1976, p. 27)

3.12 Diseño del tratamiento de las aguas residuales

El diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se realizó conforme los parámetros sugeridos en la Guía Técnica para el Diseño de Alcantarillado Sanitario Y Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales, del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA) y criterios de experiencias en diseños similares en el país.

Todo ello, fue tomando en cuenta las características de las aguas residuales de la comunidad en estudio:

Tabla 3. Características de las aguas residuales de la ciudad de San Marcos.

Análisis	Unidad	Afluente
pH	-	7.61
DQO	mg/L	153.1
DBO ₅	mg/L	255.1
Sólidos sedimentables	mg/L	3
Sólidos suspendidos	mg/L	293
Grasas y aceites	mg/L	94
Coliformes Fecales	mg/L	2.06E+07

Nota: Fuente Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL).

Las características del agua fueron proveídas por ENACAL en conversación con el delegado de ENACAL, Jinotepe, las características del agua están divididas en características químicas, físicas y biológicas.

3.12.1 Criterios para el diseño de rejillas de limpieza manual (pretratamiento)

3.12.1.1 Caudal de diseño

Caudal máximo y caudal medio diario.

3.12.1.2 Velocidad de paso

Velocidad mínima: 0.40 m/s

Velocidad normal: 0.60 m/s

Velocidad Máxima: 0.75 m/s, hasta 0.90 m/s

3.12.1.3 Área útil efectiva (Au)

Área libre o de escurrimiento entre barras:

Fórmula 8.

$$Au = \frac{Q_{max}}{V}$$

Hmáx: Profundidad del agua del canal.

3.12.1.4 Área total de las rejas

El área total de las rejas incluyó las barras, el espacio libre y la sección del canal, conociendo la abertura de las barras (a), así como el espesor de las barras (t) se calculó el área total o sección del flujo aguas arriba.

Fórmula 9.

$$S = A_{total} = \frac{Au}{E}$$

3.12.1.5 Eficiencia (E)

La eficiencia representa la relación entre el área libre y el área total del canal:

Fórmula 10.

$$E = \frac{a}{a + b}$$

El valor de la eficiencia varía entre 0.60- 0.85, con un valor promedio de 0.75.

3.12.1.6 Ancho de reja

Fórmula 11.

$$At = b * H_{max}$$

$$b = \frac{At}{H_{max}}$$

Dónde: b: Ancho de las rejillas

3.12.1.7 Pérdida de carga (Hfo)

El nivel de aguas arriba de las rejillas será determinado por el nivel de agua de la unidad o canal subsiguiente o por la pérdida de carga en la rejilla: $H_{fo} > 0.15$ m, más= 0.30 m.

Fórmula 12.

$$H_{fo} = K \left(\frac{t}{a} \right) \text{Sen} \theta \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

Dónde: K=Factor dependiente de la forma de la sección: Rectangular K=2.42 y circular K=1.79 respectivamente.

g: Constante de aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

a: Abertura de espacio libre entre barras.

θ : Ángulo formado entre las barras y la horizontal.

V: Velocidad aguas arriba.

3.12.1.8 Pérdida de carga parcialmente obstruida

Fórmula 13.

$$H_f = \left(\frac{E}{E_o} \right)^2 H_{fo}$$

E: Relación de área abierta con rejilla limpia. Para el 25%.

E_o: relación área abierta bajo la condición parcialmente obstruida.

Fórmula 14.

$$H_f = \left(\frac{E}{0.75E_o} \right)^2$$

3.12.1.9 Verificación de la velocidad promedio

Fórmula 15.

$$At = b * Hmed$$

Fórmula 16.

$$Au = At * E$$

Fórmula 17.

$$Vmed = \frac{Hmed}{Au}$$

$$0.40 < Vprom < 0.75 \text{ m/s}$$

3.12.1.10 Tirante del canal en la reja

Fórmula 18.

$$y = Hmax + Hfo + B.L$$

B.L= Borde libre

3.12.1.11 Repartidores de caudal

- a. Cajas circulares repartidas proporcionales.
- b. Vertederos rectangulares dobles.

3.12.2 Criterios para diseño de desarenador

3.12.2.1 velocidad de flujo (V)

De acuerdo por INNA la velocidad de flujo debe ser una velocidad de flujo asumida de 0.30 m/seg, esta velocidad es considerada debido a que proporciona un buen transporte de los sólidos sedimentables y minerales con diámetros mayores a 0.20 mm a través de las cámaras.

3.12.2.2 Diámetro de las partículas

Dado que el son partículas mayores de 0.20 mm debe de considerarse una velocidad de sedimentación de 0.021 m/seg, valor que se tomo del cuadro a continuación.

Material	Limite de las particulas (cm)	# de Reynolds	Regimen	Ley aplicable
Grava	0.1	10000	turbulento	$V_s = 1.82 \sqrt{dg \left(\frac{Pa - P}{P} \right)}$ Newton
Arena Gruesa	0.1	1000	Transicion	$V_s = 0.22 \left(\frac{Pa - P}{P} g \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{d}{\left(\frac{\mu}{P} \right)^{1/3}} \right)$
	0.08	600		
	0.05	180		
	0.04	27		
	0.03	17		
	0.02	10		
	0.015	4		
Arena fina	0.1	2	Laminar	$V_s = \frac{1}{18} g \left(\frac{Pa - P}{\mu} \right) d^2$ Stokes
	0.008	0.8		
	0.006	0.5		
	0.005	0.24		
	0.004	1.0		
	0.003	1.0		
	0.002	1.0		
	0.001	1.0		

Nota: Fuente: (Guia para el diseño de tratamiento de agua potable OMS, 2004, anexo1)

Se seleccionarán periodos de 15 días de retención por motivos de mantenimientos ya que la limpieza a considerarse en la unidad será de tipo manual, se considera de igual forma bomba de succión de arena o minerales como tal con diámetros que excedan 0.20 mm. Dado de que el agua proviene de zona residenciales se utilizara un valor de 0.029 lts/m³ de sedimento en la tolva según CEPIS.

3.12.2.3 Volumen sedimentado (Vsed)

Qd* cant. Retenida*t

3.12.2.4 Volumen propuesto de la tolva

$HTolva \cdot B \cdot L$

HTolva= Altura de la tolva

B=Base del canal de entrada

L=Largo

3.12.3 Criterios para diseño de tanque IMHOFF

Después del pretratamiento, las aguas residuales se enviarán a un tanque Imhoff. El tanque Imhoff promueve el tratamiento anaeróbico de los sólidos sedimentada, el tratamiento consta de una cámara por la cual pasa las aguas negras y una cámara inferior donde la materia percibida por gravedad permanece para su digestión anaeróbica de los sólidos sedimentados.

La operación del tanque se basa en diversos procesos de tratamiento que ocurren simultáneamente en su interior:

Cámara de natas o espumas: Tiene como función separar las espumas de las aguas servidas y están ubicadas a los costados de la cámara de sedimentación.

Cámara de sedimentación: Se ubica en la parte superior de la estructura y tiene la función de separar el agua de los sólidos y excretas. Quedándose en la superficie los líquidos y en el fondo los sólidos.

Cámara de digestión: Ubicado en la parte inferior, en ésta se asientan los sólidos o lodos y se realiza la digestión anaeróbica de la materia orgánica por acción de las bacterias.

Válvula de lodos: La válvula de lodos permite abrir y cerrar la tubería por donde se transportan los lodos desde el tanque Imhoff hacia el lecho de secado.

3.12.4 Criterios de diseño de filtro biológico

Las aguas residuales se enviarán a un filtro biológico de lecho fijo después de decantadas. Dicha agua pre-tratada libre de sólidos grandes que podrían obstruir los poros del lecho, por lo tanto, así es rociada sobre el lecho. En el seno de este, el agua entra en contacto con la biopelícula y el aire, permitiendo la disolución de del oxígeno del aire en el líquido.

La recirculación del efluente tratado es habitual como herramienta operacional para garantizar la humectación del lecho, y mantener una capacidad de tratamiento óptima.

3.12.5 Manejo de lodos

El lodo procedente de las plantas de tratamiento, varía según el tipo de planta. En líneas generales se puede indicar que los lodos provienen de la sedimentación primaria y representa entre el 0.22% y el 0.93% del volumen de agua residual y el contenido de sólidos volátiles es del 63% al 83%.

En el caso de los lodos provenientes de la sedimentación secundaria, varían en función de los procesos. Los lodos resultantes de los filtros percoladores muestran un rendimiento de 0.08% a 0.10% del caudal tratado y el contenido de sólidos volátiles es del 60% en promedio. Los lodos activados comúnmente presentan rendimiento del 1.2 al 1.5 del volumen de agua tratado con un contenido de humedad de 97% al 99%.

3.13 Estimación de los costos del proyecto

La estimación de los costos se realizó en una tabla de Excel que contiene la descripción de las actividades a ejecutarse a lo largo de obra, unidades de obra, costos unitarios y costos totales. Para esto se utilizó índices de costos de proyectos similares.

IV. Análisis de resultados

4.1 Caracterización socioeconómica

4.1.1 Datos generales del municipio

Diriamba pertenece al departamento de Carazo, ubicada entre los 11° 51' de latitud Norte y 86° 14' de longitud oeste cuenta con una extensión territorial de 348.88 km².

Los límites geográficos del municipio son:

Norte: Municipio de San Marcos.

Sur: Océano Pacífico.

Oeste: Municipio de San Rafael del Sur y Océano Pacífico.

Este: Municipio de Jinotepe y Dolores.

4.1.1.1 Macro localización

El departamento de Carazo está ubicado en la región del pacífico de Nicaragua.

Figura 1. Mapa de ubicación del departamento de Carazo

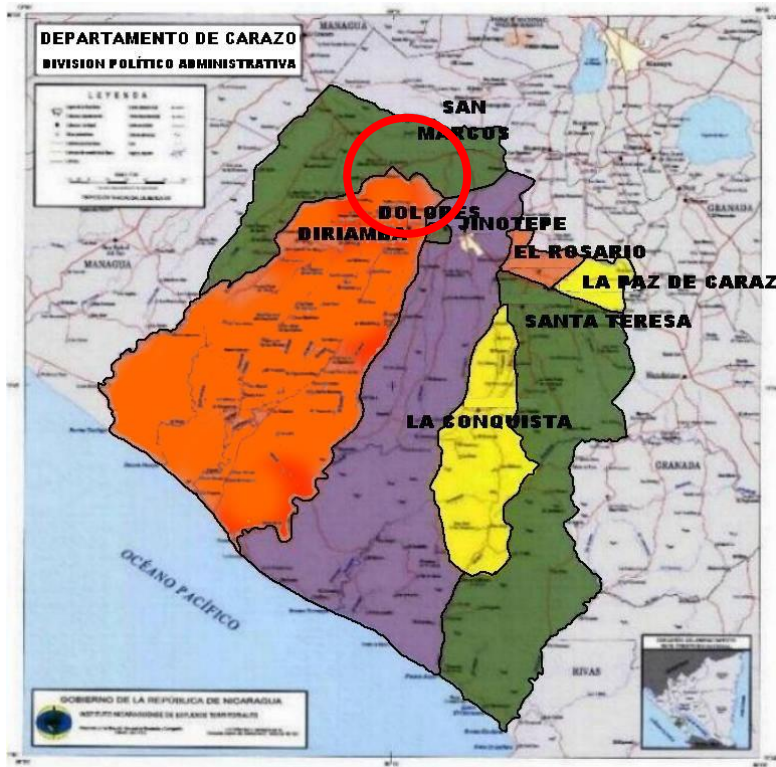


Fuente: Sitio web, Nicaragua mostrando su división política.

4.1.1.2 Micro localización

El proyecto está ubicado en la zona alta del municipio.

Figura 2. Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Alcaldía municipal de Diriamba.

4.1.2 Topografía

Se caracteriza por tener una topografía tipo altiplanicie, que inicia desde la parte alta que corresponde al sector de Las Esquinas y desciende progresivamente hacia el Oeste hasta el Océano Pacífico y con porcentajes no mayores al 8%. La Ciudad se ubica en una zona de rápido escurrimiento superficial de las aguas debido a la topografía. Presenta una altura media aproximada de 580.13 metros sobre el nivel del mar.

4.1.3 Situación ambiental

4.1.3.1 Suelos

El área de influencia directa está ubicada en el casco urbano de Diriamba, horizonte A-1 subdividido en A-11 y A-12, con textura franco limosa y franco-arenosa fina con grava en poca cantidad.

Horizonte AC con abundante escoria volcánica, muy fino y grava media.

Horizonte C constituido por escoria volcánica con abundante sílice y poma con cuarzo.

4.1.3.2 Usos de suelo

En la parte alta: Café, tacotales, cultivos anuales, pasto con malezas y pasto manejado, pasto con árboles y algunas pequeñas manchas de bosque latifoliado abierto.

En la parte intermedia: Pasto con malezas y pasto manejado, tacotales, cultivos anuales, pequeñas manchas de bosque latifoliado abierto, pasto con árboles, vegetación arbustiva y una muy pequeña área de caña de azúcar.

En la parte baja: Pasto con malezas, pasto manejado, tacotales, pasto con árboles, cultivos anuales, vegetación arbustiva y bosque latifoliado abierto.

4.1.3.3 Clima

El clima del departamento de Carazo tiene una clasificación de sabana tropical, esto relacionado con que cuenta con una estación seca que tiene una durabilidad de 4 a 6 meses. En promedio llueven 1434.5mm de precipitación, siendo septiembre su mes más húmedo con 334.7mm y el mes más seco es febrero con 4.7mm de precipitación.

4.1.3.4 Viento

Se distinguen dos sistemas fundamentales: los vientos alisios que soplan todo el año en dos direcciones, al Noreste y al Este. La velocidad del viento oscila con una velocidad mínima de 2.0 m/s en el mes de mayo y una velocidad máxima de 3.3 m/s en el mes de diciembre.

4.1.3.5 Recursos hídricos

La ciudad de Diriamba se localiza en la parte media de la Micro cuenca del Río Amayo. El drenaje de la meseta alimenta a las vertientes del pacífico y se descarga a través de varias corrientes de carácter permanente. Las aguas subterráneas, se encuentran a una profundidad que varía entre 254m y 291m.

Los Principales ríos existentes son: Río Limón, Río Grande, Río Amayito, Río La Flor, Río La Máquina, El Río Grande de Carazo, Río Tepano, Río El Tular, Río La Junta, Quebrada el Muerto, Río El Platanal, San Juan de la Sierra, Monte Fresco y todos ellos drenan hacia el Océano Pacífico.

4.1.4 Dinámica poblacional

4.1.4.1 Organización territorial

El ordenamiento territorial del Municipio está distribuido en 78 barrios urbanos y 70 comunidades rurales.

4.1.4.2 Población económicamente activa

En el municipio se considera una población económicamente activa (PEA) de 42,667 habitantes de los cuales 20,687 son Hombres y mujeres 21,980. Se encuentran trabajando activamente en el municipio la cantidad de 25,374 habitantes correspondiendo 12,180 mujeres y 13,194 hombres (INIDE, 2008).

4.1.4.3 Tasa de desempleo

La tasa de desempleo en el municipio era del 40% (INIDE, 2015).

4.1.5 Estructura económica

4.1.5.1 Principales actividades económicas

Agricultura: El potencial económico que presenta el municipio de Diriamba es el cultivo del café, cítricos, granos básicos.

Ganadería: La actividad ganadera se concentra en las zonas baja y costera del municipio.

Pesca: Es una de las principales actividades económicas del Municipio concentrada en la zona costera de Casares y la boquita.

Forestal: Mejoramiento Ambiental en 143 hectáreas de terrenos rurales, 40 productores establecen plantaciones forestales y frutales, Musáceas, cercas vivas, construcción de diques y sistema de Reforestación, bajo Manejo de Regeneración Natural.

Acuicultura: En el municipio hay áreas de acuicultura localizada en la Cantera S.A. ubicada en el km 48 carretera a la boquita casares y en la comunidad de la Trinidad, donde hay conservación de especies de agua dulce como el camarón y la tilapia.

Industria: Procesamiento de café, dos textilerías o zona franca y una industria de procesamiento del aguacate.

Minería: La explotación de la piedra cantera está localizada en tres empresas mineras Cantera S.A, Cantera Las Palmas, Cantera San Sebastián, todas situadas en el sector de Apompua, carretera a la Boquita.

Turismo: Se cuenta con sitios muy visitados en verano como son La Boquita, Casares, Salto de la Culebra, Poza de El Mero, Reserva Silvestre la Makina.

4.1.5.2 Economía familiar y pequeños negocios

La dinámica de los pequeños negocios que aportan a la economía familiar está constituida en 683 actividades comerciales localizadas en la zona urbana y rural del municipio.

Entre los que se pueden citar: bares, hospedajes, restaurantes, cafetines, comiderías, fritangas, gimnasios, servicios funerarios, servicios profesionales, misceláneas, centros comerciales, ferreterías, floristerías, barberías, salones de belleza, tragamonedas, cooperativas de transporte intermunicipal, ciber, farmacias, carnicerías, laboratorios clínicos, arrendamientos de locales para negocios, talleres.

4.1.6 Prestación de servicios básicos

4.1.6.1 Educación

El sector educativo cuenta con infraestructura de 84 Centros educativos de los cuales 24 son urbanos, 45 rurales y 15 preescolares comunitarios, 9 de ellos son urbanos y 6 rurales.

4.1.6.2 Salud

El municipio está dividido en 20 sectores de atención de salud de los cuales 10 son urbanos y 10 rurales con una infraestructura de 11 unidades salud, 7 ubicados en zona rural y 4 en zona urbana, cada sector cuenta con 1 médico y 2 enfermeras.

4.1.6.3 Energía eléctrica

Del total de viviendas en el municipio un 95% contaba con el servicio de energía eléctrica para el año 2017. En la ciudad existe una subestación eléctrica que en la actualidad posee una capacidad de 15,000 KW por mes, que da cobertura a las ciudades de Diriamba, Dolores y La Conquista (Alcaldía Municipal de Diriamba, 2017).

4.1.6.4 Telecomunicaciones

Los servicios de telecomunicaciones e internet que se ofrecen en el municipio son dirigidos por las empresas Claro y Tigo, en líneas fijas y celulares estando también los correos de Nicaragua como institución del estado.

4.1.6.5 Agua potable

En el municipio el abastecimiento de agua potable a nivel urbano y rural se da por los servicios de la empresa ENACAL y a nivel rural existen 26 pozos y 5 comités de agua potable y saneamiento.

4.2 Proyección de la población

4.2.1 Tasas de crecimiento

Para la estimación de la tasa de crecimiento se usó un cálculo geométrico tomando en cuenta la saturación de la población, con valores de población urbana y rural de los censos de 1995, 2005 y datos de 2017 proporcionados por la alcaldía municipal.

Tabla 4. Datos poblaciones de censos nacionales

Año	Población Municipio	Población Urbana
1995	51191	30558
2005	57542	35222
2017	64647	37980

Nota: Fuente Censo de población y vivienda INIDE

Se calcularon las tasas de crecimiento para la población total del municipio y para la población urbana.

Tabla 5. Tasas de crecimiento geométrico

Período	Tasa municipio	Tasa población urbana
1995-2005	1.18%	1.43%
2005-2017	0.97%	0.63%

Considerando que la zona urbana central del municipio no cuenta con espacio disponible para un crecimiento considerable, sería razonable utilizar la tasa de 0.63% obtenida para el período de 2005 a 2017 para la población urbana. Sin embargo, ya que la mayoría de los barrios abarcados por el proyecto ya tenían densidades altas, se decidió proyectar la población utilizando una tasa de 0.5%, recomendada para el período 2015 al 2020 (INIDE, 2008, p. 66), debido a la confiabilidad de este valor obtenido mediante estudios a partir de los censos nacionales.

4.2.2 Proyección de la población por barrios

Se proyectó la población de los barrios abarcados por el alcance del proyecto a 20 años, considerando 30 barrios del total de comunidades y barrios considerados urbanos, tomando como población base la del año 2022.

Tabla 6. Proyección de población por barrios

Nombre Barrio y Comunidad	2017^a	2022	2027	2032	2037	2042
22 de junio	943	967	992	1,018	1,044	1,071
Tom Rojas	192	197	202	208	214	220
Berlín	560	575	590	605	621	637
Carlos Méndez	1,221	1,252	1,284	1,317	1,351	1,386
El Cementerio	2,069	2,122	2,176	2,231	2,288	2,346
El Recreo	805	826	847	869	891	914
Francisco Chávez	896	919	943	967	992	1,018
Germán Rodríguez	176	181	186	191	196	201
La concepción	169	174	179	184	189	194
La Independencia	1,164	1,194	1,225	1,256	1,288	1,321

Nombre Barrio y Comunidad	2017^a	2022	2027	2032	2037	2042
La Inmaculada	125	129	133	137	141	145
La Libertad	2,492	2,555	2,620	2,687	2,755	2,825
La Mascota	678	696	714	733	752	771
Las Palmeras	660	677	695	713	732	751
Los Maderos I	135	139	143	147	151	155
Los Maderos II	124	128	132	136	140	144
Nery Urtecho	112	115	118	121	125	129
Nuevo cementerio	255	262	269	276	283	291
Pedro Joaquín Chamorro	372	382	392	402	413	424
Residencial Regina	256	263	270	277	284	292
Roberto Clemente	1,449	1,486	1,524	1,563	1,603	1,644
Rolando Flores	60	62	64	66	68	70
San Francisco	1,770	1,815	1,861	1,908	1,957	2,007
San José	1,276	1,309	1,343	1,377	1,412	1,448
Santa Cecilia	95	98	101	104	107	110
Silvio González Mena	1,462	1,499	1,537	1,576	1,616	1,657
Villa Hermosa	118	121	125	129	133	137
Villa San Sebastián	180	185	190	195	200	206
Walter Pavón	556	571	586	601	617	633
Zona Central	650	667	684	702	720	739
Total	21,020	21,566	22,125	22,696	23,283	23,886

Nota. ^a (Alcaldía Municipal de Diriamba, 2017, pp. 43-46)

La población de diseño es de 23,886 habitantes para el año 2042. Considerando que el área delimitada del proyecto es de 70.92 hectáreas se diseñó con una densidad poblacional de 337 Hab/Ha.

A pesar de ser una densidad alta el valor se adapta a la realidad de la ciudad, considerando que barrios como San José han alcanzado una densidad aproximada de 299 Hab/Ha (Ardón et al, 2004, p. 156) y que la población de diseño considera barrios en zonas periurbanas que aportarán al sistema a futuro, pero que no se toman en cuenta en el área delimitada debido a que no se proponen tuberías en estos.

4.2.3 Proyección de la población urbana total

A continuación, se presenta la proyección de la población utilizando una tasa de crecimiento del 2.5%, para comparación entre el cálculo optado para obtener la población de diseño y poder estimar la población que habitaría en las zonas disponibles de la ciudad fuera del casco urbano. La población inicial considerada es la total urbana para el año 2017 para proyectar al año base 2022.

Tabla 7. Proyección de la población urbana total

Año	Población
2017	37980
2022	42971
2042	70413

Es notable que este aumento de población no podría tener lugar en el casco urbano del municipio, las zonas con mejor disposición para asentamientos de esta población se encuentran al oeste del municipio.

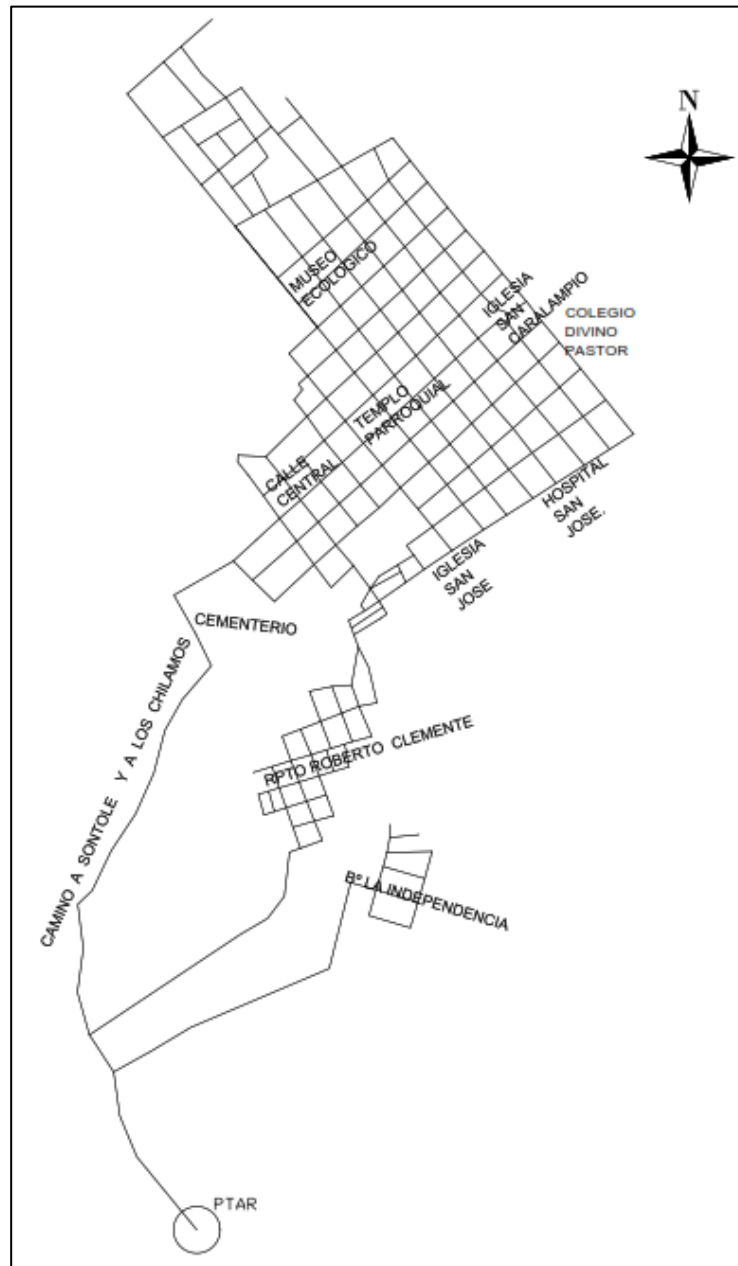
4.3 Cantidades de aguas residuales

4.3.1 Trazado de la red de alcantarillado

La ciudad tiene un drenaje natural orientado hacia el suroeste donde las escorrentías aportan a tres principales quebradas. Una de ellas, río La Grandeza, fue seleccionada para ser el cuerpo receptor del efluente.

Partiendo de la ubicación propuesta de la PTAR se propuso el emisor y la colectora principal del sistema siguiendo el camino hacia la comunidad Sontole, el cual conecta con el barrio El cementerio y por ende la zona urbana central de la ciudad.

Figura 3. Trazado de la red de alcantarillado sanitario



La red propuesta cuenta con 415 tramos de tuberías de los cuales 413, equivalentes a 26.085 km de longitud, son de tubería PVC y 3 tramos, correspondientes a 254 metros, son de hierro fundido dúctil.

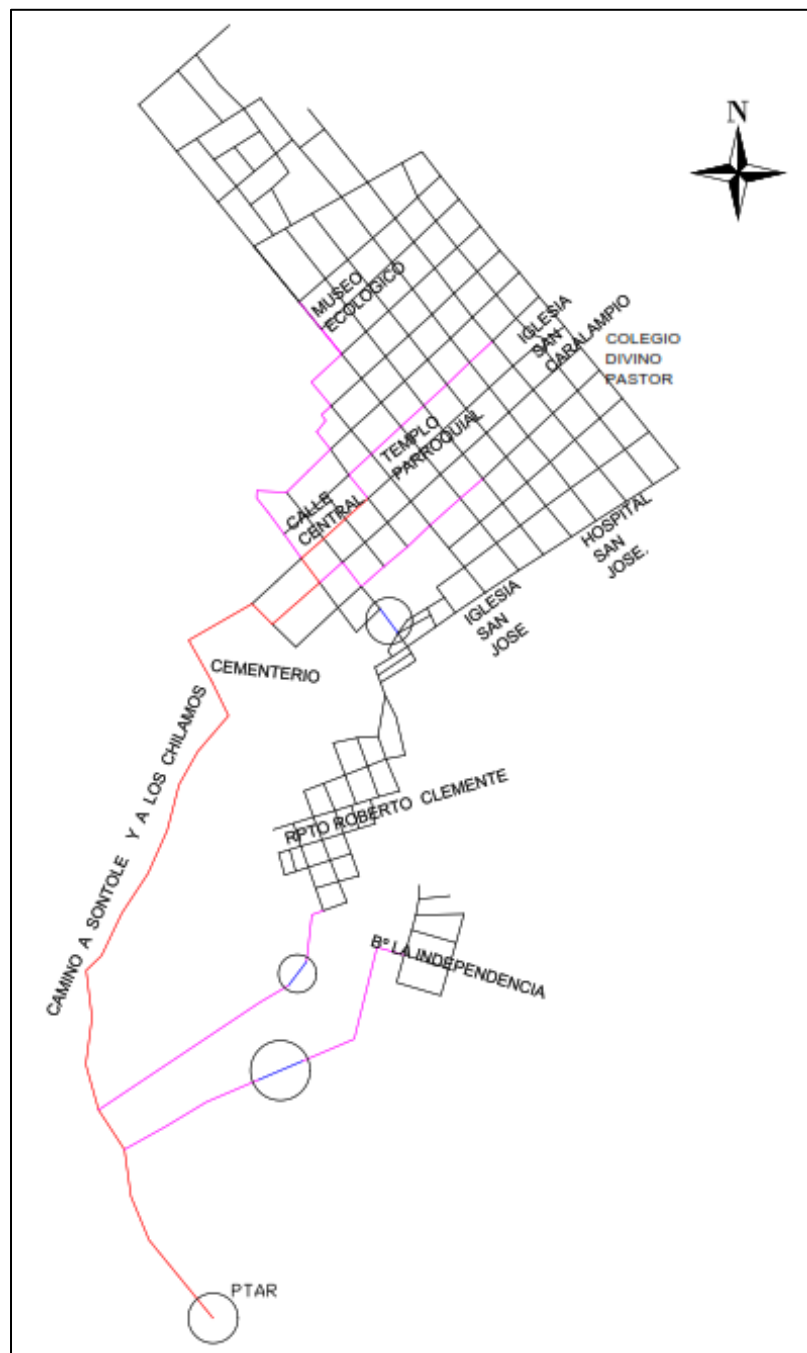
La red cuenta en total con 26.339 km de longitud con diámetros de tubería desde 150 mm hasta 300 mm.

Se tienen algunas zonas en las que se propuso tuberías con pendientes contrarias a la natural del terreno para lograr el drenaje completo por gravedad.

Las 3 tuberías de hierro fundido dúctil fueron propuestas para cruzar una quebrada, de modo que cierta longitud de la tubería no estará enterrada. Para referencia de estas tuberías se puede consultar los anexos 1, 2 y 3, páginas I a III.

En este apartado se presentan los resultados para colector principal y los 5 tramos subcolectores, señalados en color rojo y color magenta respectivamente en la figura 4, así también se encuentran en color azul encerrados en círculo los tramos de tubería que cruzan la quebrada. El resultado del diseño de las demás tuberías se encuentra a partir del anexo 5 al 9, desde la página VIII a la LII.

Figura 4. Trazado de colectora y subcolectoras



4.3.2 Caudal de diseño

El gasto de diseño para una tubería se tomó igual a la sumatoria de gasto máximo, gasto de infiltración, gasto comercial y gasto institucional. Para el cálculo de gasto máximo, comercial e institucional se utilizó la población tributaria acumulada, ya que la dotación depende de la población servida y de esta manera se tomó en cuenta el aporte de tuberías aguas arriba para todos los tramos, en cuanto al caudal de infiltración se propuso inicialmente diámetros de 150 mm, cambiando por el valor real luego del diseño hidráulico.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de las cantidades de aguas residuales, los cálculos fueron realizados en una hoja de cálculo de Excel y el caudal mínimo considerado para cualquier tubería es de 1.5 L/s.

Tabla 8. Datos para estimación de caudales en tubería colectora

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e ^a	PV s ^b	Propia	Tribut ^c	Acum ^d		Calculado	Utilizado
60	64.68	90	91	0.21	11.81	12.02	4048	3.33	3
61	62.23	91	92	0.22	12.02	12.23	4121	3.32	3
62	62.86	92	93	0.21	12.23	12.44	4192	3.32	3
63	64.43	93	106	0.20	36.49	36.69	12358	2.86	2.86
170	66.62	106	298	0.33	58.37	58.70	19770	2.66	2.66
171	66.62	298	107	0.33	58.70	59.02	19880	2.66	2.66
172	61.15	107	94	0.10	59.02	59.12	19913	2.65	2.65
175	77.20	94	334	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
176	77.20	334	280	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
177	100.00	280	281	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
178	80.48	281	282	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
179	100.00	282	283	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
180	80.00	283	284	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
181	100.00	284	285	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
182	100.00	285	286	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
183	100.00	286	287	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
184	100.00	287	288	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
185	45.00	288	289	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e ^a	PV s ^b	Propia	Tribut ^c	Acum ^d		Calculado	Utilizado
186	100.00	289	290	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
187	100.00	290	291	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
188	100.00	291	292	0.00	59.48	59.48	20035	2.65	2.65
189	100.00	292	293	0.00	67.95	67.95	22885	2.59	2.59
190	100.00	293	294	0.00	70.92	70.92	23887	2.58	2.58
191	100.00	294	E295	0.00	70.92	70.92	23887	2.58	2.58
192	100.00	E295	E296	0.00	70.92	70.92	23887	2.58	2.58
193	113.48	E296	PTAR	0.00	70.92	70.92	23887	2.58	2.58

Nota: ^a Pozo de visita en la entrada. ^b Pozo de vista en la salida. ^c Área tributaria de tuberías aguas arriba. ^d Área acumulada, sumatoria de tributaria y propia.

Tabla 9. Cálculo de caudales en tubería colectora

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
60	4.873	0.975	0.341	0.341	14.618	0.131	15.430
61	4.960	0.992	0.347	0.347	14.881	0.133	15.708
62	5.046	1.009	0.353	0.353	15.138	0.135	15.979
63	14.875	2.975	1.041	1.041	42.586	0.137	44.805
170	23.797	4.759	1.666	1.666	63.242	0.369	66.942
171	23.930	4.786	1.675	1.675	63.536	0.372	67.258
172	23.969	4.794	1.678	1.678	63.624	0.376	67.355
175	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.857	68.183
176	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.863	68.188
177	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.869	68.195
178	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.875	68.200
179	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.881	68.207
180	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.887	68.212
181	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.893	68.219
182	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.900	68.225
183	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.907	68.232
184	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.913	68.239
185	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.916	68.242
186	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.923	68.248

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
187	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.930	68.255
188	24.116	4.823	1.688	1.688	63.949	0.936	68.262
189	27.547	5.509	1.928	1.928	71.452	1.133	76.442
190	28.753	5.751	2.013	2.013	74.046	1.194	79.266
191	28.753	5.751	2.013	2.013	74.046	1.201	79.272
192	28.753	5.751	2.013	2.013	74.046	1.208	79.279
193	28.753	5.751	2.013	2.013	74.046	1.215	79.287

Tabla 10. Datos para estimación de caudales en subcolector 1

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calculado	Utilizado
3.34	74.86	26	33	0.15	16.66	16.82	5664	3.19	3.00
3.36	67.94	33	41	0.13	17.73	17.86	6017	3.17	3.00
3.44	87.29	41	40	0.18	19.51	19.68	6630	3.13	3.00
3.45	65.69	40	48	0.28	19.68	19.97	6725	3.12	3.00
3.51	27.57	48	328	0.02	21.17	21.19	7139	3.10	3.00
3.52	15.37	328	327	0.02	21.19	21.21	7145	3.10	3.00
3.53	30.64	327	326	0.02	21.21	21.23	7151	3.10	3.00
3.54	46.94	326	78	0.09	21.23	21.32	7182	3.10	3.00
3.58	65.45	78	319	0.18	22.07	22.24	7493	3.08	3.00
3.59	64.60	319	77	0.15	22.24	22.39	7543	3.08	3.00
3.65	62.92	77	76	0.07	23.48	23.55	7933	3.05	3.00
3.69.1	15.00	76	76.1	0.00	23.55	23.55	7933	3.05	3.00
3.69	39.71	76.1	320	0.12	23.55	23.67	7972	3.05	3.00
3.68	59.49	320	75	0.11	23.67	23.78	8009	3.05	3.00
3.66	63.39	75	93	0.10	23.95	24.05	8100	3.04	3.00

Tabla 11. Cálculo de caudales en subcolectora 1

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
3.34	6.818	1.364	0.477	0.477	20.453	0.156	21.564
3.36	7.243	1.449	0.507	0.507	21.728	0.168	22.910
3.44	7.981	1.596	0.559	0.559	23.942	0.188	25.247
3.45	8.095	1.619	0.567	0.567	24.285	0.191	25.609
3.51	8.593	1.719	0.602	0.602	25.780	0.204	27.186
3.52	8.600	1.720	0.602	0.602	25.801	0.204	27.210
3.53	8.608	1.722	0.603	0.603	25.823	0.206	27.234
3.54	8.645	1.729	0.605	0.605	25.935	0.208	27.353
3.58	9.019	1.804	0.631	0.631	27.058	0.219	28.540
3.59	9.080	1.816	0.636	0.636	27.239	0.222	28.732
3.65	9.549	1.910	0.668	0.668	28.647	0.457	30.441
3.69.1	9.549	1.910	0.668	0.668	28.647	0.458	30.441
3.69	9.596	1.919	0.672	0.672	28.788	0.460	30.591
3.68	9.640	1.928	0.675	0.675	28.921	0.463	30.734
3.66	9.750	1.950	0.683	0.683	29.250	0.469	31.084

Tabla 12. Datos para estimación de caudales en subcolector 2

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calculado	Utilizado
30	66.44	66	67	0.22	5.17	5.39	1816	3.62	3.00
41	66.82	67	68	0.22	7.60	7.82	2635	3.49	3.00
47	66.30	68	69	0.20	8.92	9.12	3072	3.43	3.00
51	65.66	69	70	0.22	9.77	9.99	3366	3.40	3.00
54	85.43	70	71	0.34	10.41	10.75	3622	3.37	3.00
56	65.02	71	72	0.19	10.99	11.18	3766	3.36	3.00
57	64.10	72	90	0.21	11.18	11.38	3835	3.35	3.00

Tabla 13. Cálculo de caudales en subcolectora 2

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
30	2.186	0.437	0.153	0.153	6.558	0.064	6.928
41	3.172	0.634	0.222	0.222	9.515	0.088	10.048
47	3.698	0.740	0.259	0.259	11.093	0.101	11.712
51	4.052	0.810	0.284	0.284	12.155	0.110	12.832

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
54	4.360	0.872	0.305	0.305	13.079	0.118	13.807
56	4.533	0.907	0.317	0.317	13.599	0.122	14.356
57	4.616	0.923	0.323	0.323	13.849	0.124	14.619

Tabla 14. Datos para estimación de caudales en subcolector 3

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calculado	Utilizado
133	63.30	115	114	0.19	10.23	10.42	3510	3.38	3.00
135	85.90	114	113	0.33	11.97	12.31	4146	3.32	3.00
164	65.93	113	112	0.12	18.82	18.95	6382	3.15	3.00
167	64.87	111	110	0.33	20.13	20.46	6890	3.11	3.00
168	65.22	110	105	0.20	20.46	20.66	6958	3.11	3.00
169	64.79	105	106	0.22	21.46	21.68	7303	3.09	3.00

Tabla 15. Cálculo de caudales en subcolectora 3

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
133	4.225	0.845	0.296	0.296	12.675	0.104	13.371
135	4.991	0.998	0.349	0.349	14.972	0.122	15.792
164	7.682	1.536	0.538	0.538	23.046	0.198	24.319
167	8.294	1.659	0.581	0.581	24.881	0.212	26.254
168	8.375	1.675	0.586	0.586	25.126	0.216	26.515
169	8.791	1.758	0.615	0.615	26.372	0.228	27.831

Tabla 16. Datos para estimación de caudales en subcolector A

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calculado	Utilizado
A81	26.08	258.1	335	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00
A82	100.00	335	336	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00
A83	63.00	336	337	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00
A84	70.00	337	338	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calculado	Utilizado
A85	100.00	338	339	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00
A86	100.00	339	340	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00
A87	100.00	340	341	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00
A88	110.37	341	292	0.00	8.46	8.46	2851	3.46	3.00

Tabla 17. Cálculo de caudales en subcolectora A

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
A81	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.169	10.945
A82	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.172	10.948
A83	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.174	10.950
A84	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.177	10.952
A85	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.180	10.956
A86	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.183	10.959
A87	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.187	10.962
A88	3.432	0.686	0.240	0.240	10.295	0.190	10.966

Tabla 18. Datos para estimación de caudales en subcolector B

Tub No	Longitud m	TRAMO		Área (Ha)			Población Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calculado	Utilizado
B14	59.84	272	273	0.13	2.84	2.97	1002	3.80	3.00
B15	100.00	273	342	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00
B16	100.00	342	343	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00
B17	120.00	343	344	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00
B18	100.00	344	345	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00
B19	100.00	345	346	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00
B20	100.00	346	347	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00
B21	100.64	347	293	0.00	2.97	2.97	1002	3.80	3.00

Tabla 19. Cálculo de caudales en subcolectora B

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst Lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
B14	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.030	3.818
B15	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.034	3.821
B16	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.037	3.824
B17	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.041	3.828
B18	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.044	3.832
B19	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.048	3.835
B20	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.051	3.838
B21	1.206	0.241	0.084	0.084	3.618	0.054	3.842

4.4 Diseño hidráulico de alcantarillas

4.4.1 Diámetro propuesto

Para el cálculo del diámetro propuesto se partió de la fórmula de Manning y el caudal de diseño esperado en cada tramo de tubería.

Tabla 20. Diámetros propuestos para colectora principal

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcalculado mm	Dprop mm	plg
	entrada	salida		terreno	Diseño				
60	573.93	572.78	64.68	1.78%	1.78%	0.01	117.89	150	6
61	572.78	571.73	62.23	1.69%	1.69%	0.01	119.85	150	6
62	571.73	570	62.86	2.75%	2.75%	0.01	110.05	150	6
63	570	568.48	64.43	2.36%	0.50%	0.01	223.04	250	10
170	568.48	568.7	66.62	0.33%	0.30%	0.01	285.35	300	12
171	568.7	569	66.62	0.45%	0.30%	0.01	285.85	300	12
172	569	569	61.15	0.00%	0.30%	0.01	286.01	300	12
175	569	567.94	77.20	1.37%	0.50%	0.01	261.08	300	12
176	567.94	566.9	77.20	1.35%	0.50%	0.01	261.08	300	12
177	566.9	562.2	100.00	4.70%	3.00%	0.01	186.59	300	12
178	562.2	557.5	80.48	5.84%	5.02%	0.01	169.43	300	12
179	557.5	554.86	100.00	2.64%	2.50%	0.01	193.09	300	12
180	554.86	554	80.00	1.08%	1.08%	0.01	226.21	300	12
181	554	552.6	100.00	1.40%	1.40%	0.01	215.28	300	12
182	552.6	550	100.00	2.60%	2.60%	0.01	191.70	300	12

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcalculado mm	Dprop mm plg	
entrada	salida		terreno	Diseño					
183	550	545.8	100.00	4.20%	4.20%	0.01	175.22	300	12
184	545.8	542	100.00	3.80%	3.80%	0.01	178.55	300	12
185	542	541	45.00	2.22%	2.22%	0.01	197.44	300	12
186	541	539	100.00	2.00%	2.00%	0.01	201.39	300	12
187	539	536	100.00	3.00%	3.00%	0.01	186.65	300	12
188	536	531	100.00	5.00%	5.00%	0.01	169.61	300	12
189	531	528	100.00	3.00%	3.00%	0.01	194.75	300	12
190	528	525	100.00	3.00%	3.00%	0.01	197.42	300	12
191	525	523	100.00	2.00%	2.00%	0.01	213.02	300	12
192	523	522	100.00	1.00%	1.00%	0.01	242.59	300	12
193	522	521	113.48	0.88%	0.88%	0.01	248.42	300	12

La pendiente de diseño se obtuvo en base a la pendiente mínima que cumpla con la tensión de arrastre, valor presentado en el siguiente resultado. El diámetro propuesto es la medida comercial superior al valor calculado, este nunca se tomó menor al diámetro de la tubería aguas arriba.

Tabla 21. Diámetros propuestos para subcolector 1

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm plg	
entrada	salida		terreno	Diseño					
3.34	574.96	571.88	74.86	4.11%	4.11%	0.01	114.20	150	6
3.36	571.88	573.39	67.94	2.22%	0.50%	0.01	173.44	200	8
3.44	573.39	572.28	87.29	1.27%	0.50%	0.01	179.87	200	8
3.45	572.28	572.5	65.69	0.33%	0.50%	0.01	180.84	200	8
3.51	572.5	570.9	27.57	5.80%	0.50%	0.01	184.94	200	8
3.52	570.9	571.2	15.37	1.95%	0.50%	0.01	185.00	200	8
3.53	571.2	570.6	30.64	1.96%	0.50%	0.01	185.06	200	8
3.54	570.6	571.9	46.94	2.77%	0.30%	0.01	203.99	250	10
3.58	571.9	569.4	65.45	3.82%	1.32%	0.01	156.99	250	10
3.59	569.4	568.5	64.60	1.39%	1.39%	0.01	155.81	250	10
3.65	568.5	566	62.92	3.97%	3.97%	0.01	130.81	250	10
3.69.1	566	566	15.00	0.00%	0.25%	0.01	219.73	250	10
3.69	566	568	39.71	5.04%	0.30%	0.01	212.73	250	10
3.68	568	569	59.49	1.68%	0.30%	0.01	213.11	250	10
3.66	569	570	63.39	1.58%	0.50%	0.01	194.46	250	10

Tabla 22. Diámetros propuestos para subcolector 2

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop	
	entrada	salida		terreno	Diseño			mm	plg
30	577.42	576.4	66.44	1.54%	1.00%	0.01	97.26	150	6
41	576.4	575.38	66.82	1.53%	0.80%	0.01	116.58	150	6
47	575.38	575.31	66.30	0.11%	0.50%	0.01	134.86	150	6
51	575.31	575.33	65.66	0.03%	0.50%	0.01	139.56	150	6
54	575.33	575.24	85.43	0.11%	0.50%	0.01	143.44	150	6
56	575.24	574	65.02	1.91%	0.90%	0.01	130.37	150	6
57	574	573.93	64.10	0.11%	0.50%	0.01	146.55	150	6

Tabla 23. Diámetros propuestos para subcolector 3

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop	
	entrada	salida		terreno	Diseño			mm	plg
133	571.88	571.17	63.30	1.12%	1.12%	0.01	121.80	150	6
135	571.17	570.6	85.90	0.66%	0.66%	0.01	143.06	150	6
164	570.6	571	65.93	0.61%	0.50%	0.01	177.37	200	8
165	571	570.5	64.15	0.78%	0.78%	0.01	166.27	200	8
167	570.5	567.75	64.87	4.24%	0.50%	0.01	182.53	200	8
168	567.75	569.6	65.22	2.84%	0.30%	0.01	201.62	250	10
169	569.6	568.48	64.79	1.73%	0.30%	0.01	205.32	250	10

Tabla 24. Diámetros propuestos para subcolector A

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop	
	entrada	salida		terreno	Diseño			mm	plg
A81	550	550	26.08	0.00%	0.50%	0.01	131.47	150	6
A82	550	544	100.00	6.00%	6.00%	0.01	82.52	150	6
A83	544	539	63.00	7.94%	7.94%	0.01	78.31	150	6
A84	539	535	70.00	5.71%	5.71%	0.01	92.78	150	6
A85	535	536	100.00	1.00%	0.50%	0.01	131.52	150	6
A86	536	536	100.00	0.00%	0.50%	0.01	131.54	150	6
A87	536	535	100.00	1.00%	0.50%	0.01	131.55	150	6
A88	535	531	110.37	3.62%	2.67%	0.01	96.09	150	6

Tabla 25. Diámetros propuestos para subcolector B

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm plg	
	entrada	salida		terreno	Diseño			mm	plg
B14	548	548	59.84	0.00%	0.50%	0.01	88.57	150	6
B15	548	544	100.00	4.00%	4.00%	0.01	60.00	150	6
B16	544	544	100.00	0.00%	0.50%	0.01	88.63	150	6
B17	544	536	120.00	6.67%	6.67%	0.01	60.77	150	6
B18	536	534	100.00	2.00%	2.00%	0.01	68.39	150	6
B19	534	530	100.00	4.00%	4.00%	0.01	60.08	150	6
B20	534	528	100.00	6.00%	5.15%	0.01	57.32	150	6
B21	528	528	100.64	0.00%	0.50%	0.01	88.78	150	6

4.4.2 Revisión del diseño hidráulico

La revisión del correcto funcionamiento de las tuberías se basó en el criterio de la tensión de arrastre, la velocidad a caudal de diseño y el tirante. Además, los valores obtenidos mediante el cálculo en Excel fueron verificados mediante un análisis en el software SewerCAD.

Para el cálculo de estos valores se utilizaron las relaciones hidráulicas a tubo lleno dividiendo el caudal de diseño entre el caudal a capacidad máxima e interpolando entre los valores requeridos. La tabla de relaciones hidráulicas se encuentra en el anexo 10, página LIV.

Tabla 26. Diseño hidráulico del colector principal

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
60	29.362	1.662	0.526	1.012	0.515	1.682	6.663
61	28.603	1.619	0.549	1.023	0.529	1.656	6.426
62	36.531	2.067	0.437	0.967	0.463	1.998	9.621
63	60.800	1.239	0.737	1.094	0.638	1.355	3.506
170	76.582	1.083	0.874	1.127	0.724	1.221	2.642
171	76.582	1.083	0.878	1.128	0.727	1.222	2.644
172	76.582	1.083	0.880	1.128	0.728	1.222	2.645
175	98.868	1.399	0.690	1.079	0.610	1.509	4.120
176	98.868	1.399	0.690	1.079	0.610	1.509	4.121
177	242.175	3.426	0.282	0.859	0.363	2.943	17.574
178	313.271	4.432	0.218	0.800	0.317	3.544	26.412
179	221.075	3.128	0.309	0.881	0.381	2.755	15.206
180	144.968	2.051	0.471	0.985	0.483	2.020	7.730
181	165.437	2.340	0.412	0.952	0.447	2.228	9.566
182	225.453	3.190	0.303	0.876	0.377	2.795	15.689
183	286.545	4.054	0.238	0.820	0.332	3.324	22.946
184	272.559	3.856	0.250	0.832	0.341	3.207	21.202
185	208.431	2.949	0.327	0.895	0.394	2.640	13.848
186	197.735	2.797	0.345	0.908	0.405	2.540	12.732
187	242.175	3.426	0.282	0.859	0.363	2.944	17.581
188	312.647	4.423	0.218	0.800	0.317	3.540	26.339
189	242.175	3.426	0.316	0.886	0.386	3.037	18.418
190	242.175	3.426	0.327	0.895	0.394	3.067	18.692
191	197.735	2.797	0.401	0.945	0.440	2.643	13.515
192	139.820	1.978	0.567	1.031	0.539	2.040	7.706
193	131.253	1.857	0.604	1.047	0.561	1.944	6.945

Tabla 27. Comprobación de resultados para colector principal

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-60	150	64.68	15.43	0.018	1.68	6.655	51.5
TB-61	150	62.23	15.708	0.017	1.66	6.421	52.9
TB-62	150	62.86	15.979	0.028	2	9.613	46.3
TB-63	250	64.43	44.805	0.005	1.35	3.484	64
TB-170	300	66.62	66.942	0.003	1.22	2.641	72.4
TB-171	300	66.62	67.258	0.003	1.22	2.644	72.7
TB-172	300	61.15	67.355	0.003	1.24	2.727	71.8
TB-175	300	77.2	68.183	0.005	1.5	4.064	61.4

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-176	300	77.2	68.188	0.005	1.51	4.154	60.9
TB-177	300	100	68.195	0.03	2.94	17.569	36.3
TB-178	300	80.48	68.2	0.05	3.54	26.397	31.7
TB-179	300	100	68.207	0.025	2.75	15.191	38.1
TB-180	300	80	68.212	0.011	2.02	7.723	48.3
TB-181	300	100	68.219	0.014	2.22	9.563	44.8
TB-182	300	100	68.225	0.026	2.79	15.678	37.7
TB-183	300	100	68.232	0.042	3.32	22.924	33.2
TB-184	300	100	68.239	0.038	3.2	21.193	34.1
TB-185	300	45	68.242	0.022	2.64	13.842	39.4
TB-186	300	100	68.248	0.02	2.54	12.727	40.6
TB-187	300	100	68.255	0.03	2.94	17.575	36.3
TB-188	300	100	68.262	0.05	3.54	26.326	31.8
TB-189	300	100	76.442	0.03	3.03	18.415	38.6
TB-190	300	100	79.266	0.03	3.06	18.685	39.4
TB-191	300	100	79.272	0.02	2.64	13.512	44.1
TB-192	300	100	79.279	0.01	2.04	7.7	53.9
TB-193	300	113.48	79.287	0.009	1.94	6.94	56.1

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

Tabla 28. Diseño hidráulico de subcolector 1

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
3.34	44.666	2.528	0.483	0.991	0.490	2.505	14.937
3.36	33.533	1.067	0.683	1.076	0.607	1.149	2.739
3.44	33.533	1.067	0.753	1.098	0.648	1.172	2.823
3.45	33.533	1.067	0.764	1.101	0.654	1.176	2.835
3.51	33.533	1.067	0.811	1.114	0.683	1.189	2.882
3.52	33.533	1.067	0.811	1.114	0.684	1.189	2.883
3.53	33.533	1.067	0.812	1.114	0.684	1.189	2.884
3.54	47.095	0.959	0.581	1.037	0.547	0.995	1.943
3.58	98.788	2.012	0.289	0.865	0.368	1.741	6.513
3.59	101.490	2.068	0.283	0.860	0.364	1.779	6.816
3.65	171.394	3.492	0.178	0.755	0.285	2.636	15.978
3.69.1	42.992	0.876	0.708	1.085	0.621	0.950	1.731
3.69	47.095	0.959	0.650	1.064	0.587	1.021	2.020
3.68	47.095	0.959	0.653	1.066	0.589	1.022	2.023
3.66	60.800	1.239	0.511	1.006	0.507	1.245	3.091

Tabla 29. Comprobación de resultados para subcolector 1

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-3.34	150	74.86	21.56	0.041	2.5	14.925	68.8
TB-3.36	200	67.94	22.91	0.005	1.15	2.739	66.9
TB-3.44	200	87.29	25.25	0.005	1.17	2.841	68.8
TB-3.45	200	65.69	25.61	0.005	1.16	2.77	70.1
TB-3.51	200	27.58	27.19	0.005	1.19	2.919	71.2
TB-3.52	200	15.37	27.21	0.005	1.21	2.983	71.2
TB-3.53	200	30.64	27.23	0.005	1.18	2.83	70.1
TB-3.54	250	46.94	27.35	0.003	0.99	1.933	54.7
TB-3.58	250	65.45	28.54	0.012	1.68	6.061	54.7
TB-3.59	250	64.6	28.73	0.015	1.83	7.29	55.7
TB-3.65	250	62.92	30.44	0.04	2.64	15.958	61.1
TB-3.69.1	250	15	30.44	0.002	0.87	1.431	62.1
TB-3.69	250	39.71	30.59	0.003	1.02	2.031	58.1
TB-3.68	250	56.01	30.73	0.003	1.05	2.141	57.4
TB-3.66	250	63.39	31.08	0.005	1.25	3.113	53.8

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

Tabla 30. Diseño hidráulico de subcolector 2

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
30	22.020	1.246	0.315	0.886	0.385	1.103	3.066
41	19.696	1.115	0.510	1.005	0.506	1.120	2.965
47	15.571	0.881	0.752	1.098	0.647	0.968	2.117
51	15.571	0.881	0.824	1.117	0.692	0.984	2.171
54	15.571	0.881	0.887	1.129	0.733	0.995	2.208
56	20.890	1.182	0.687	1.078	0.609	1.274	3.704
57	15.571	0.881	0.939	1.137	0.770	1.002	2.230

Tabla 31. Comprobación de resultados para subcolector 2

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-30	150	66.47	6.93	0.01	1.11	3.081	56.3
TB-41	150	66.81	10.05	0.008	1.12	2.943	64.3
TB-47	150	66.3	11.71	0.005	0.96	2.107	68.4
TB-51	150	65.66	12.83	0.005	0.98	2.179	71.5

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-54	150	85.43	13.81	0.005	1	2.219	73.5
TB-56	150	65.02	14.36	0.009	1.27	3.674	75.5
TB-57	150	64.1	14.62	0.005	1	2.224	75.9

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

Tabla 32. Diseño hidráulico de subcolector 3

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
133	23.321	1.320	0.573	1.034	0.543	1.365	4.339
135	17.938	1.015	0.880	1.128	0.728	1.145	2.926
164	33.533	1.067	0.725	1.090	0.631	1.163	2.791
165	41.868	1.333	0.610	1.049	0.564	1.399	4.110
167	33.533	1.067	0.783	1.107	0.666	1.181	2.855
168	47.095	0.959	0.563	1.030	0.537	0.988	1.922
169	47.095	0.959	0.591	1.041	0.553	0.999	1.955

Tabla 33. Comprobación de resultados para subcolector 3

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-133	150	63.3	13.37	0.011	1.36	4.336	74.5
TB-135	150	85.9	15.79	0.007	1.14	2.921	75.2
TB-164	200	65.93	24.32	0.005	1.16	2.792	68.1
TB-165	200	64.15	25.56	0.008	1.4	4.107	69.4
TB-167	200	64.87	26.25	0.005	1.19	2.896	68.1
TB-168	250	65.22	26.51	0.003	0.98	1.875	54.1
TB-169	250	64.79	27.83	0.007	1.37	3.859	48.6

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

Tabla 34. Diseño hidráulico de subcolector A

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
A81	15.571	0.881	0.703	1.083	0.618	0.954	2.073
A82	53.938	3.052	0.203	0.784	0.306	2.393	15.323
A83	62.035	3.510	0.177	0.754	0.284	2.645	19.099
A84	39.479	2.234	0.277	0.856	0.360	1.911	16.635
A85	15.571	0.881	0.704	1.083	0.619	0.954	2.074
A86	15.571	0.881	0.704	1.083	0.619	0.954	2.074
A87	15.571	0.881	0.704	1.083	0.619	0.955	2.074
A88	36.000	2.037	0.305	0.878	0.379	1.788	8.086

Tabla 35. Comprobación de resultados para subcolector A

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-A82	150	100	10.95	0.06	2.39	15.327	64.5
TB-A83	150	63	10.95	0.079	2.65	19.078	64.6
TB-A84	150	70	10.95	0.051	1.84	15.219	64.6
TB-A85	150	100	10.96	0.005	0.95	2.072	63.2
TB-A86	150	100	10.96	0.005	0.95	2.072	63.2
TB-A87	150	100	10.96	0.005	0.95	2.073	63.2
TB-A88	150	110.37	10.97	0.027	1.79	8.079	51.2

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

Tabla 36. Diseño hidráulico de subcolector B

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
B14	15.571	0.881	0.245	0.827	0.337	0.728	1.383
B15	44.040	2.492	0.087	0.613	0.199	1.529	7.069
B16	15.571	0.881	0.246	0.827	0.338	0.729	1.384
B17	56.856	3.217	0.067	0.569	0.176	1.831	10.533
B18	23.356	1.322	0.164	0.738	0.274	0.975	4.664
B19	44.040	2.492	0.087	0.614	0.199	1.530	7.080
B20	49.976	2.828	0.077	0.592	0.187	1.674	8.626
B21	15.571	0.881	0.247	0.828	0.338	0.730	1.386

Tabla 37. Comprobación de resultados para subcolector B

Label	Diameter (mm)	Length (m)	Flow (L/s)	Slope (m/m)	Velocity (m/s)	Tractive Stress (Pa)	D/H (%)
TB-B15	150	100	3.82	0.04	1.53	7.068	37.3
TB-B16	150	100	3.82	0.005	0.73	1.382	37.3
TB-B17	150	120	3.83	0.067	1.83	10.525	37.3
TB-B18	150	100	3.83	0.02	0.98	4.655	37.3
TB-B19	150	120	3.83	0.033	1.43	6.138	37.3
TB-B20	150	100	3.84	0.012	0.98	2.674	37.3
TB-B21	150	100.64	3.84	0.005	0.73	1.377	35.6

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

4.4.3 Cálculo de elevaciones

En todas las tuberías se propuso una cobertura sobre la corona mayor o igual a 1.20 metros, valor recomendado por varios autores. Todas las tuberías drenan por gravedad, para lograr esto se propone la instalación de algunas tuberías en contra de la pendiente natural del terreno, esto traerá como resultado la construcción de algunos pozos de visita con profundidades que obligarán a tomar consideraciones estructurales para su construcción.

Tabla 38. Cálculo de elevaciones en colectora

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
60	573.93	572.78	64.68	150	1.78%	571.82	570.67	1.96	1.96
61	572.78	571.73	62.23	150	1.69%	570.67	569.62	1.96	1.96
62	571.73	570.00	62.86	150	2.75%	569.62	567.89	1.96	1.96
63	570.00	568.48	64.43	250	0.50%	563.80	563.48	5.95	4.75
170	568.48	568.70	66.62	300	0.30%	563.48	563.28	4.70	5.12
171	568.70	569.00	66.62	300	0.30%	563.28	563.08	5.12	5.62
172	569.00	569.00	61.15	300	0.30%	563.08	562.90	5.62	5.80
175	569.00	567.94	77.20	300	0.50%	562.90	562.51	5.80	5.13
176	567.94	566.90	77.20	300	0.50%	562.51	562.12	5.13	4.48
177	566.90	562.20	100.00	300	3.00%	562.12	559.12	4.48	2.78
178	562.20	557.50	80.48	300	5.02%	559.12	555.08	2.78	2.12
179	557.50	554.86	100.00	300	2.50%	555.08	552.58	2.12	1.98

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
180	554.86	554.00	80.00	300	1.08%	552.58	551.72	1.98	1.98
181	554.00	552.60	100.00	300	1.40%	551.72	550.32	1.98	1.98
182	552.60	550.00	100.00	300	2.60%	550.32	547.72	1.98	1.98
183	550.00	545.80	100.00	300	4.20%	547.72	543.52	1.98	1.98
184	545.80	542.00	100.00	300	3.80%	543.52	539.72	1.98	1.98
185	542.00	541.00	45.00	300	2.22%	539.72	538.72	1.98	1.98
186	541.00	539.00	100.00	300	2.00%	538.72	536.72	1.98	1.98
187	539.00	536.00	100.00	300	3.00%	536.72	533.72	1.98	1.98
188	536.00	531.00	100.00	300	5.00%	533.72	528.72	1.98	1.98
189	531.00	528.00	100.00	300	3.00%	528.72	525.72	1.98	1.98
190	528.00	525.00	100.00	300	3.00%	525.72	522.72	1.98	1.98
191	525.00	523.00	100.00	300	2.00%	522.72	520.72	1.98	1.98
192	523.00	522.00	100.00	300	1.00%	520.72	519.72	1.98	1.98
193	522.00	521.00	113.48	300	0.88%	519.72	518.72	1.98	1.98

Tabla 39. Cálculo de elevaciones en subcolector 1

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
3.34	574.96	571.88	74.86	150	4.11%	573.41	570.33	1.40	1.40
3.36	571.88	573.39	67.94	200	0.50%	570.33	569.99	1.35	3.20
3.44	573.39	572.28	87.29	200	0.50%	569.99	569.55	3.20	2.53
3.45	572.28	572.50	65.69	200	0.50%	569.55	569.23	2.53	3.07
3.51	572.50	570.90	27.57	200	0.50%	569.23	569.09	3.07	1.61
3.52	570.90	571.20	15.37	200	0.50%	569.09	569.01	1.61	1.99
3.53	571.20	570.60	30.64	200	0.50%	569.01	568.86	1.99	1.54
3.54	570.60	571.90	46.94	250	0.30%	568.86	568.72	1.49	2.93
3.58	571.90	569.40	65.45	250	1.32%	568.72	567.85	2.93	1.30
3.59	569.40	568.50	64.60	250	1.39%	567.85	566.95	1.30	1.30
3.65	568.50	566.00	62.92	250	3.97%	566.95	564.45	1.30	1.30
3.69.1	566.00	566.00	15.00	250	0.25%	564.45	564.42	1.30	1.33
3.69	566.00	568.00	39.71	250	0.30%	564.42	564.30	1.33	3.45
3.68	568.00	569.00	59.49	250	0.30%	564.30	564.12	3.45	4.63
3.66	569.00	570.00	63.39	250	0.50%	564.12	563.80	4.63	5.95

Tabla 40. Cálculo de elevaciones en subcolector 2

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
30	577.42	576.40	66.44	150	1.00%	575.01	574.34	2.26	1.91
41	576.40	575.38	66.82	150	0.80%	574.34	573.81	1.91	1.42
47	575.38	575.31	66.30	150	0.50%	573.81	573.48	1.42	1.68
51	575.31	575.33	65.66	150	0.50%	573.48	573.15	1.68	2.03
54	575.33	575.24	85.43	150	0.50%	573.15	572.72	2.03	2.37
56	575.24	574.00	65.02	150	0.90%	572.72	572.14	2.37	1.71
57	574.00	573.93	64.10	150	0.50%	572.14	571.82	1.71	1.96

Tabla 41. Cálculo de elevaciones en subcolector 3

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
133	571.88	571.17	63.30	150	1.12%	569.89	569.18	1.84	1.84
135	571.17	570.60	85.90	150	0.66%	569.18	568.61	1.84	1.84
164	570.60	571.00	65.93	200	0.50%	567.29	566.96	3.11	3.84
165	571.00	570.50	64.15	200	0.78%	566.96	566.46	3.84	3.84
167	570.50	567.75	64.87	200	0.50%	566.46	566.13	3.84	1.42
168	567.75	569.60	65.22	250	0.30%	566.13	565.94	1.37	3.41
169	569.60	568.48	64.79	250	0.30%	565.94	565.74	3.41	2.49

Tabla 42. Cálculo de elevaciones en subcolector A

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
A80	552.00	550.00	53.00	150	3.77%	550.45	548.45	1.40	1.40
A81	550.00	550.00	26.08	150	0.50%	548.16	548.03	1.69	1.82
A82	550.00	544.00	100.00	150	6.00%	548.03	542.03	1.82	1.82
A83	544.00	539.00	63.00	150	7.94%	542.03	537.03	1.82	1.82
A84	539.00	535.00	70.00	150	5.71%	537.45	533.45	1.40	1.40
A85	535.00	536.00	100.00	150	0.50%	533.45	532.95	1.40	2.90
A86	536.00	536.00	100.00	150	0.50%	532.95	532.45	2.90	3.40

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
A87	536.00	535.00	100.00	150	0.50%	532.45	531.95	3.40	2.90
A88	535.00	531.00	110.37	150	2.67%	531.95	529.00	2.90	1.85

Tabla 43. Cálculo de elevaciones en subcolector B

Tub No	Elev. terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrada	salida				super	inferior	entrada	salida
B14	548.00	548.00	59.84	150	0.50%	546.45	546.15	1.40	1.70
B15	548.00	544.00	100.00	150	4.00%	546.15	542.15	1.70	1.70
B16	544.00	544.00	100.00	150	0.50%	542.15	541.65	1.70	2.20
B17	544.00	536.00	120.00	150	6.67%	541.65	533.65	2.20	2.20
B18	536.00	534.00	100.00	150	2.00%	533.65	531.65	2.20	2.20
B19	534.00	530.00	100.00	150	4.00%	531.65	527.65	2.20	2.20
B20	534.00	528.00	100.00	150	5.15%	531.65	526.50	2.20	1.35
B21	528.00	528.00	100.64	150	0.50%	526.50	526.00	1.35	1.85

Tabla 44. Pozos de visita en colector principal

Label	Diameter (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Prof (m)
PVS-90	1.2	573.93	571.82	2.1
PVS-91	1.2	572.78	570.67	2.1
PVS-92	1.2	571.73	569.62	2.1
PVS-93	1.2	570	563.88	6.1
PVS-106	1.2	568.48	563.56	4.9
PVS-298	1.2	568.7	563.36	5.3
PVS-107	1.2	569	563.16	5.8
PVS-94	1.2	569	562.97	6.0
PVS-334	1.2	567.94	562.59	5.4
PVS-280	1.2	566.9	562.2	4.7
PVS-281	1.2	562.2	559.2	3.0
PVS-282	1.2	557.5	555.16	2.3
PVS-283	1.2	554.86	552.66	2.2
PVS-284	1.2	554	551.8	2.2

Label	Diameter (m)	Elevation (Rim) (m)	Elevation (Invert) (m)	Prof (m)
PVS-285	1.2	552.6	550.4	2.2
PVS-286	1.2	550	547.8	2.2
PVS-287	1.2	545.8	543.6	2.2
PVS-288	1.2	542	539.8	2.2
PVS-289	1.2	541	538.8	2.2
PVS-290	1.2	539	536.8	2.2
PVS-291	1.2	536	533.8	2.2
PVS-292	1.2	531	528.8	2.2
PVS-293	1.2	528	525.8	2.2
PVS-294	1.2	525	522.8	2.2
PVS-E295	1.2	523	520.8	2.2
PVS-E296	1.2	522	519.8	2.2

Nota. Resultados obtenidos del modelado en SewerCAD

4.5 Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

El sistema de tratamiento para la ciudad de Diriamba, se diseñó con la finalidad de cumplir con los requerimientos y normativas nacionales.

4.5.1 Elementos del pretratamiento

4.5.1.1 Canal de entrada

Construido de concreto reforzado con acabado fino tipo pizarra, el cual tiene una longitud total de 10 m con un ancho de 0.70 m, dicho canal tiene la suficiente pendiente como para permitir el flujo del caudal proveniente del alcantarillado de la ciudad, de igual forma el canal no permite la formación de sedimento ni turbulencia.

4.5.1.2 Rejillas

La rejilla es de limpieza manual con un ancho de rejas de 0.7 m y alto de 0.7 m, la inclinación de dichas rejas es de 45 grados con respecto a la vertical, la velocidad de paso es de 0.427 m/s (0.40-0.9 m/s) y la pérdida de 0.008 m (parcialmente obstruida) por debajo de 0.15 m, las barras están consideradas en el diseño como barras de acero inoxidable con un ancho de ½ pulgada.

4.5.1.3 Desarenador

Cuerpo de concreto reforzado con acabado fino tipo pizarra, con un ancho de 0.70 m y un largo de 8.16 m con un borde libre que se considero de 0.30 m, una pendiente de fondo de 0.015%, la altura total del desarenador diseñado fue de 1.28 m.

La altura de agua en el canal, se extrajo del canal entrada, y se estimó que era 0.38 m, la partícula mas grande a considerarse era de 0.20 mm y una velocidad de flujo horizontal de 0.30 m/s.

Se considero de igual forma en el diseño de la unidad que habría dos unidades de desarenadores y bomba de succión de minerales, el volumen a captar por la tolva seria de 3.43 m³.

4.5.2 Tratamiento Primario (Tanque Imhoff)

Tabla 45. Fórmulas de diseño de Tanque Imhoff

DATOS DE ENTRADA.			
Población	P		hab
Dotación	Dot		lppd
Sólidos en Suspensión	SS		mg/l
DBO ₅ Afluente	S _o		mg/l
Caudal Medio	Q _m	$Q_m = \frac{P * Dot * 0.8}{86400 \text{ seg/día}}$	m ³ /s
Carga per cápita de DBO ₅	q	S _o *(Dot*0.8)	grDBO/hab/día KgDBO/hab/día
Carga diaria de DBO	CTA	q*P	KgDBO/día
Coliformes fecales en el afluente	CFA		NMP/100 ml
Porcentaje de Remoción de DBO	R		%
Concentración de DBO ₅ en Afluente	S _o	$\frac{DBO \text{ por día}}{Q_m}$	mg/l
Concentración DBO en Efluente	S	So- (R * So)	mg/l
Remoción de Coliformes			%
Coliformes fecales en Efluente	CFE	CFA – 15 % CFA	NMP / 100 ml
CALCULO DE CAMARA DE SEDIMENTACION.			
Carga Superficial	Cs	m ³ /m ² /hr	1.0 - 1.7, INAA
Carga Sobre el Vertedero Efluente		m ³ /m/hr	7 - 25, INAA
Tiempo de retención	Trs	hr	2-4, INAA
Velocidad Horizontal del Flujo	V _{flujo}	cm/min	INAA
Relación Longitud/Ancho (ΔL/Δb)	(ΔL/Δb)		INAA
Pendiente del Fondo	z		INAA
Abertura de Comunicación entre Cámaras		cm	15 - 30, INAA
Proyección Horizontal del Saliente		cm	15 - 30, INAA
Número de Sedimentadores	Ns		
Volumen Total de Sedimentación	Vs	Q _m * Trs	m ³
Volumen por Sedimentador	Vsu	$\frac{Vs}{Ns}$	m ³
Área Superficial mínima de Sedimentación	As	$\frac{Q_m}{Cs}$	m ²
Área Superficial mínima por Sedimentador	Asu	$\frac{As}{Ns}$	m ²
Ancho de Sedimentador	Bs	$\sqrt{\frac{Asu}{(\Delta L / \Delta b)}}$	m
Longitud de Sedimentador	Ls	Bs * (ΔL/Δb)	m
Área Transversal Rectangular de Sedimentador	Ars	$\frac{Vsu - (Ats * Ls)}{Ls}$	m ²
Altura Rectangular de Sedimentador	Hrs	$\frac{Ars}{Bs}$	m
Área Transversal Triangular de Sedimentador	Ats	$\frac{Bs}{2} * Hts$	m ²
Altura Triangular de Sedimentador	Hts	$\frac{Bs}{2} * z$	m
Área Transversal Total de cada Sedimentador	ATS	Ars + Ats	m ²
Altura Total de cada Sedimentador	HTS	Hrs + Hts	m
Revisión de Velocidad Horizontal del Flujo	V _{flujo}	$\frac{Q_m}{ATS * Ns}$	cm/min

DEFLECTOR DE ESPUMA			
Por debajo de la Superficie	30	cm	INAA
Por encima de la Superficie	30	cm	INAA
Borde Libre	BL	cm	45 - 60, INAA
ZONA DE VENTILACION DE GASES			
Anchura de Abertura	1	m	> 1.00 m
Separación entre Sedimentadores	1	m	> 1.00 m
Superficie en % del total	-	%	> 25 %
Longitud de cada Cámara	Lc	$Lc = Ls$	m
Volumen por Cámara	Vcu	$\frac{70 * P * f_{cr}}{1000}$	m ³
Base Mayor de Cámara de Lodos	BMc	$= 2Bs + 2(Anchura\ de\ Abertura) + Separación\ entre\ Sedimentadores$	m
Base Menor de Cámara de Lodos	Bmc		m
Altura en Zona Trapezoidal	Htc	$\frac{BMc - Bmc}{2 * a}$	m
Volumen en Zona Trapezoidal	Vtc	$\left(\frac{Htc}{3} * [(BMc * Lc) + Bmc^2 + \sqrt{(BMc * Lc) * Bmc^2}]\right) / Nc$	m ³
Volumen en Zona Recta de cada Cámara	Vrc	$Vcu - Vtc$	m ³
Altura de Lodos en Zona Recta de cada Cámara	Hrc	$\frac{Vrc}{Lc * BMc}$	m

Fuente: Elaboración propia.

El tanque cuenta con un cuerpo de concreto reforzado con 4 cavidades con un borde libre de 2 m, un espesor de muro de la cámara de sedimentador de 0.30 m, ancho de sedimentador de 3.10 m, espesor de muro sedimentador de 0.30 m. El tanque tendrá una altura de 8.86 m de altura, la altura del sedimentador es de 3.91 m, una zona neutra con altura de 0.5 y con una pantalla en 50 grados de inclinación con respecto a la vertical, una zona neutra de 0.5 y una altura para lodos de 1.5 incluyendo una altura de libre para lodos de 0.27 m del fondo del digestor.

4.5.2.1 Lechos de secado de lodos

Tomando en cuenta la producción de lodos en el tanque Imhoff, (2.8 m³/d), se diseñó el lecho de secado el cual estará en 2 asentamientos de secado, con longitud de 15 m y 16.3 de largo, y una profundidad de 0.4 m, con área total a cubrir de 244.5 m².

4.5.3 Tratamiento secundario (Biofiltro)

Tabla 46. Fórmulas de diseño de biofiltro.

DISEÑO GEOMETRICO				
Número de Biofiltros	N		m ²	
Superficie Unitaria	Asu	A_s/N	m ³ /día	
Caudal Unitario	Qmu	Q_m/N	m/m	< 0.001 m/m
Pendiente del Fondo del Lecho	i			
Relacion Largo/Ancho	L/B		m	
Ancho Unitario	B	$\sqrt{\left(\frac{A_{su}}{N}\right)}$	m	
Largo Unitario	L	A_{su}/B		
DETALLES GEOMETRICO				
Espesor de Tierra Superficial	Ht		m	0.05 - 0.15 m
Altura de Borde Libre	BL		m	0.2 - 0.9 m
Espesor del Lecho Filtrante en la Entrada del Biofiltro	H1	$H_m - (L/2 * i)$	m	
Profundidad del Humedal en la Entrada del Biofiltro	He	$H_t + BL + H_1$	m	
Espesor del Lecho Filtrante en la Salida del Biofiltro	H2	$H_m + (L/2 * i)$	m	
Profundidad de Salida del Humedal	Hs	$H_t + BL + H_s$	m	
Talud a lo largo	zL			
Margen Extra de Longitud a la Entrada del Humedal	Le	H_e/zL	m	
Margen Extra de Longitud a la Salida del Humedal	Ls	H_s/zL	m	
Longitud Total de Biofiltro	Lt	$L + L_e + L_s$	m	
Talud de Entrada del Humedal	zB			
Margen Extra de la Base del Humedal	Bm	H_e/zB	m	
Talud a lo ancho de la Salida del Humedal	zB'	H_s/B_m		

CRITERIOS DE DISEÑO DE BIOFILTRO.				
Coliformes Fecales en el Afluente	CFA		NMP/100 ml	
Coliformes Fecales en el Efluente	CFE		NMP/100 ml	< 1.00E+03, Cumple
Coliformes Fecales Removidos	CF _{remov.}		%	
DBO ₅ Afluente	S _o		mg/l	
DBO ₅ Efluente Esperado	S		mg/l	< 30, Cumple
DBO ₅ Removido	DBO _{5remov.}		%	
Caudal Medio	Qm		m ³ /s	
			m ³ /d	
Medio Filtrante		Grava Media		
Porosidad	η			
Conductividad Hidráulica	Ks		m/día	
Profundidad Media del Humedal	Hm		m	0.40 - 0.85 m
Temperatura del Aire en el Mes más Frio.	T _{aire}		°C	
Temperatura del Agua en el Mes más Frío	Ta	$10.443 + (0.688 * T_{aire})$	°C	
Constante de Biodegradación de la Materia Orgánica a 20°C	K _{20°C}	$1.839 * 37.31 * \eta^{4.172}$	d ⁻¹	
Constante de Reacción de Primer Orden a Temperatura Ambiente	K _{d(Ta)}	$K_{20^{\circ}C} * 1.06^{(T_a - 20^{\circ}C)}$	d ⁻¹	
SUPERFICIE REQUERIDA				
Area Superficial Requerida	As	$\frac{Q_m * [\ln(S_o) - \ln(S)]}{K_{d(Ta)} * H_m * \eta}$	m ²	
Tiempo de Retención Hidráulica	Tr	$\frac{A_s * H_m * \eta}{Q_m}$	días	
Carga Orgánica	L _{org}	$\frac{S_o * H_m * \eta}{T_r}$	KgDBO/ha*día	< 112, Cumple
Carga Hidráulica	CH	Q_m / A_s	m ³ /ha*d	FALSO

Fuente: Elaboración propia.

El biofiltro es un tanque tipo laguna donde habrán tiempos de retención de 5 días, y dos biofiltros exactamente iguales con un ancho unitario de 121.9 m de ancho por 170.4 m de largo. Dentro de los detalles geométricos se estableció que la altura del borde libre será de 0.2 m, profundidad del humedal en la entrada 1.06 y en la salida de 0.84 m Talud 2/3.

4.6 Estimación de costos del proyecto

Fue realizado un cálculo de las cantidades de obra obtenidas con el diseño del sistema de alcantarillado, el cual fue dividido en dos etapas para la estimación de costos, la construcción de la red de alcantarillado y la construcción de la PTAR.

Con las cantidades de obra obtenidas se procedió a realizar una estimación paramétrica de costos, acorde a la etapa de diseño del proyecto obteniendo los siguientes resultados. Se considera una tasa de cambio de 36.60 C\$.

Tabla 47. Estimación de costos del proyecto

Ítem	Costo (US\$)	Costo (C\$)
Red de alcantarillado sanitario	1,911,054.52	69,944,595.4
Planta de tratamiento de aguas residuales	996,389.46	36,467,854.2
Costo total (antes de impuestos)	2,907,443.98	106,412,449.7

El costo total del proyecto después impuestos y agregando los costos indirectos de construcción es de US\$ 4,215,793.77 (cuatro millones, doscientos quince mil, setecientos noventa y tres con setenta y siete centavos.)

Los detalles de las cantidades de obra y costos del proyecto se pueden consultar en el anexo 4, página IV.

V. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

1. Los factores socioeconómicos del municipio permitieron una mejor delimitación del área de cobertura del proyecto, siendo esta de 70.92 Ha, así como la consideración de los probables aportes de aguas residuales al sistema, que en su mayoría serían provenientes de aguas residuales domésticas, ya que la economía del municipio está sostenida por los pequeños negocios y no se han desarrollado grandes actividades industriales en el casco urbano.
2. Del análisis y revisión de la topografía del municipio se logró diseñar un sistema que funciona en su totalidad por gravedad, aunque el municipio presente una topografía de tipo altiplanicie con pequeñas pendientes se tienen lugares específicos que dificultan el drenaje por gravedad incluso del agua pluvial esto llevó a diseñar algunas tuberías en contra de la pendiente natural del terreno.
3. El sistema de alcantarillado fue diseñado para servir a una población de 23,886 habitantes, la población fue proyectada utilizando el método geométrico con una tasa de 0.5%, un valor razonable tomando en cuenta las altas densidades que actualmente se tiene en los barrios de la zona central. La población fue seleccionada según barrios urbanos que incidieran directamente en la zona de cobertura del sistema y no en la población total urbana considerada en el municipio, ya que esta incluye barrios y comunidades ubicados en zonas muy alejadas del casco urbano.

4. Dentro de los aportes de aguas residuales al sistema fueron considerados caudales de comercios e instituciones, así como el consumo doméstico y por infiltración en las tuberías, esto permitió estimar el caudal total que entregará la red de alcantarillado a la PTAR siendo este 79.287 L/s, así como el caudal esperado que llegarán a conducir cada tubería y poder evaluar su correcto funcionamiento.
5. El diseño hidráulico de las tuberías se basó en la fórmula de Manning y el criterio de la tensión de arrastre, como lo indica la guía de diseño de alcantarillados sanitarios del INAA, diseñando cada tubería para que cumplan con una tensión de arrastre siempre mayor o igual a 1 Pa, esto llevó a proponer algunas tuberías con pendientes pequeñas, pero con una tensión de arrastre suficiente para garantizar el arrastre de sólidos, permitiendo así menores excavaciones y coberturas sobre tuberías.
6. Las tecnologías para el tratamiento de las aguas servidas fueron seleccionadas basadas en las características del agua, el sistema dispone de un canal de entrada, un tratamiento preliminar (rejillas de uso manual), tanque Imhoff, filtro biológico de flujo horizontal y lechos de secado. esta planta estará construida en la zona oeste de la ciudad.
7. El costo total del proyecto, red de alcantarillado y planta de tratamiento, será de US\$ 2,901,931.62 o su equivalente en córdobas C\$ 106,210,697.3, el costo total después de impuesto será US\$ 4,207,800.85.

5.2 Recomendaciones

1. En el trazado de la red de alcantarillado no se propusieron tuberías en algunos barrios de la zona periurbana de la ciudad, sin embargo, la población de estos fue tomada en cuenta por la posible conexión al sistema en años posteriores. Se recomienda a las autoridades municipales realizar un estudio del ordenamiento urbano de estas zonas para garantizar una mejor disposición de lotes que facilite el diseño de una red de alcantarillado en estos barrios y poder anexar estos a la red principal posteriormente. Además de evaluar la posibilidad de construcción de una EBAR para estos barrios.
2. Existen zonas donde el drenaje natural es complicado, estas zonas incluso han sufrido inundaciones en inviernos anteriores, lo que obligó a proponer tuberías con coberturas considerables. En la construcción del sistema de alcantarillado se puede evaluar el mejoramiento del diseño geométrico de algunas calles en estas zonas y a su vez mejorar el drenaje pluvial.
3. Se recomienda efectuar estudios geotécnicos previo a la ejecución del proyecto para realizar un análisis y diseño estructural de los pozos de vista y tuberías que se encuentran a profundidades significativas y así garantizar el correcto funcionamiento de estos elementos durante toda la vida del proyecto.
4. En la red de alcantarillado se propusieron 3 tuberías que cruzan transversalmente una quebrada, se recomienda realizar un diseño estructural de las estructuras de soporte que se deben construir para una instalación segura de estas tuberías.

5. En las tuberías con una cobertura alta de relleno se recomienda un tipo de tubería con mayor resistencia a la compresión, que reduzca la resistencia de la flexión asegurando un mejor funcionamiento del sistema de alcantarillado sanitario.
6. Se recomienda utilizar suelo A-2-4 como mejora en la base de las tuberías de alcantarillado, y en el relleno total de este mismo, debido a sus bajos niveles de plasticidad ya que esto garantizara mejor protección de la tubería.
7. Se recomienda instalar pozos de visita de concreto donde se tengan profundidades mayores a 3 metros.

VI. Bibliografía

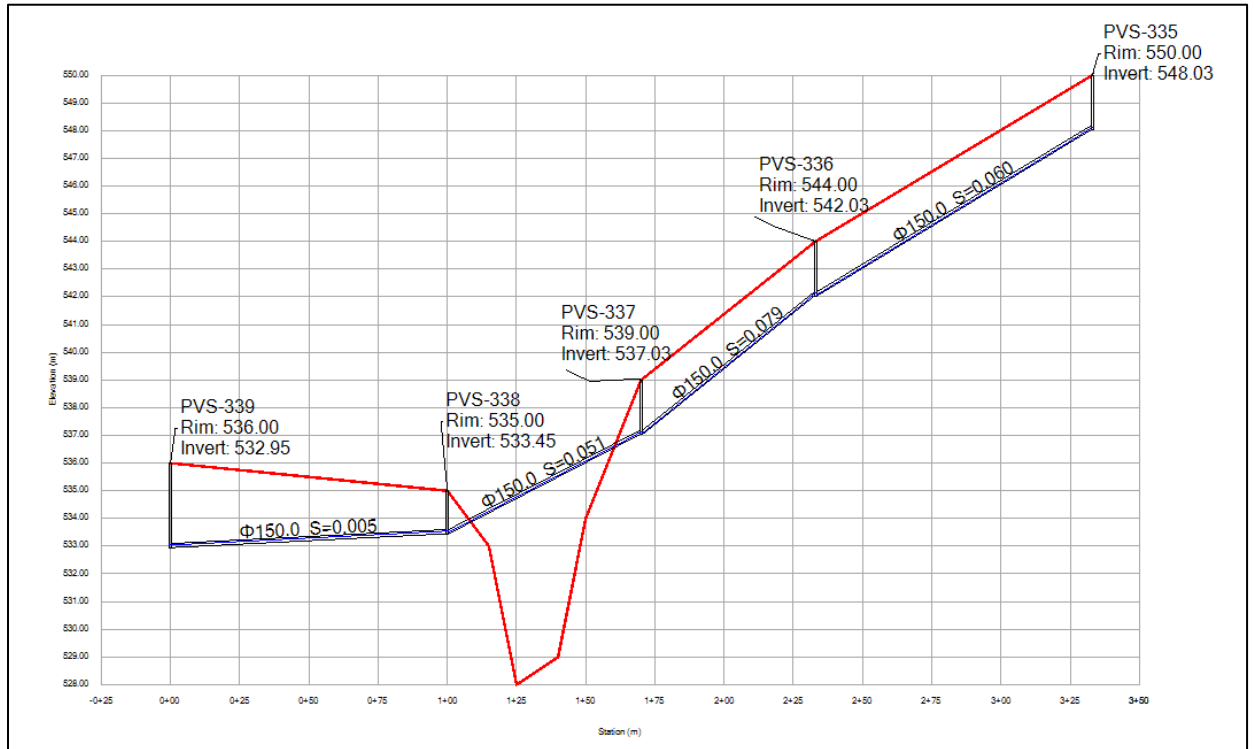
- Alcaldía Municipal de Diriamba. (2017). *Caracterización Socio-Económica del Municipio de Diriamba*.
- Ardón, E. L., Escobar, A. Y., & Morales, G. A. (2004). *Plan de ordenamiento urbano para la ciudad de Diriamba, 2003-2023*. Managua.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. (19 de Diciembre de 2006). Decreto 76-2006 Sistema de Evaluacion Ambiental. *Decreto 76-2006 Sistema de Evaluacion Ambiental*, pág. 14.
- ENACAL. (12 de Noviembre de 2020). *Exposición de la Jefa del Dpto.de Alcantarillado Sanitario de ENACAL-Managua , Ingeniera Loyda Mendieta sobre Tecnologías de Agua Potable*. Obtenido de <https://fb.watch/9jFRR1B4vX/>
- INAA. (1992). *Abastecimiento y Potabilización del Agua*. Managua.
- INAA. (1998). *Normas Técnicas de Diseño para pequeños acueductos*. Managua.
- INAA. (s.f.). *Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales*.
- INIDE. (2008). *Diriamba en cifras*. Managua.
- INIDE. (2015). *Anuario estadístico*. Managua.
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). (31 de Octubre de 1994). Evaluacion de impactos ambientales. *Evaluacion de impactos ambientales*, pág. 10.
- MINSA. (2017). Obtenido de [mapasalud.minsa.gob.ni: http://mapasalud.minsa.gob.ni/mapa-de-padecimientos-de-salud-municipio-de-diriamba-carazo/](http://mapasalud.minsa.gob.ni:mapa-de-padecimientos-de-salud-municipio-de-diriamba-carazo/)
- Salud), O. (. (2019 de Marzo de 29). ¿Sabes cuánta agua consumes? (C. N. Protegidas, Entrevistador)

United Nations. (2022). *United Nations*. Obtenido de
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>

United States Geological Survey. (2022). Obtenido de EarthExplorer:
<https://earthexplorer.usgs.gov/>

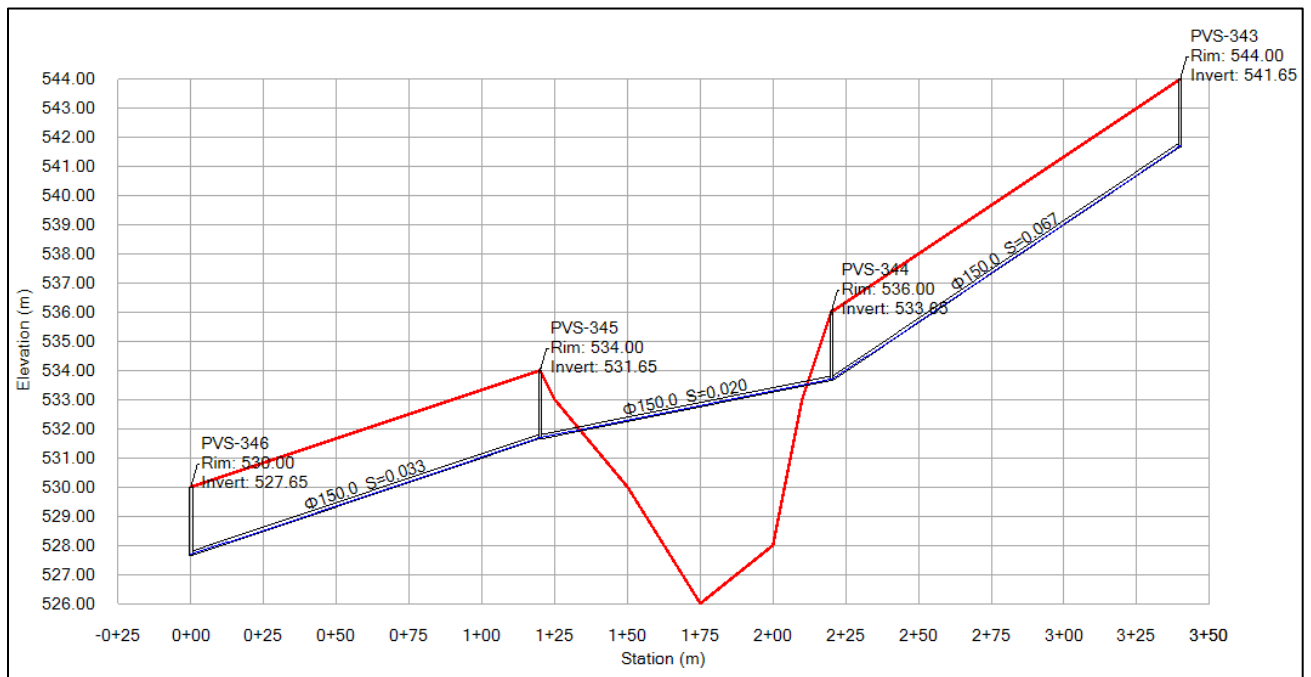
Anexos

Anexo 1. Perfil longitudinal de subcolector A



Nota. Perfil longitudinal obtenido del modelado en SewerCAD. Eje vertical aumentado 10 veces.

Anexo 2. Perfil longitudinal de subcolector B



Nota. Perfil longitudinal obtenido del modelado en SewerCAD. Eje vertical aumentado 10 veces.

Anexo 3. Oferta económica

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE DIRIAMBA, CARAZO					
UBICACIÓN: DIRIAMBA, DEPARTAMENTO DE CARAZO					
Etapas/Sub etapas	Descripción	U.M.	Cantidad	Costo Unitario [US\$]	Costo Total [US\$]
1	RED DE ALCANTARILLADO, DIRIAMBA				1,911,054.52
1.1	EXCAVACIÓN				335,320.82
1.1.2	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 1.51 a 2.00m	M³	17,696.23	11.13	196,959.01
1.1.3	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 2.01 a 2.50m	M³	3,701.90	13.60	50,345.84
1.1.4	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	M³	1,566.17	16.33	25,575.56
1.1.5	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	M³	945.53	21.24	20,083.06
1.1.6	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	M³	932.25	26.15	24,378.42
1.1.7	Excavación en suelo normal con equipo, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	M³	578.66	31.07	17,978.93
1.2	EXCAVACIÓN CLASIFICADA				
1.3.1	Relleno con material excavado y compactado en capaz de 15 cm	M³	25,420.74	11.63	295,643.20
1.5	COLECTORES PRINCIPALES				510,449.90
1.5.1	Tubería PVC F-949 de 150mm (6"), (Suministro e Instalación)	ML	23,196.26	17.16	398,047.82
1.5.2	Tubería PVC F-949 de 200mm (8"), (Suministro e Instalación)	ML	563.46	24.39	13,742.79
1.5.3	Tubería PVC F-949 de 250mm (10"), (Suministro e Instalación)	ML	611.94	33.34	20,402.08
1.5.4	Tubería PVC F-949 de 300mm (12"), (Suministro e Instalación)	ML	1,967.74	39.77	78,257.21

1.6	POZOS DE VISITA SENCILLOS				368,451.83
1.6.1	Pozos de visita de concreto prefabricado de 4000 psi, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad igual o inferior a 1.50m	C/U	6.00	1,695.03	10,170.18
1.6.2	Pozos de visita de concreto prefabricado de 4000 psi, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 1.51 a 2.50m	C/U	237.00	1,126.32	266,937.84
1.6.3	Pozos de visita de concreto prefabricado de 4000 PSI, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 2.51 a 3.50m	C/U	15.00	2,267.06	34,005.90
1.6.4	Pozos de visita de concreto prefabricado de 4000 PSI, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 3.51 a 4.50m	C/U	10.00	2,836.88	28,368.80
1.6.5	Pozos de visita de concreto prefabricado de 4000 PSI, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 4.51 a 5.50m	C/U	5.00	3,407.25	17,036.25
1.6.6	Pozos de visita de concreto prefabricado de 4000 PSI, tapa y aro de polietileno de media densidad y alta resistencia, no reciclable, rango de profundidad de 5.51 a 6.50m	C/U	3.00	3,977.62	11,932.86
1.10	REMOCIÓN Y RESTAURACIÓN DE SUPERFICIES				401,188.77
1.10.1	Remoción de base y carpeta de rodamiento asfáltica	M²	6,608.28	5.29	34,957.79
1.10.2	Restauración de base y carpeta de rodamiento asfáltica	M²	6,608.28	29.71	196,331.91
1.10.5	Remoción de carpeta de Rodamiento de Adoquín	M²	2,606.38	5.29	13,787.73
1.10.6	Restauración de carpeta de Rodamiento de Adoquín	M²	2,606.38	36.00	93,829.51
1.10.7	Remoción de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	M²	1,382.20	5.29	7,311.83
1.10.8	Restauración de acera, andenes, cunetas, pisos de cerámica (materiales varios)	M²	1,382.20	39.77	54,970.01

2	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				996,389.46
2.1	CANAL DE ENTRADA Y REJILLAS.				6,255.66
2.1.1	Construccion de canal de entrada y rejillas.	GBL	1.00	6,255.66	6,255.66
2.2	TANQUE IMMHOFF				101,329.64
2.2.1	Movimiento de Tierra en corte en terreno rocoso (Descapote, excavación, desalojo de material sobrante)	M³	1,056.56	18.26	19,292.79
2.2.2	Movimiento de Tierra en relleno con material del sitio (relleno y compactación)	M³	1,056.56	11.67	12,330.06
2.2.3	Caja de concreto reforzado para tanque IMMHOFF.	GLB	1.00	69,706.80	69,706.80
2.3	LECHOS DE SECADOS DE SECADO DE LODOS.				25,708.50
2.3.1	Movimiento de Tierra corte y excavacion estructural (Descapote, excavación, desalojo de material sobrante)	M³	210.00	4.50	945.00
2.3.2	Movimiento de Tierra (Relleno de 10 cm de espesor y proteccion con geotela NT 100.)	M³	21.00	13.50	283.50
2.3.3	Contruccion de lechos de secados (armado, colocado de acero, formaleta, mano de obra y concreto)	GLB	2.00	12,240.00	24,480.00
2.4	Biofiltros				857,583.30
2.4.1	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	M³	58,591.46	3.50	205,070.11
2.4.2	Mejoramiento de suelo con material de préstamo compactado al 95% de su densidad máxima	M³	4,181.63	15.28	63,895.31
2.4.3	Proteccion de geotextil a los talud y filtro granular en distintas granulometrias (ver plano).	GLB	2.00	294,308.94	588,617.88
2.5	Desarenador				5,512.36
2.5.1	Excavación, relleno y compactación para estructuras en cualquier tipo de suelo	M³	14.63	3.50	51.21
2.5.2	Mejoramiento de suelo con material de préstamo compactado al 95% de su densidad máxima	M³	1.15	15.28	17.57
2.5.3	Caja canal de concreto reforzado para desarenador	GLB	1.00	5,443.58	5,443.58
2.5.4	Bombas desarenadoras	GLB	2.00	3,853.00	7,706.00
	TOTAL DE VENTA SIN IMPUESTOS [US\$]				2,907,443.98
COSTO INDIRECTO (15%CD)					436,116.60
UTILIDADES (10% CD)					290,744.40
SUB TOTAL 1(CD+CI+UTILIDADES)					3,634,304.98
IMPUESTOS MUNICIPALES (ALMA 1% de ST1)					36,343.05
IVA (15% de ST1)					545,145.75
SUB-TOTAL 2(ST2=ST1+ALMA+IVA)					4,215,793.77
PRECIO DE VENTA TOTAL(US\$)					4,215,793.77

Anexo 4. Datos para estimación de caudales en atarjeas

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
1	64.73	25	32	0.13	0.00	0.13	43	4.33	3.00
2	62.33	32	39	0.11	0.13	0.23	79	4.27	3.00
3	72.94	39	47	0.13	0.23	0.36	122	4.22	3.00
4	67.06	46	47	0.21	0.36	0.57	192	4.15	3.00
5	65.98	47	55	0.11	0.57	0.68	228	4.13	3.00
6	67.04	39	38	0.19	0.00	0.19	64	4.29	3.00
7	63.38	31	38	0.22	0.00	0.22	76	4.27	3.00
8	72.11	38	46	0.27	0.41	0.69	231	4.12	3.00
9	64.25	45	46	0.19	0.00	0.19	64	4.29	3.00
10	66.29	46	54	0.23	0.88	1.11	374	4.04	3.00
11	67.67	53	54	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
12	65.17	54	55	0.20	1.32	1.52	512	3.97	3.00
13	61.74	55	63	0.11	2.19	2.30	776	3.87	3.00
14	62.19	120	95	0.10	0.00	0.10	33	4.35	3.00
15	56.14	95	79	0.07	0.10	0.16	56	4.30	3.00
16	47.96	80	79	0.17	0.00	0.17	57	4.30	3.00
17	83.27	79	64	0.16	0.33	0.49	167	4.18	3.00
18	66.89	65	64	0.22	0.00	0.22	74	4.28	3.00
19	65.99	64	63	0.11	0.71	0.82	276	4.09	3.00
20	67.68	63	62	0.19	3.12	3.31	1115	3.77	3.00
21	63.09	54	62	0.23	0.00	0.23	77	4.27	3.00
22	65.48	65	62	0.22	0.00	0.22	73	4.28	3.00
23	69.80	62	61	0.21	3.75	3.96	1335	3.72	3.00
24	63.65	53	61	0.22	0.00	0.22	76	4.27	3.00
25	66.34	61	66	0.22	4.18	4.41	1485	3.68	3.00
26	31.99	80	83	0.08	0.00	0.08	26	4.36	3.00
27	46.67	83	65	0.25	0.08	0.33	112	4.23	3.00
28	68.97	65	66	0.22	0.33	0.55	186	4.16	3.00
29	67.78	84	66	0.22	0.00	0.22	74	4.28	3.00
31	59.53	38	37	0.19	0.00	0.19	64	4.29	3.00
32	71.06	37	45	0.27	0.19	0.46	154	4.19	3.00
33	66.95	45	53	0.24	0.46	0.69	234	4.12	3.00
34	64.24	53	52	0.18	0.69	0.88	296	4.08	3.00
35	70.63	36	44	0.27	0.00	0.27	90	4.26	3.00
36	64.40	45	44	0.19	0.00	0.19	64	4.29	3.00
37	68.19	44	52	0.25	0.46	0.71	238	4.12	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
38	64.00	52	60	0.23	1.58	1.81	611	3.93	3.00
39	64.30	61	60	0.18	0.00	0.18	62	4.29	3.00
40	64.88	60	67	0.21	2.00	2.21	745	3.88	3.00
42	67.45	43	51	0.24	0.00	0.24	83	4.26	3.00
43	66.65	52	51	0.20	0.00	0.20	69	4.28	3.00
44	64.62	51	59	0.22	0.45	0.67	227	4.13	3.00
45	66.20	60	59	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
46	66.61	59	68	0.22	0.88	1.09	369	4.04	3.00
48	66.09	59	58	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
49	65.39	50	58	0.23	0.00	0.23	79	4.27	3.00
50	66.22	58	69	0.22	0.44	0.65	220	4.13	3.00
52	67.65	58	57	0.20	0.00	0.20	69	4.28	3.00
53	65.98	57	70	0.21	0.20	0.42	141	4.20	3.00
55	66.67	56	71	0.24	0.00	0.24	81	4.27	3.00
58	65.04	71	89	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
59	64.66	89	90	0.21	0.21	0.42	143	4.20	3.00
64	63.60	103	104	0.21	0.00	0.21	71	4.28	3.00
65	64.77	91	104	0.20	0.00	0.20	67	4.29	3.00
66	63.30	104	105	0.21	0.41	0.61	207	4.14	3.00
67	63.61	92	105	0.19	0.00	0.19	64	4.29	3.00
68	69.13	107	108	0.12	0.00	0.12	39	4.34	3.00
69	59.76	108	321	0.27	0.12	0.39	131	4.21	3.00
70	62.44	321	109	0.25	0.39	0.63	214	4.14	3.00
71	65.22	106	109	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
72	70.18	110	109	0.26	0.00	0.26	86	4.26	3.00
73	64.82	109	121	0.31	1.10	1.42	477	3.98	3.00
74	70.35	121	122	0.15	1.42	1.56	527	3.96	3.00
75	61.73	110	122	0.29	0.00	0.29	99	4.24	3.00
76	65.43	90	103	0.20	0.00	0.20	69	4.28	3.00
77	66.58	102	103	0.23	0.00	0.23	78	4.27	3.00
78	66.76	103	112	0.22	0.44	0.65	220	4.13	3.00
79	65.33	89	102	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
80	64.94	102	113	0.21	0.20	0.41	140	4.20	3.00
81	66.06	70	88	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
82	85.88	89	88	0.35	0.00	0.35	118	4.22	3.00
83	84.89	102	101	0.34	0.00	0.34	116	4.23	3.00
84	64.66	88	101	0.21	0.56	0.77	261	4.10	3.00
85	66.29	101	114	0.23	1.12	1.34	453	4.00	3.00
86	65.73	69	87	0.22	0.00	0.22	76	4.27	3.00
87	64.05	88	87	0.21	0.00	0.21	73	4.28	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
88	66.24	86	87	0.22	0.00	0.22	74	4.28	3.00
89	65.62	87	100	0.21	0.66	0.87	293	4.08	3.00
90	64.51	101	100	0.22	0.00	0.22	73	4.28	3.00
91	65.89	68	86	0.22	0.00	0.22	73	4.28	3.00
92	67.44	67	85	0.21	0.00	0.21	70	4.28	3.00
93	66.08	97	84	0.21	0.00	0.21	71	4.28	3.00
94	19.52	80	81	0.04	0.00	0.04	15	4.40	3.00
95	14.63	81	82	0.04	0.04	0.08	28	4.36	3.00
96	66.63	82	84	0.22	0.08	0.30	103	4.24	3.00
97	67.67	84	85	0.24	0.51	0.76	255	4.11	3.00
98	66.64	85	86	0.24	0.96	1.20	405	4.02	3.00
99	66.19	86	99	0.22	1.42	1.63	551	3.95	3.00
100	66.57	85	98	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
101	62.44	95	96	0.20	0.00	0.20	67	4.29	3.00
102	51.51	81	96	0.16	0.00	0.16	53	4.31	3.00
103	71.88	96	97	0.26	0.35	0.61	205	4.14	3.00
104	69.86	97	98	0.25	0.61	0.86	290	4.08	3.00
105	64.88	98	99	0.23	1.06	1.29	435	4.00	3.00
106	66.38	99	100	0.22	2.92	3.14	1060	3.78	3.00
107	67.45	100	115	0.23	4.23	4.46	1503	3.68	3.00
108	70.88	119	118	0.25	0.00	0.25	84	4.26	3.00
109	64.86	97	118	0.20	0.00	0.20	67	4.29	3.00
110	72.11	118	117	0.27	0.45	0.72	243	4.12	3.00
111	65.54	98	117	0.21	0.00	0.21	71	4.28	3.00
112	63.07	117	116	0.18	0.93	1.11	375	4.04	3.00
113	65.47	99	116	0.24	0.00	0.24	80	4.27	3.00
114	67.62	116	115	0.21	1.35	1.56	524	3.96	3.00
115	64.28	96	119	0.20	0.00	0.20	67	4.29	3.00
116	63.54	120	119	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
117	74.69	119	129	0.29	0.40	0.69	232	4.12	3.00
118	76.64	120	130	0.12	0.00	0.12	43	4.33	3.00
119	63.51	130	129	0.21	0.12	0.34	114	4.23	3.00
120	84.93	137	129	0.34	0.00	0.34	114	4.23	3.00
121	69.82	129	128	0.24	1.36	1.61	541	3.96	3.00
122	78.65	136	128	0.29	0.00	0.29	100	4.24	3.00
123	72.57	118	128	0.26	0.00	0.26	89	4.26	3.00
124	70.15	128	127	0.24	2.16	2.40	808	3.86	3.00
125	70.07	135	127	0.25	0.00	0.25	85	4.26	3.00
126	71.37	117	127	0.26	0.00	0.26	89	4.26	3.00
127	65.59	127	126	0.21	2.91	3.13	1053	3.79	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
128	64.42	134	126	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
129	69.58	116	126	0.25	0.00	0.25	83	4.26	3.00
130	67.65	126	125	0.23	3.58	3.81	1285	3.73	3.00
131	60.41	133	125	0.18	0.00	0.18	62	4.29	3.00
132	66.00	125	115	0.22	3.99	4.21	1419	3.70	3.00
134	65.05	124	114	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
136	62.89	125	124	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
137	56.30	132	124	0.15	0.00	0.15	50	4.31	3.00
138	85.56	124	123	0.30	0.35	0.65	220	4.13	3.00
139	68.43	137	136	0.23	0.00	0.23	78	4.27	3.00
140	73.10	136	135	0.25	0.23	0.48	161	4.18	3.00
141	64.34	135	134	0.20	0.48	0.67	227	4.13	3.00
142	84.57	142	134	0.37	0.00	0.37	127	4.21	3.00
143	68.46	134	133	0.23	1.05	1.27	429	4.01	3.00
144	78.70	141	133	0.32	0.00	0.32	108	4.23	3.00
145	62.48	133	132	0.18	1.59	1.78	599	3.93	3.00
146	74.77	140	132	0.30	0.00	0.30	102	4.24	3.00
147	84.70	132	131	0.34	2.08	2.42	816	3.86	3.00
148	90.54	130	138	0.17	0.00	0.17	59	4.30	3.00
149	99.32	138	146	0.22	0.17	0.39	132	4.21	3.00
150	63.71	146	145	0.09	0.39	0.48	162	4.18	3.00
151	63.28	138	137	0.19	0.00	0.19	64	4.29	3.00
152	95.13	137	145	0.43	0.19	0.62	209	4.14	3.00
153	67.67	145	144	0.10	1.10	1.20	405	4.02	3.00
154	91.43	136	144	0.42	0.00	0.42	141	4.20	3.00
155	75.97	144	143	0.14	1.62	1.75	592	3.94	3.00
156	87.63	135	143	0.40	0.00	0.40	134	4.21	3.00
157	62.22	143	142	0.08	2.15	2.23	752	3.88	3.00
158	70.28	142	141	0.09	2.23	2.32	783	3.87	3.00
159	61.79	141	140	0.10	2.32	2.43	818	3.85	3.00
160	85.49	140	139	0.18	2.43	2.60	878	3.84	3.00
161	69.55	139	131	0.24	2.60	2.85	959	3.81	3.00
162	51.50	131	123	0.08	5.27	5.35	1803	3.62	3.00
163	62.89	123	113	0.10	6.00	6.10	2056	3.58	3.00
165	64.15	112	111	0.31	19.60	19.91	6707	3.12	3.00
166	64.92	104	111	0.21	0.00	0.21	73	4.28	3.00
173	71.00	93	297	0.19	0.00	0.19	63	4.29	3.00
174	71.00	297	94	0.18	0.19	0.36	123	4.22	3.00
A01	72.20	131	210	0.14	0.00	0.14	48	4.32	3.00
A02	75.87	139	212	0.14	0.00	0.14	48	4.32	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
A03	27.12	210	211	0.15	0.14	0.29	97	4.25	3.00
A04	39.65	211	212	0.05	0.00	0.05	16	4.39	3.00
A05	42.80	211	215	0.11	0.29	0.40	134	4.21	3.00
A06	50.72	212	213	0.05	0.19	0.23	80	4.27	3.00
A07	73.81	213	218	0.06	0.23	0.29	99	4.24	3.00
A08	34.25	218	217	0.09	0.00	0.09	30	4.35	3.00
A09	26.35	213	214	0.05	0.00	0.05	18	4.39	3.00
A10	17.01	214	215	0.05	0.00	0.05	17	4.39	3.00
A11	48.69	215	216	0.03	0.44	0.47	159	4.18	3.00
A12	78.90	214	217	0.04	0.05	0.09	30	4.35	3.00
A13	34.09	216	217	0.14	0.47	0.61	205	4.14	3.00
A14	43.44	217	223	0.03	2.55	2.58	869	3.84	3.00
A15	15.23	223	22	0.01	2.58	2.59	873	3.84	3.00
A16	16.11	219	218	0.01	0.00	0.01	4	4.45	3.00
A17	38.15	218	222	0.07	0.01	0.08	27	4.36	3.00
A18	42.98	221	221	0.04	2.67	2.71	913	3.83	3.00
A19	18.25	221	220	0.01	2.71	2.72	917	3.82	3.00
A20	16.04	220	258	0.02	2.84	2.86	963	3.81	3.00
A21	18.19	259	219	0.01	0.00	0.01	3	4.45	3.00
A22	85.28	219	220	0.11	0.01	0.12	42	4.33	3.00
A23	18.76	259	262	0.02	0.00	0.02	8	4.42	3.00
A24	69.12	262	258	0.03	0.02	0.05	18	4.39	3.00
A25	28.67	258	260	0.03	2.91	2.93	989	3.80	3.00
A26	88.02	260	225	0.12	3.16	3.28	1106	3.77	3.00
A27	50.56	225	228	0.11	3.28	3.40	1144	3.76	3.00
A28	51.48	260	263	0.23	0.00	0.23	78	4.27	3.00
A29	83.04	263	264	0.47	0.00	0.47	159	4.18	3.00
A30	40.97	264	228	0.08	0.47	0.56	188	4.16	3.00
A31	73.96	228	233	0.17	3.95	4.12	1390	3.70	3.00
A32	45.99	233	234	0.05	4.12	4.17	1407	3.70	3.00
A33	44.08	225	226	0.04	0.00	0.04	13	4.40	3.00
A34	64.09	226	229	0.21	0.04	0.24	82	4.27	3.00
A35	42.22	228	229	0.09	0.00	0.09	30	4.35	3.00
A36	51.08	230	229	0.13	0.00	0.13	43	4.33	3.00
A37	68.74	229	234	0.23	0.46	0.68	230	4.13	3.00
A38	17.55	234	235	0.02	4.86	4.88	1643	3.65	3.00
A39	51.99	226	227	0.06	0.00	0.06	22	4.37	3.00
A40	72.75	227	230	0.11	0.06	0.18	60	4.30	3.00
A41	49.08	231	230	0.06	0.00	0.06	21	4.38	3.00
A42	65.21	230	236	0.20	0.24	0.44	148	4.19	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
A43	11.37	237	236	0.02	0.00	0.02	8	4.42	3.00
A44	32.44	236	235	0.07	0.46	0.53	179	4.17	3.00
A45	52.29	235	242	0.06	5.41	5.47	1843	3.61	3.00
A46	35.73	242	243	0.03	5.47	5.50	1854	3.61	3.00
A47	35.62	238	237	0.07	0.00	0.07	24	4.37	3.00
A48	51.13	237	243	0.12	0.07	0.19	65	4.29	3.00
A49	37.74	243	244	0.03	5.70	5.73	1929	3.60	3.00
A50	51.23	238	244	0.12	0.00	0.12	42	4.33	3.00
A51	47.29	244	245	0.11	5.85	5.96	2007	3.58	3.00
A52	44.05	231	232	0.05	0.00	0.05	16	4.39	3.00
A53	62.52	231	238	0.18	0.00	0.18	61	4.30	3.00
A54	58.54	232	239	0.09	0.05	0.14	46	4.32	3.00
A55	47.50	238	239	0.11	0.18	0.29	99	4.24	3.00
A56	51.75	239	245	0.13	0.43	0.56	188	4.16	3.00
A57	46.44	250	245	0.11	0.00	0.11	39	4.34	3.00
A58	46.81	245	246	0.11	6.63	6.73	2268	3.54	3.00
A59	44.81	239	240	0.05	0.00	0.05	18	4.39	3.00
A60	44.49	241	240	0.05	0.00	0.05	19	4.38	3.00
A61	50.69	240	246	0.12	0.10	0.23	78	4.27	3.00
A62	47.37	246	251	0.11	7.01	7.12	2398	3.52	3.00
A63	48.50	250	251	0.11	0.00	0.11	37	4.34	3.00
A64	24.55	248	247	0.05	0.00	0.05	17	4.39	3.00
A65	24.65	247	246	0.05	0.00	0.05	17	4.39	3.00
A66	47.85	247	252	0.08	0.05	0.13	46	4.32	3.00
A67	50.92	241	248	0.06	0.00	0.06	20	4.38	3.00
A68	47.96	248	253	0.05	0.06	0.11	36	4.34	3.00
A69	24.73	253	252	0.02	0.11	0.12	41	4.33	3.00
A70	27.86	252	251	0.02	0.26	0.27	93	4.25	3.00
A71	46.96	251	256	0.07	7.50	7.57	2550	3.50	3.00
A72	45.56	244	249	0.05	0.00	0.05	18	4.39	3.00
A73	46.45	250	249	0.10	0.00	0.10	34	4.35	3.00
A74	50.06	249	254	0.06	0.15	0.21	71	4.28	3.00
A75	45.29	254	255	0.06	0.21	0.27	90	4.26	3.00
A76	47.85	250	255	0.11	0.00	0.11	39	4.34	3.00
A77	50.26	255	256	0.11	0.38	0.49	167	4.18	3.00
A78	50.15	256	258	0.08	8.06	8.14	2743	3.48	3.00
A79	47.26	255	257	0.05	0.00	0.05	18	4.39	3.00
A80	53.00	257	258	0.27	0.05	0.32	108	4.23	3.00
B01	29.07	265	266	0.20	0.00	0.20	68	4.29	3.00
B02	66.39	329	266	0.54	0.00	0.54	182	4.16	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
B03	34.18	266	268	0.12	0.74	0.86	289	4.09	3.00
B04	101.92	267	268	0.31	0.00	0.31	105	4.24	3.00
B05	32.97	268	269	0.17	1.17	1.33	449	4.00	3.00
B06	54.87	269	272	0.21	1.33	1.54	520	3.97	3.00
B07	63.21	267	270	0.08	0.00	0.08	29	4.36	3.00
B08	97.54	269	270	0.37	0.00	0.37	125	4.22	3.00
B09	56.38	270	271	0.08	0.45	0.53	180	4.16	3.00
B10	59.68	271	274	0.09	0.53	0.62	210	4.14	3.00
B11	97.53	274	275	0.20	0.62	0.83	278	4.09	3.00
B12	60.60	275	272	0.09	0.83	0.92	310	4.07	3.00
B13	98.43	271	272	0.38	0.00	0.38	130	4.21	3.00
1.01	93.40	3	2	0.44	0.00	0.44	150	4.19	3.00
1.02	78.37	2	4	0.40	0.44	0.84	283	4.09	3.00
1.03	74.96	4	7	0.32	0.84	1.16	392	4.03	3.00
1.04	41.57	8	7	0.29	0.00	0.29	98	4.25	3.00
1.05	52.93	7	298	0.17	1.45	1.63	548	3.95	3.00
1.06	52.04	2	295	0.07	0.00	0.07	23	4.37	3.00
1.07	72.27	295	296	0.40	0.07	0.47	159	4.18	3.00
1.08	72.27	296	298	0.41	0.47	0.88	296	4.08	3.00
1.09	65.58	298.1	6	0.28	2.50	2.78	937	3.82	3.00
1.1	57.72	6	300	0.22	2.78	3.00	1011	3.80	3.00
1.11	50.89	313	300	0.19	0.00	0.19	66	4.29	3.00
1.12	73.97	300	11	0.25	3.20	3.44	1160	3.76	3.00
1.13	63.35	301	313	0.24	0.00	0.24	80	4.27	3.00
1.14	66.71	313	303	0.22	0.24	0.45	153	4.19	3.00
1.15	59.35	12	303	0.20	0.00	0.20	67	4.29	3.00
1.16	49.36	303	11	0.18	0.65	0.83	280	4.09	3.00
1.17	49.22	11	305	0.17	4.27	4.45	1498	3.68	3.00
1.18	80.40	305	18	0.29	4.45	4.74	1596	3.66	3.00
1.19	47.91	17	18	0.15	0.00	0.12	42	4.33	3.00
1.2	28.90	18	19	0.09	4.86	4.95	1668	3.65	3.00
1.21	58.15	7	301	0.17	0.00	0.17	59	4.30	3.00
1.22	58.15	301	12	0.18	0.17	0.35	119	4.22	3.00
1.23	45.53	13	12	0.18	0.00	0.18	62	4.29	3.00
1.24	48.39	12	314	0.12	0.53	0.66	223	4.13	3.00
1.25	50.03	314	16	0.26	0.66	0.92	310	4.07	3.00
1.26	80.75	16	20	0.38	0.92	1.30	438	4.00	3.00
1.27	50.36	21	20	0.20	0.00	0.20	69	4.28	3.00
1.28	13.65	20	19	0.03	1.50	1.54	518	3.97	3.00
1.29	67.91	19	309	0.37	6.49	6.86	2309	3.54	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
1.3	67.91	309	27	0.36	6.86	7.21	2429	3.52	3.00
2.01	54.79	295	315	0.15	0.00	0.15	51	4.31	3.00
2.02	54.79	315	1	0.15	0.15	0.30	102	4.24	3.00
2.03	63.19	1	297	0.22	0.30	0.52	176	4.17	3.00
2.04	63.19	297.1	5	0.21	0.52	0.74	248	4.11	3.00
2.05	49.91	6	5	0.18	0.00	0.18	62	4.29	3.00
2.06	69.14	5	299	0.13	0.92	1.04	352	4.05	3.00
2.07	69.14	299	10	0.14	1.04	1.18	398	4.02	3.00
2.08	51.33	11	10	0.13	0.00	0.13	45	4.32	3.00
2.09	60.39	10	304	0.12	1.31	1.43	482	3.98	3.00
2.1	60.39	304	17	0.10	1.43	1.54	518	3.97	3.00
2.11	75.65	17	308	0.20	1.54	1.74	587	3.94	3.00
2.12	75.65	308	26	0.20	1.74	1.94	654	3.91	3.00
3.01	55.26	8	302	0.29	0.00	0.29	98	4.25	3.00
3.02	55.32	302	13	0.20	0.29	0.49	165	4.18	3.00
3.03	23.37	13	14	0.07	0.49	0.56	188	4.16	3.00
3.04	72.31	23	307	0.15	0.00	0.15	50	4.31	3.00
3.05	72.50	307	15	0.17	0.15	0.32	108	4.23	3.00
3.06	54.62	9	15	0.20	0.00	0.20	69	4.28	3.00
3.07	65.89	15	14	0.21	0.52	0.73	248	4.11	3.00
3.08	68.10	14	306	0.37	1.29	1.66	560	3.95	3.00
3.09	68.10	306	22	0.39	1.66	2.05	691	3.90	3.00
3.1	47.95	25	24	0.06	0.00	0.06	20	4.38	3.00
3.11	83.89	24	23	0.18	0.06	0.23	79	4.27	3.00
3.12	63.21	23	22	0.20	0.23	0.43	146	4.19	3.00
3.13	71.98	22	21	0.33	2.48	2.82	949	3.81	3.00
3.14	61.83	21	310	0.28	2.82	3.09	1042	3.79	3.00
3.15	61.83	310	28	0.30	3.09	3.39	1142	3.76	3.00
3.16	79.47	24	31	0.29	0.00	0.29	99	4.24	3.00
3.17	66.26	32	31	0.22	0.00	0.22	75	4.28	3.00
3.18	64.87	31	30	0.21	0.51	0.73	245	4.11	3.00
3.19	48.00	23	312	0.22	0.00	0.22	73	4.28	3.00
3.2	48.00	312	30	0.20	0.22	0.41	139	4.20	3.00
3.21	63.52	37	30	0.22	0.00	0.22	75	4.28	3.00
3.22	62.99	30	29	0.20	1.36	1.56	525	3.96	3.00
3.23	54.45	311	22	0.26	0.00	0.26	87	4.26	3.00
3.24	54.45	311	29	0.25	0.26	0.51	173	4.17	3.00
3.25	62.92	37	36	0.18	0.00	0.18	63	4.29	3.00
3.26	65.81	36	29	0.24	0.18	0.42	143	4.20	3.00
3.27	69.92	29	28	0.24	2.49	2.74	923	3.82	3.00

Tub No	Long m	TRAMO		Área (Ha)			Pobl Hab	Factor de Harmon	
		PV e	PV s	Propia	Tribut	Acum		Calc	Utiliz
3.28	68.45	35	28	0.26	0.00	0.26	88	4.26	3.00
3.29	62.28	28	27	0.20	6.39	6.58	2217	3.55	3.00
3.3	69.61	36	35	0.21	0.00	0.21	70	4.28	3.00
3.31	63.75	35	34	0.20	0.21	0.41	139	4.20	3.00
3.32	71.91	34	27	0.25	0.41	0.66	223	4.13	3.00
3.33	74.01	27	26	0.27	14.45	14.72	4960	3.25	3.00
3.35	72.43	34	33	0.25	0.67	0.91	308	4.07	3.00
3.37	69.66	35	43	0.26	0.00	0.26	88	4.26	3.00
3.38	68.19	44	43	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
3.39	65.22	43	42	0.20	0.47	0.67	225	4.13	3.00
3.4	68.99	42	34	0.25	0.00	0.25	86	4.26	3.00
3.41	67.01	50	42	0.25	0.00	0.25	83	4.26	3.00
3.42	70.32	42	41	0.23	1.17	1.40	471	3.99	3.00
3.43	66.39	49	41	0.25	0.00	0.25	84	4.26	3.00
3.46	66.09	51	50	0.20	0.00	0.20	69	4.28	3.00
3.47	68.94	50	49	0.21	0.20	0.41	138	4.20	3.00
3.48	65.58	57	49	0.23	0.00	0.23	79	4.27	3.00
3.49	86.56	49	48	0.36	0.64	1.00	337	4.06	3.00
3.5	65.69	56	48	0.21	0.00	0.21	71	4.28	3.00
3.55	86.25	57	56	0.35	0.00	0.35	119	4.22	3.00
3.56	59.41	56	78	0.18	0.35	0.53	180	4.16	3.00
3.57	66.65	72	78	0.21	0.00	0.21	72	4.28	3.00
3.6	63.71	72	73	0.24	0.00	0.24	80	4.27	3.00
3.61	63.54	91	73	0.19	0.00	0.19	63	4.29	3.00
3.62	62.14	73	74	0.25	0.42	0.68	228	4.13	3.00
3.63	61.59	92	74	0.18	0.00	0.18	62	4.29	3.00
3.64	63.90	74	77	0.23	0.86	1.09	368	4.04	3.00
3.67	59.46	74	75	0.17	0.00	0.17	58	4.30	3.00
75.A13	64.08	122	217	0.00	1.85	1.85	625	3.92	3.00

Anexo 5. Cálculo de caudales en atarjeas

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
1	0.052	0.010	0.004	0.004	0.155	0.002	1.500
2	0.095	0.019	0.007	0.007	0.285	0.004	1.500
3	0.147	0.029	0.010	0.010	0.441	0.007	1.500
4	0.231	0.046	0.016	0.016	0.693	0.009	1.500
5	0.274	0.055	0.019	0.019	0.823	0.011	1.500
6	0.077	0.015	0.005	0.005	0.231	0.002	1.500
7	0.091	0.018	0.006	0.006	0.274	0.002	1.500
8	0.278	0.056	0.019	0.019	0.834	0.007	1.500
9	0.077	0.015	0.005	0.005	0.231	0.002	1.500
10	0.450	0.090	0.032	0.032	1.351	0.011	1.500
11	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
12	0.616	0.123	0.043	0.043	1.849	0.016	1.951
13	0.934	0.187	0.065	0.065	2.802	0.029	2.962
14	0.040	0.008	0.003	0.003	0.119	0.002	1.500
15	0.067	0.013	0.005	0.005	0.202	0.004	1.500
16	0.069	0.014	0.005	0.005	0.206	0.002	1.500
17	0.201	0.040	0.014	0.014	0.603	0.008	1.500
18	0.089	0.018	0.006	0.006	0.267	0.002	1.500
19	0.332	0.066	0.023	0.023	0.997	0.013	1.500
20	1.342	0.268	0.094	0.094	4.026	0.044	4.258
21	0.093	0.019	0.006	0.006	0.278	0.002	1.500
22	0.088	0.018	0.006	0.006	0.264	0.002	1.500
23	1.607	0.321	0.112	0.112	4.821	0.050	5.096
24	0.091	0.018	0.006	0.006	0.274	0.002	1.500
25	1.788	0.358	0.125	0.125	5.363	0.055	5.667
26	0.031	0.006	0.002	0.002	0.094	0.001	1.500
27	0.135	0.027	0.009	0.009	0.404	0.003	1.500
28	0.224	0.045	0.016	0.016	0.672	0.005	1.500
29	0.089	0.018	0.006	0.006	0.267	0.002	1.500
31	0.077	0.015	0.005	0.005	0.231	0.002	1.500
32	0.185	0.037	0.013	0.013	0.556	0.004	1.500
33	0.282	0.056	0.020	0.020	0.845	0.007	1.500
34	0.356	0.071	0.025	0.025	1.069	0.009	1.500
35	0.108	0.022	0.008	0.008	0.325	0.002	1.500
36	0.077	0.015	0.005	0.005	0.231	0.002	1.500
37	0.286	0.057	0.020	0.020	0.859	0.007	1.500
38	0.735	0.147	0.051	0.051	2.206	0.018	2.327
39	0.075	0.015	0.005	0.005	0.224	0.002	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
40	0.897	0.179	0.063	0.063	2.690	0.022	2.838
42	0.100	0.020	0.007	0.007	0.300	0.002	1.500
43	0.083	0.017	0.006	0.006	0.249	0.002	1.500
44	0.273	0.055	0.019	0.019	0.820	0.007	1.500
45	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.002	1.500
46	0.444	0.089	0.031	0.031	1.333	0.011	1.500
48	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.002	1.500
49	0.095	0.019	0.007	0.007	0.285	0.002	1.500
50	0.265	0.053	0.019	0.019	0.794	0.007	1.500
52	0.083	0.017	0.006	0.006	0.249	0.002	1.500
53	0.170	0.034	0.012	0.012	0.509	0.004	1.500
55	0.098	0.020	0.007	0.007	0.293	0.002	1.500
58	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
59	0.172	0.034	0.012	0.012	0.516	0.004	1.500
64	0.085	0.017	0.006	0.006	0.256	0.002	1.500
65	0.081	0.016	0.006	0.006	0.242	0.002	1.500
66	0.249	0.050	0.017	0.017	0.748	0.006	1.500
67	0.077	0.015	0.005	0.005	0.231	0.002	1.500
68	0.047	0.009	0.003	0.003	0.141	0.002	1.500
69	0.158	0.032	0.011	0.011	0.473	0.004	1.500
70	0.258	0.052	0.018	0.018	0.773	0.006	1.500
71	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
72	0.104	0.021	0.007	0.007	0.311	0.002	1.500
73	0.574	0.115	0.040	0.040	1.723	0.013	1.816
74	0.634	0.127	0.044	0.044	1.903	0.015	2.007
75	0.119	0.024	0.008	0.008	0.358	0.002	1.500
76	0.083	0.017	0.006	0.006	0.249	0.002	1.500
77	0.094	0.019	0.007	0.007	0.282	0.002	1.500
78	0.265	0.053	0.019	0.019	0.794	0.007	1.500
79	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.002	1.500
80	0.169	0.034	0.012	0.012	0.506	0.004	1.500
81	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
82	0.142	0.028	0.010	0.010	0.426	0.003	1.500
83	0.140	0.028	0.010	0.010	0.419	0.003	1.500
84	0.314	0.063	0.022	0.022	0.943	0.007	1.500
85	0.545	0.109	0.038	0.038	1.636	0.012	1.724
86	0.091	0.018	0.006	0.006	0.274	0.002	1.500
87	0.088	0.018	0.006	0.006	0.264	0.002	1.500
88	0.089	0.018	0.006	0.006	0.267	0.002	1.500
89	0.353	0.071	0.025	0.025	1.058	0.009	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
90	0.088	0.018	0.006	0.006	0.264	0.002	1.500
91	0.088	0.018	0.006	0.006	0.264	0.002	1.500
92	0.084	0.017	0.006	0.006	0.253	0.002	1.500
93	0.085	0.017	0.006	0.006	0.256	0.002	1.500
94	0.018	0.004	0.001	0.001	0.054	0.001	1.500
95	0.034	0.007	0.002	0.002	0.101	0.001	1.500
96	0.124	0.025	0.009	0.009	0.372	0.003	1.500
97	0.307	0.061	0.021	0.021	0.921	0.008	1.500
98	0.488	0.098	0.034	0.034	1.463	0.012	1.543
99	0.663	0.133	0.046	0.046	1.990	0.017	2.099
100	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.002	1.500
101	0.081	0.016	0.006	0.006	0.242	0.002	1.500
102	0.064	0.013	0.004	0.004	0.191	0.002	1.500
103	0.247	0.049	0.017	0.017	0.740	0.006	1.500
104	0.349	0.070	0.024	0.024	1.047	0.009	1.500
105	0.524	0.105	0.037	0.037	1.571	0.013	1.657
106	1.276	0.255	0.089	0.089	3.828	0.032	4.038
107	1.809	0.362	0.127	0.127	5.428	0.045	5.726
108	0.101	0.020	0.007	0.007	0.303	0.002	1.500
109	0.081	0.016	0.006	0.006	0.242	0.002	1.500
110	0.293	0.059	0.020	0.020	0.878	0.007	1.500
111	0.085	0.017	0.006	0.006	0.256	0.002	1.500
112	0.451	0.090	0.032	0.032	1.354	0.011	1.500
113	0.096	0.019	0.007	0.007	0.289	0.002	1.500
114	0.631	0.126	0.044	0.044	1.892	0.016	1.996
115	0.081	0.016	0.006	0.006	0.242	0.002	1.500
116	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.002	1.500
117	0.279	0.056	0.020	0.020	0.838	0.007	1.500
118	0.052	0.010	0.004	0.004	0.155	0.003	1.500
119	0.137	0.027	0.010	0.010	0.412	0.005	1.500
120	0.137	0.027	0.010	0.010	0.412	0.003	1.500
121	0.651	0.130	0.046	0.046	1.954	0.017	2.061
122	0.120	0.024	0.008	0.008	0.361	0.003	1.500
123	0.107	0.021	0.007	0.007	0.321	0.002	1.500
124	0.973	0.195	0.068	0.068	2.918	0.024	3.078
125	0.102	0.020	0.007	0.007	0.307	0.002	1.500
126	0.107	0.021	0.007	0.007	0.321	0.002	1.500
127	1.268	0.254	0.089	0.089	3.803	0.031	4.011
128	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
129	0.100	0.020	0.007	0.007	0.300	0.002	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
130	1.547	0.309	0.108	0.108	4.640	0.038	4.894
131	0.075	0.015	0.005	0.005	0.224	0.002	1.500
132	1.708	0.342	0.120	0.120	5.124	0.042	5.405
134	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
136	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.002	1.500
137	0.060	0.012	0.004	0.004	0.181	0.002	1.500
138	0.265	0.053	0.019	0.019	0.794	0.007	1.500
139	0.094	0.019	0.007	0.007	0.282	0.002	1.500
140	0.194	0.039	0.014	0.014	0.581	0.005	1.500
141	0.273	0.055	0.019	0.019	0.820	0.007	1.500
142	0.153	0.031	0.011	0.011	0.459	0.003	1.500
143	0.516	0.103	0.036	0.036	1.549	0.012	1.633
144	0.130	0.026	0.009	0.009	0.390	0.003	1.500
145	0.721	0.144	0.050	0.050	2.163	0.017	2.281
146	0.123	0.025	0.009	0.009	0.368	0.002	1.500
147	0.982	0.196	0.069	0.069	2.947	0.022	3.106
148	0.071	0.014	0.005	0.005	0.213	0.003	1.500
149	0.159	0.032	0.011	0.011	0.477	0.006	1.500
150	0.195	0.039	0.014	0.014	0.585	0.008	1.500
151	0.077	0.015	0.005	0.005	0.231	0.002	1.500
152	0.252	0.050	0.018	0.018	0.755	0.005	1.500
153	0.488	0.098	0.034	0.034	1.463	0.016	1.547
154	0.170	0.034	0.012	0.012	0.509	0.003	1.500
155	0.713	0.143	0.050	0.050	2.138	0.022	2.259
156	0.161	0.032	0.011	0.011	0.484	0.003	1.500
157	0.905	0.181	0.063	0.063	2.716	0.027	2.869
158	0.943	0.189	0.066	0.066	2.828	0.029	2.988
159	0.985	0.197	0.069	0.069	2.954	0.031	3.123
160	1.057	0.211	0.074	0.074	3.171	0.034	3.352
161	1.154	0.231	0.081	0.081	3.463	0.036	3.661
162	2.170	0.434	0.152	0.152	6.511	0.060	6.875
163	2.475	0.495	0.173	0.173	7.424	0.069	7.840
165	8.073	1.615	0.565	0.565	24.220	0.207	25.557
166	0.088	0.018	0.006	0.006	0.264	0.002	1.500
173	0.076	0.015	0.005	0.005	0.228	0.473	1.500
174	0.148	0.030	0.010	0.010	0.444	0.477	1.500
A01	0.058	0.012	0.004	0.004	0.173	0.002	1.500
A02	0.058	0.012	0.004	0.004	0.173	0.003	1.500
A03	0.117	0.023	0.008	0.008	0.350	0.003	1.500
A04	0.019	0.004	0.001	0.001	0.058	0.001	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
A05	0.161	0.032	0.011	0.011	0.484	0.005	1.500
A06	0.096	0.019	0.007	0.007	0.289	0.006	1.500
A07	0.119	0.024	0.008	0.008	0.358	0.008	1.500
A08	0.036	0.007	0.003	0.003	0.108	0.001	1.500
A09	0.022	0.004	0.002	0.002	0.065	0.001	1.500
A10	0.020	0.004	0.001	0.001	0.061	0.001	1.500
A11	0.191	0.038	0.013	0.013	0.574	0.007	1.500
A12	0.036	0.007	0.003	0.003	0.108	0.004	1.500
A13	0.247	0.049	0.017	0.017	0.740	0.008	1.500
A14	1.046	0.209	0.073	0.073	3.138	0.030	3.315
A15	1.051	0.210	0.074	0.074	3.153	0.031	3.330
A16	0.005	0.001	0.000	0.000	0.014	0.001	1.500
A17	0.033	0.007	0.002	0.002	0.098	0.002	1.500
A18	1.099	0.220	0.077	0.077	3.297	0.034	3.485
A19	1.104	0.221	0.077	0.077	3.311	0.035	3.501
A20	1.159	0.232	0.081	0.081	3.478	0.039	3.678
A21	0.004	0.001	0.000	0.000	0.011	0.001	1.500
A22	0.051	0.010	0.004	0.004	0.152	0.003	1.500
A23	0.010	0.002	0.001	0.001	0.029	0.001	1.500
A24	0.022	0.004	0.002	0.002	0.065	0.003	1.500
A25	1.190	0.238	0.083	0.083	3.571	0.042	3.781
A26	1.331	0.266	0.093	0.093	3.994	0.084	4.264
A27	1.377	0.275	0.096	0.096	4.131	0.086	4.410
A28	0.094	0.019	0.007	0.007	0.282	0.002	1.500
A29	0.191	0.038	0.013	0.013	0.574	0.003	1.500
A30	0.226	0.045	0.016	0.016	0.679	0.004	1.500
A31	1.673	0.335	0.117	0.117	5.019	0.092	5.346
A32	1.694	0.339	0.119	0.119	5.081	0.094	5.412
A33	0.016	0.003	0.001	0.001	0.047	0.001	1.500
A34	0.099	0.020	0.007	0.007	0.296	0.004	1.500
A35	0.036	0.007	0.003	0.003	0.108	0.001	1.500
A36	0.052	0.010	0.004	0.004	0.155	0.002	1.500
A37	0.277	0.055	0.019	0.019	0.831	0.009	1.500
A38	1.978	0.396	0.138	0.138	5.933	0.103	6.313
A39	0.026	0.005	0.002	0.002	0.079	0.002	1.500
A40	0.072	0.014	0.005	0.005	0.217	0.004	1.500
A41	0.025	0.005	0.002	0.002	0.076	0.002	1.500
A42	0.178	0.036	0.012	0.012	0.534	0.008	1.500
A43	0.010	0.002	0.001	0.001	0.029	0.000	1.500
A44	0.215	0.043	0.015	0.015	0.646	0.009	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
A45	2.218	0.444	0.155	0.155	6.655	0.115	7.080
A46	2.232	0.446	0.156	0.156	6.695	0.116	7.123
A47	0.029	0.006	0.002	0.002	0.087	0.001	1.500
A48	0.078	0.016	0.005	0.005	0.235	0.003	1.500
A49	2.322	0.464	0.163	0.163	6.966	0.120	7.411
A50	0.051	0.010	0.004	0.004	0.152	0.002	1.500
A51	2.416	0.483	0.169	0.169	7.248	0.123	7.709
A52	0.019	0.004	0.001	0.001	0.058	0.001	1.500
A53	0.073	0.015	0.005	0.005	0.220	0.002	1.500
A54	0.055	0.011	0.004	0.004	0.166	0.004	1.500
A55	0.119	0.024	0.008	0.008	0.358	0.004	1.500
A56	0.226	0.045	0.016	0.016	0.679	0.009	1.500
A57	0.047	0.009	0.003	0.003	0.141	0.002	1.500
A58	2.730	0.546	0.191	0.191	8.190	0.136	8.708
A59	0.022	0.004	0.002	0.002	0.065	0.001	1.500
A60	0.023	0.005	0.002	0.002	0.069	0.001	1.500
A61	0.094	0.019	0.007	0.007	0.282	0.005	1.500
A62	2.886	0.577	0.202	0.202	8.659	0.143	9.206
A63	0.045	0.009	0.003	0.003	0.134	0.002	1.500
A64	0.020	0.004	0.001	0.001	0.061	0.001	1.500
A65	0.020	0.004	0.001	0.001	0.061	0.001	1.500
A66	0.055	0.011	0.004	0.004	0.166	0.002	1.500
A67	0.024	0.005	0.002	0.002	0.072	0.002	1.500
A68	0.043	0.009	0.003	0.003	0.130	0.003	1.500
A69	0.049	0.010	0.003	0.003	0.148	0.004	1.500
A70	0.112	0.022	0.008	0.008	0.336	0.007	1.500
A71	3.069	0.614	0.215	0.215	9.208	0.153	9.791
A72	0.022	0.004	0.002	0.002	0.065	0.002	1.500
A73	0.041	0.008	0.003	0.003	0.123	0.002	1.500
A74	0.085	0.017	0.006	0.006	0.256	0.005	1.500
A75	0.108	0.022	0.008	0.008	0.325	0.006	1.500
A76	0.047	0.009	0.003	0.003	0.141	0.002	1.500
A77	0.201	0.040	0.014	0.014	0.603	0.010	1.500
A78	3.302	0.660	0.231	0.231	9.905	0.165	10.532
A79	0.022	0.004	0.002	0.002	0.065	0.002	1.500
A80	0.130	0.026	0.009	0.009	0.390	0.003	1.500
B01	0.082	0.016	0.006	0.006	0.246	0.001	1.500
B02	0.219	0.044	0.015	0.015	0.657	0.002	1.500
B03	0.348	0.070	0.024	0.024	1.044	0.004	1.500
B04	0.126	0.025	0.009	0.009	0.379	0.003	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
B05	0.540	0.108	0.038	0.038	1.621	0.009	1.706
B06	0.626	0.125	0.044	0.044	1.878	0.011	1.976
B07	0.035	0.007	0.002	0.002	0.105	0.002	1.500
B08	0.150	0.030	0.011	0.011	0.451	0.003	1.500
B09	0.217	0.043	0.015	0.015	0.650	0.007	1.500
B10	0.253	0.051	0.018	0.018	0.758	0.009	1.500
B11	0.335	0.067	0.023	0.023	1.004	0.012	1.500
B12	0.373	0.075	0.026	0.026	1.119	0.014	1.500
B13	0.156	0.031	0.011	0.011	0.469	0.003	1.500
1.01	0.181	0.036	0.013	0.013	0.542	0.003	1.500
1.02	0.341	0.068	0.024	0.024	1.022	0.006	1.500
1.03	0.472	0.094	0.033	0.033	1.416	0.008	1.500
1.04	0.118	0.024	0.008	0.008	0.354	0.001	1.500
1.05	0.660	0.132	0.046	0.046	1.979	0.011	2.083
1.06	0.028	0.006	0.002	0.002	0.083	0.002	1.500
1.07	0.191	0.038	0.013	0.013	0.574	0.004	1.500
1.08	0.356	0.071	0.025	0.025	1.069	0.007	1.500
1.09	1.128	0.226	0.079	0.079	3.384	0.020	3.562
1.1	1.217	0.243	0.085	0.085	3.651	0.022	3.843
1.11	0.079	0.016	0.006	0.006	0.238	0.002	1.500
1.12	1.396	0.279	0.098	0.098	4.189	0.026	4.411
1.13	0.096	0.019	0.007	0.007	0.289	0.002	1.500
1.14	0.184	0.037	0.013	0.013	0.553	0.004	1.500
1.15	0.081	0.016	0.006	0.006	0.242	0.002	1.500
1.16	0.337	0.067	0.024	0.024	1.011	0.008	1.500
1.17	1.803	0.361	0.126	0.126	5.409	0.036	5.698
1.18	1.921	0.384	0.134	0.134	5.763	0.038	6.071
1.19	0.051	0.010	0.004	0.004	0.152	0.002	1.500
1.2	2.008	0.402	0.141	0.141	6.023	0.041	6.345
1.21	0.071	0.014	0.005	0.005	0.213	0.002	1.500
1.22	0.143	0.029	0.010	0.010	0.430	0.004	1.500
1.23	0.075	0.015	0.005	0.005	0.224	0.002	1.500
1.24	0.268	0.054	0.019	0.019	0.805	0.007	1.500
1.25	0.373	0.075	0.026	0.026	1.119	0.009	1.500
1.26	0.527	0.105	0.037	0.037	1.582	0.011	1.667
1.27	0.083	0.017	0.006	0.006	0.249	0.002	1.500
1.28	0.624	0.125	0.044	0.044	1.871	0.014	1.971
1.29	2.779	0.556	0.195	0.195	8.338	0.057	8.784
1.3	2.924	0.585	0.205	0.205	8.771	0.059	9.240
2.01	0.061	0.012	0.004	0.004	0.184	0.002	1.500

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
2.02	0.123	0.025	0.009	0.009	0.368	0.004	1.500
2.03	0.212	0.042	0.015	0.015	0.636	0.006	1.500
2.04	0.299	0.060	0.021	0.021	0.896	0.008	1.500
2.05	0.075	0.015	0.005	0.005	0.224	0.002	1.500
2.06	0.424	0.085	0.030	0.030	1.271	0.012	1.500
2.07	0.479	0.096	0.034	0.034	1.437	0.014	1.518
2.08	0.054	0.011	0.004	0.004	0.163	0.002	1.500
2.09	0.580	0.116	0.041	0.041	1.741	0.018	1.840
2.1	0.624	0.125	0.044	0.044	1.871	0.020	1.978
2.11	0.707	0.141	0.049	0.049	2.120	0.022	2.241
2.12	0.787	0.157	0.055	0.055	2.362	0.025	2.497
3.01	0.118	0.024	0.008	0.008	0.354	0.002	1.500
3.02	0.199	0.040	0.014	0.014	0.596	0.004	1.500
3.03	0.226	0.045	0.016	0.016	0.679	0.004	1.500
3.04	0.060	0.012	0.004	0.004	0.181	0.002	1.500
3.05	0.130	0.026	0.009	0.009	0.390	0.005	1.500
3.06	0.083	0.017	0.006	0.006	0.249	0.002	1.500
3.07	0.299	0.060	0.021	0.021	0.896	0.009	1.500
3.08	0.674	0.135	0.047	0.047	2.022	0.016	2.132
3.09	0.832	0.166	0.058	0.058	2.495	0.018	2.630
3.1	0.024	0.005	0.002	0.002	0.072	0.002	1.500
3.11	0.095	0.019	0.007	0.007	0.285	0.004	1.500
3.12	0.176	0.035	0.012	0.012	0.527	0.007	1.500
3.13	1.142	0.228	0.080	0.080	3.427	0.027	3.614
3.14	1.254	0.251	0.088	0.088	3.763	0.029	3.967
3.15	1.375	0.275	0.096	0.096	4.124	0.031	4.347
3.16	0.119	0.024	0.008	0.008	0.358	0.003	1.500
3.17	0.090	0.018	0.006	0.006	0.271	0.002	1.500
3.18	0.295	0.059	0.021	0.021	0.885	0.007	1.500
3.19	0.088	0.018	0.006	0.006	0.264	0.002	1.500
3.2	0.167	0.033	0.012	0.012	0.502	0.003	1.500
3.21	0.090	0.018	0.006	0.006	0.271	0.002	1.500
3.22	0.632	0.126	0.044	0.044	1.896	0.014	1.999
3.23	0.105	0.021	0.007	0.007	0.314	0.002	1.500
3.24	0.208	0.042	0.015	0.015	0.625	0.004	1.500
3.25	0.076	0.015	0.005	0.005	0.228	0.002	1.500
3.26	0.172	0.034	0.012	0.012	0.516	0.004	1.500
3.27	1.111	0.222	0.078	0.078	3.333	0.025	3.513
3.28	0.106	0.021	0.007	0.007	0.318	0.002	1.500
3.29	2.669	0.534	0.187	0.187	8.006	0.060	8.439

Tub No	Qmedio lps	Qmin lps	Qinst lps	Qcom lps	Qmax lps	Qinfil lps	Qdiseño lps
3.3	0.084	0.017	0.006	0.006	0.253	0.002	1.500
3.31	0.167	0.033	0.012	0.012	0.502	0.004	1.500
3.32	0.268	0.054	0.019	0.019	0.805	0.007	1.500
3.33	5.970	1.194	0.418	0.418	17.911	0.128	18.875
3.35	0.371	0.074	0.026	0.026	1.112	0.009	1.500
3.37	0.106	0.021	0.007	0.007	0.318	0.002	1.500
3.38	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
3.39	0.271	0.054	0.019	0.019	0.813	0.007	1.500
3.4	0.104	0.021	0.007	0.007	0.311	0.002	1.500
3.41	0.100	0.020	0.007	0.007	0.300	0.002	1.500
3.42	0.567	0.113	0.040	0.040	1.701	0.014	1.794
3.43	0.101	0.020	0.007	0.007	0.303	0.002	1.500
3.46	0.083	0.017	0.006	0.006	0.249	0.002	1.500
3.47	0.166	0.033	0.012	0.012	0.498	0.005	1.500
3.48	0.095	0.019	0.007	0.007	0.285	0.002	1.500
3.49	0.406	0.081	0.028	0.028	1.217	0.010	1.500
3.5	0.085	0.017	0.006	0.006	0.256	0.002	1.500
3.55	0.143	0.029	0.010	0.010	0.430	0.003	1.500
3.56	0.217	0.043	0.015	0.015	0.650	0.005	1.500
3.57	0.087	0.017	0.006	0.006	0.260	0.002	1.500
3.6	0.096	0.019	0.007	0.007	0.289	0.002	1.500
3.61	0.076	0.015	0.005	0.005	0.228	0.002	1.500
3.62	0.274	0.055	0.019	0.019	0.823	0.227	1.500
3.63	0.075	0.015	0.005	0.005	0.224	0.002	1.500
3.64	0.443	0.089	0.031	0.031	1.329	0.231	1.622
3.67	0.070	0.014	0.005	0.005	0.209	0.002	1.500
75.A13	0.752	0.150	0.053	0.053	2.257	0.020	2.382

Anexo 6. Diámetro propuesto en atarjeas

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm plg	
entrada	salida		terreno	Diseño					
1	584.75	584.45	64.73	0.46%	0.57%	0.01	60.98	150	6
2	584.45	583.45	62.33	1.60%	1.60%	0.01	50.15	150	6
3	583.45	579.9	72.94	4.87%	4.87%	0.01	40.73	150	6
4	581.84	579.9	67.06	2.89%	2.89%	0.01	44.90	150	6
5	579.9	578	65.98	2.88%	2.88%	0.01	44.94	150	6
6	583.45	582.89	67.04	0.84%	0.84%	0.01	56.67	150	6
7	583.45	582.89	63.38	0.88%	0.88%	0.01	56.08	150	6
8	582.89	581.84	72.11	1.46%	1.46%	0.01	51.07	150	6
9	582.12	581.84	64.25	0.44%	0.58%	0.01	60.69	150	6
10	581.84	579.38	66.29	3.71%	3.50%	0.01	43.32	150	6
11	579.9	579.38	67.67	0.77%	0.77%	0.01	57.57	150	6
12	579.38	578	65.17	2.12%	2.12%	0.01	52.53	150	6
13	578	578	61.74	0.00%	0.50%	0.01	80.53	150	6
14	580	580	62.19	0.00%	0.58%	0.01	60.69	150	6
15	580	579.31	56.14	1.23%	1.23%	0.01	52.72	150	6
16	579.56	579.31	47.96	0.52%	0.58%	0.01	60.69	150	6
17	579.31	578.63	83.27	0.82%	0.82%	0.01	56.91	150	6
18	579.15	578.63	66.89	0.78%	0.78%	0.01	57.44	150	6
19	578.63	578	65.99	0.95%	0.95%	0.01	55.27	150	6
20	578	579	67.68	1.48%	0.50%	0.01	92.28	150	6
21	579.38	579	63.09	0.60%	0.60%	0.01	60.26	150	6
22	579.15	579	65.48	0.23%	0.57%	0.01	60.88	150	6
23	579	577.8	69.80	1.72%	0.50%	0.01	98.71	150	6
24	579.9	577.8	63.65	3.30%	3.30%	0.01	43.81	150	6
25	577.8	577.42	66.34	0.57%	0.57%	0.01	100.14	150	6
26	579.56	579.32	31.99	0.75%	0.75%	0.01	57.83	150	6
27	579.32	579.15	46.67	0.36%	0.57%	0.01	60.88	150	6
28	579.15	577.42	68.97	2.51%	2.51%	0.01	48.12	150	6
29	578	577.42	67.78	0.86%	0.86%	0.01	56.42	150	6
31	582.89	582.65	59.53	0.40%	0.60%	0.01	60.30	150	6
32	582.65	582.12	71.06	0.75%	0.75%	0.01	57.89	150	6
33	582.12	579.9	66.95	3.32%	3.32%	0.01	43.76	150	6
34	579.9	579.2	64.24	1.09%	1.09%	0.01	53.92	150	6
35	582.3	581.13	70.63	1.66%	1.66%	0.01	49.85	150	6
36	582.12	581.13	64.40	1.54%	1.54%	0.01	50.55	150	6
37	581.13	579.2	68.19	2.83%	2.83%	0.01	45.08	150	6
38	579.2	577.78	64.00	2.22%	2.22%	0.01	55.64	150	6
39	577.8	577.78	64.30	0.03%	0.57%	0.01	60.88	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm	plg
40	577.78	576.4	64.88	2.13%	2.13%	0.01	60.41	150	6
42	580.05	578.83	67.45	1.81%	1.81%	0.01	49.03	150	6
43	579.2	578.83	66.65	0.56%	0.57%	0.01	60.88	150	6
44	578.83	577	64.62	2.83%	2.83%	0.01	45.08	150	6
45	577.78	577	66.20	1.18%	1.18%	0.01	53.13	150	6
46	577	575.38	66.61	2.43%	2.43%	0.01	46.38	150	6
48	577	576.8	66.09	0.30%	0.57%	0.01	60.88	150	6
49	578.13	576.8	65.39	2.03%	2.03%	0.01	47.96	150	6
50	576.8	575.31	66.22	2.25%	2.25%	0.01	47.06	150	6
52	576.8	576.61	67.65	0.28%	0.56%	0.01	61.09	150	6
53	576.61	575.33	65.98	1.94%	1.94%	0.01	48.39	150	6
55	575.75	575.24	66.67	0.76%	0.76%	0.01	57.62	150	6
58	575.24	574.75	65.04	0.75%	0.75%	0.01	57.78	150	6
59	574.75	573.93	64.66	1.27%	1.27%	0.01	52.41	150	6
64	572.84	571.44	63.60	2.20%	2.20%	0.01	47.26	150	6
65	572.78	571.44	64.77	2.07%	2.07%	0.01	47.81	150	6
66	571.44	569.6	63.30	2.91%	2.91%	0.01	44.86	150	6
67	571.73	569.6	63.61	3.35%	3.35%	0.01	43.68	150	6
68	569	567	69.13	2.89%	2.89%	0.01	44.90	150	6
69	567	565.7	59.76	2.18%	2.18%	0.01	47.36	150	6
70	565.7	565	62.44	1.12%	1.12%	0.01	53.63	150	6
71	568.48	565	65.22	5.34%	5.34%	0.01	40.03	150	6
72	568	565	70.18	4.27%	4.27%	0.01	41.73	150	6
73	565	565	64.82	0.00%	0.50%	0.01	67.04	150	6
74	565	565.64	70.35	0.91%	0.48%	0.01	70.27	150	6
75	567.75	565.64	61.73	3.42%	3.42%	0.01	43.52	150	6
76	573.93	572.84	65.43	1.67%	1.67%	0.01	49.79	150	6
77	573.23	572.84	66.58	0.59%	0.59%	0.01	60.57	150	6
78	572.84	571	66.76	2.76%	2.76%	0.01	45.31	150	6
79	574.75	573.23	65.33	2.33%	2.33%	0.01	46.77	150	6
80	573.23	570.6	64.94	4.05%	4.05%	0.01	42.15	150	6
81	575.33	574.4	66.06	1.41%	1.41%	0.01	51.39	150	6
82	574.75	574.4	85.88	0.41%	0.56%	0.01	61.09	150	6
83	573.23	572.81	84.89	0.49%	0.56%	0.01	61.09	150	6
84	574.4	572.81	64.66	2.46%	2.46%	0.01	46.29	150	6
85	572.81	571.17	66.29	2.47%	2.47%	0.01	48.72	150	6
86	575.31	573.9	65.73	2.15%	2.15%	0.01	47.49	150	6
87	574.4	573.9	64.05	0.78%	0.78%	0.01	57.40	150	6
88	574.53	573.9	66.24	0.95%	0.95%	0.01	55.31	150	6
89	573.9	572.72	65.62	1.80%	1.80%	0.01	49.08	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm	plg
90	572.81	572.72	64.51	0.14%	0.56%	0.01	61.09	150	6
91	575.38	574.53	65.89	1.29%	1.29%	0.01	52.24	150	6
92	576.4	575.75	67.44	0.96%	0.96%	0.01	55.17	150	6
93	578.1	578	66.08	0.15%	0.56%	0.01	61.09	150	6
94	579.56	579.41	19.52	0.77%	0.77%	0.01	57.57	150	6
95	579.41	579.3	14.63	0.75%	0.75%	0.01	57.80	150	6
96	579.3	578	66.63	1.95%	1.95%	0.01	48.34	150	6
97	578	575.75	67.67	3.32%	3.32%	0.01	43.74	150	6
98	575.75	574.53	66.64	1.83%	1.83%	0.01	49.44	150	6
99	574.53	573.55	66.19	1.48%	1.48%	0.01	57.75	150	6
100	575.75	575.5	66.57	0.38%	0.56%	0.01	61.09	150	6
101	580	579.44	62.44	0.90%	0.90%	0.01	55.92	150	6
102	579.41	579.44	51.51	0.06%	0.56%	0.01	61.09	150	6
103	579.44	578.1	71.88	1.86%	1.86%	0.01	48.75	150	6
104	578.1	575.5	69.86	3.72%	3.72%	0.01	42.83	150	6
105	575.5	573.55	64.88	3.01%	3.01%	0.01	46.27	150	6
106	573.55	572.72	66.38	1.25%	1.25%	0.01	76.18	150	6
107	572.72	571.88	67.45	1.25%	1.25%	0.01	86.90	150	6
108	578.64	577.34	70.88	1.83%	1.83%	0.01	48.90	150	6
109	578.1	577.34	64.86	1.17%	1.17%	0.01	53.19	150	6
110	577.34	574.7	72.11	3.66%	3.66%	0.01	42.96	150	6
111	575.5	574.7	65.54	1.22%	1.22%	0.01	52.78	150	6
112	574.7	572.75	63.07	3.09%	3.09%	0.01	44.34	150	6
113	573.55	572.75	65.47	1.22%	1.22%	0.01	52.77	150	6
114	572.75	571.88	67.62	1.29%	1.29%	0.01	58.18	150	6
115	579.44	578.64	64.28	1.24%	1.24%	0.01	52.59	150	6
116	580	578.64	63.54	2.14%	2.14%	0.01	47.51	150	6
117	578.64	577.16	74.69	1.98%	1.98%	0.01	48.20	150	6
118	580	578.7	76.64	1.70%	1.70%	0.01	49.63	150	6
119	578.7	577.16	63.51	2.42%	2.42%	0.01	46.41	150	6
120	577.66	577.16	84.93	0.59%	0.59%	0.01	60.52	150	6
121	577.16	575.3	69.82	2.66%	2.66%	0.01	51.37	150	6
122	576.36	575.3	78.65	1.35%	1.35%	0.01	51.81	150	6
123	577.34	575.3	72.57	2.81%	2.81%	0.01	45.14	150	6
124	575.3	573.75	70.15	2.21%	2.21%	0.01	61.84	150	6
125	574.85	573.65	70.07	1.71%	1.71%	0.01	49.54	150	6
126	574.7	573.65	71.37	1.47%	1.47%	0.01	50.97	150	6
127	573.65	572.8	65.59	1.30%	1.30%	0.01	75.47	150	6
128	573.82	572.8	64.42	1.58%	1.58%	0.01	50.27	150	6
129	572.75	572.8	69.58	0.07%	0.56%	0.01	61.09	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop	
	entrada	salida		terreno	Diseño			mm	plg
130	572.8	572.25	67.65	0.81%	0.81%	0.01	88.75	150	6
131	573.28	572.25	60.41	1.71%	1.71%	0.01	49.58	150	6
132	572.25	571.88	66.00	0.56%	0.56%	0.01	98.77	150	6
134	571.5	571.17	65.05	0.51%	0.56%	0.01	61.09	150	6
136	572.25	571.5	62.89	1.19%	1.19%	0.01	53.01	150	6
137	572.35	571.5	56.30	1.51%	1.51%	0.01	50.72	150	6
138	571.5	569.1	85.56	2.81%	2.81%	0.01	45.16	150	6
139	577.66	576.36	68.43	1.90%	1.90%	0.01	48.58	150	6
140	576.36	574.85	73.10	2.07%	2.07%	0.01	47.83	150	6
141	574.85	573.82	64.34	1.60%	1.60%	0.01	50.17	150	6
142	574.08	573.82	84.57	0.31%	0.56%	0.01	61.09	150	6
143	573.82	573.28	68.46	0.79%	0.79%	0.01	59.15	150	6
144	573.32	573.28	78.70	0.05%	0.56%	0.01	61.09	150	6
145	573.28	572.35	62.48	1.49%	1.49%	0.01	59.51	150	6
146	572.45	572.35	74.77	0.13%	0.56%	0.01	61.09	150	6
147	572.35	570.35	84.70	2.36%	2.36%	0.01	61.28	150	6
148	578.7	578.1	90.54	0.66%	0.66%	0.01	59.19	150	6
149	578.1	575.2	99.32	2.92%	2.92%	0.01	44.82	150	6
150	575.2	574.84	63.71	0.57%	0.57%	0.01	60.98	150	6
151	578.1	577.66	63.28	0.70%	0.70%	0.01	58.66	150	6
152	577.66	574.84	95.13	2.96%	2.96%	0.01	44.69	150	6
153	574.84	574.87	67.67	0.04%	0.56%	0.01	61.79	150	6
154	576.36	574.87	91.43	1.63%	1.63%	0.01	50.00	150	6
155	574.87	574.76	75.97	0.14%	0.56%	0.01	71.23	150	6
156	574.85	574.76	87.63	0.10%	0.56%	0.01	61.09	150	6
157	574.76	574.08	62.22	1.09%	0.50%	0.01	79.58	150	6
158	574.08	573.32	70.28	1.08%	0.50%	0.01	80.80	150	6
159	573.32	572.45	61.79	1.41%	1.41%	0.01	67.65	150	6
160	572.45	570.95	85.49	1.75%	1.75%	0.01	66.67	150	6
161	570.95	570.35	69.55	0.86%	0.86%	0.01	78.72	150	6
162	570.35	569.1	51.50	2.43%	2.43%	0.01	82.10	150	6
163	569.1	570.6	62.89	2.39%	0.50%	0.01	116.01	150	6
166	571.44	570.5	64.92	1.45%	1.45%	0.01	51.12	150	6
173	570	569	71.00	1.41%	1.41%	0.01	51.39	150	6
174	569	569	71.00	0.00%	0.63%	0.01	59.75	150	6
A01	570.35	569.19	72.20	1.61%	1.61%	0.01	50.13	150	6
A02	570.95	569.18	75.87	2.33%	2.33%	0.01	46.75	150	6
A03	569.19	570	27.12	2.99%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A04	570	569.18	39.65	2.07%	2.07%	0.01	47.81	150	6
A05	570	567.93	42.80	4.84%	2.50%	0.01	46.14	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm	plg
	entrada	salida		terreno	Diseño				
A06	569.18	568.4	50.72	1.54%	1.54%	0.01	50.55	150	6
A07	568.4	566.9	73.81	2.03%	2.03%	0.01	47.97	150	6
A08	566.9	565.3	34.25	4.67%	4.67%	0.01	41.04	150	6
A09	568.4	568.24	26.35	0.61%	0.61%	0.01	60.17	150	6
A10	568.24	567.93	17.01	1.82%	1.82%	0.01	48.96	150	6
A11	567.93	566	48.69	3.96%	3.96%	0.01	42.32	150	6
A12	568.24	565.3	78.90	3.73%	3.73%	0.01	42.82	150	6
A13	566	565.3	34.09	2.05%	2.05%	0.01	47.88	150	6
A14	565.3	565	43.44	0.69%	0.69%	0.01	79.07	150	6
A15	565	564	15.23	6.57%	6.57%	0.01	51.93	150	6
A16	567	566.9	16.11	0.62%	0.62%	0.01	59.92	150	6
A17	566.9	564	38.15	7.60%	7.60%	0.01	37.46	150	6
A18	564	565	42.98	2.33%	0.36%	0.01	91.03	150	6
A19	565	565.1	18.25	0.55%	0.36%	0.01	91.19	150	6
A20	565.05	565.1	16.04	0.31%	0.35%	0.01	93.39	150	6
A21	568	567	18.19	5.50%	5.50%	0.01	39.81	150	6
A22	567	565.05	85.28	2.29%	2.29%	0.01	46.92	150	6
A23	568	567	18.76	5.33%	5.33%	0.01	40.04	150	6
A24	567	565.1	69.12	2.75%	2.75%	0.01	45.33	150	6
A25	565.1	565	28.67	0.35%	0.35%	0.01	94.36	150	6
A26	565	565	88.02	0.00%	0.32%	0.01	100.39	150	6
A27	565	562.9	50.56	4.15%	0.32%	0.01	101.66	150	6
A28	566.7	565.35	51.48	2.62%	2.62%	0.01	45.73	150	6
A29	566.7	563	83.04	4.46%	4.46%	0.01	41.41	150	6
A30	563	562.9	40.97	0.24%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A31	562.9	560	73.96	3.92%	3.75%	0.01	68.88	150	6
A32	560	559	45.99	2.17%	2.17%	0.01	76.64	150	6
A33	565	565	44.08	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A34	565	561.2	64.09	5.93%	5.65%	0.01	39.60	150	6
A35	562.9	561.2	42.22	4.03%	4.03%	0.01	42.20	150	6
A36	562	561.2	51.08	1.57%	1.57%	0.01	50.37	150	6
A37	561.2	559	68.74	3.20%	3.20%	0.01	44.06	150	6
A38	559	559	17.55	0.00%	0.50%	0.01	106.96	150	6
A39	565	563	51.99	3.85%	3.85%	0.01	42.56	150	6
A40	563	562	72.75	1.37%	1.37%	0.01	51.62	150	6
A41	562	562	49.08	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A42	562	560	65.21	3.07%	3.07%	0.01	44.41	150	6
A43	560	560	11.37	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A44	560	559	32.44	3.08%	2.20%	0.01	47.26	150	6
A45	559	557	52.29	3.82%	3.82%	0.01	76.25	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm	plg
A46	557	557	35.73	0.00%	0.50%	0.01	111.92	150	6
A47	560	560	35.62	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A48	560	557	51.13	5.87%	5.50%	0.01	39.80	150	6
A49	557	558	37.74	2.65%	0.68%	0.01	107.23	150	6
A50	560	558	51.23	3.90%	3.90%	0.01	42.44	150	6
A51	558	556	47.29	4.23%	4.23%	0.01	77.25	150	6
A52	562	557	44.05	11.35%	11.35%	0.01	34.75	150	6
A53	562	560	62.52	3.20%	3.20%	0.01	44.06	150	6
A54	557	558	58.54	1.71%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A55	560	558	47.50	4.21%	4.21%	0.01	41.85	150	6
A56	558	556	51.75	3.86%	3.86%	0.01	42.53	150	6
A57	557	556	46.44	2.15%	2.15%	0.01	47.45	150	6
A58	556	556	46.81	0.00%	0.50%	0.01	120.67	150	6
A59	558	557	44.81	2.23%	2.23%	0.01	47.14	150	6
A60	557	557	44.49	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A61	557	556	50.69	1.97%	1.50%	0.01	50.78	150	6
A62	556	553	47.37	6.33%	6.33%	0.01	76.55	150	6
A63	557	553	48.50	8.25%	8.25%	0.01	36.89	150	6
A64	556	556	24.55	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A65	556	556	24.65	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A66	556	553	47.85	6.27%	6.27%	0.01	38.84	150	6
A67	557	556	50.92	1.96%	1.96%	0.01	48.28	150	6
A68	556	553	47.96	6.26%	6.26%	0.01	38.85	150	6
A69	553	553	24.73	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A70	553	553	27.86	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A71	553	552	46.96	2.13%	2.13%	0.01	96.10	150	6
A72	558	557	45.56	2.19%	2.19%	0.01	47.28	150	6
A73	557	557	46.45	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A74	557	554	50.06	5.99%	5.50%	0.01	39.80	150	6
A75	554	554	45.29	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
A76	557	554	47.85	6.27%	6.27%	0.01	38.84	150	6
A77	554	552	50.26	3.98%	3.98%	0.01	42.29	150	6
A78	552	550	50.15	3.99%	3.99%	0.01	87.80	150	6
A79	554	552	47.26	4.23%	4.23%	0.01	41.81	150	6
A80	552	550	53.00	3.77%	3.77%	0.01	42.72	150	6
B01	555	554	29.07	3.44%	3.44%	0.01	43.46	150	6
B02	555	554	66.39	1.51%	1.51%	0.01	50.74	150	6
B03	554	552	34.18	5.85%	5.85%	0.01	39.34	150	6
B04	556	552	101.92	3.92%	3.92%	0.01	42.40	150	6
B05	552	551	32.97	3.03%	3.03%	0.01	46.70	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm	plg
	entrada	salida		terreno	Diseño				
B06	551	548	54.87	5.47%	5.47%	0.01	44.19	150	6
B07	556	550	63.21	9.49%	9.49%	0.01	35.93	150	6
B08	551	550	97.54	1.03%	1.03%	0.01	54.54	150	6
B09	550	549	56.38	1.77%	1.77%	0.01	49.21	150	6
B10	549	547	59.68	3.35%	3.35%	0.01	43.68	150	6
B11	547	547	97.53	0.00%	0.56%	0.01	61.09	150	6
B12	547	548	60.60	1.65%	0.56%	0.01	61.09	150	6
B13	549	548	98.43	1.02%	1.02%	0.01	54.63	150	6
1.01	589.7	588.5	93.40	1.28%	1.28%	0.01	52.28	150	6
1.02	588.5	586.7	78.37	2.30%	2.30%	0.01	46.88	150	6
1.03	586.7	585.3	74.96	1.87%	1.87%	0.01	48.74	150	6
1.04	585.85	585.3	41.57	1.32%	1.32%	0.01	51.99	150	6
1.05	585.3	584.6	52.93	1.32%	1.32%	0.01	58.80	150	6
1.06	588.5	587.65	52.04	1.63%	1.63%	0.01	49.98	150	6
1.07	587.65	586.55	72.27	1.52%	1.52%	0.01	50.64	150	6
1.08	586.55	584.6	72.27	2.70%	2.70%	0.01	45.49	150	6
1.09	584.6	584.12	65.58	0.73%	0.73%	0.01	80.35	150	6
1.1	584.12	581.9	57.72	3.85%	3.85%	0.01	60.57	150	6
1.11	583.1	581.9	50.89	2.36%	2.36%	0.01	46.65	150	6
1.12	581.9	581.05	73.97	1.15%	1.15%	0.01	80.00	150	6
1.13	584.9	583.1	63.35	2.84%	2.84%	0.01	45.05	150	6
1.14	583.1	581.5	66.71	2.40%	2.40%	0.01	46.50	150	6
1.15	582.1	581.5	59.35	1.01%	1.01%	0.01	54.68	150	6
1.16	581.5	581.2	49.36	0.61%	0.61%	0.01	60.16	150	6
1.17	581.2	580.7	49.22	1.02%	1.02%	0.01	90.12	150	6
1.18	580.7	578.85	80.40	2.30%	2.30%	0.01	79.17	150	6
1.19	579.9	578.85	47.91	2.19%	2.19%	0.01	47.30	150	6
1.2	578.85	578.1	28.90	2.60%	2.60%	0.01	78.70	150	6
1.21	585.3	584.9	58.15	0.69%	0.69%	0.01	58.78	150	6
1.22	584.9	582.25	58.15	4.56%	4.56%	0.01	41.23	150	6
1.23	582.4	582.1	45.53	0.66%	0.66%	0.01	59.25	150	6
1.24	582.1	580.85	48.39	2.58%	2.58%	0.01	45.86	150	6
1.25	580.85	580.5	50.03	0.70%	0.70%	0.01	58.59	150	6
1.26	580.5	578.4	80.75	2.60%	2.60%	0.01	47.65	150	6
1.27	579.08	578.4	50.36	1.35%	1.35%	0.01	51.79	150	6
1.28	578.4	578.1	13.65	2.20%	2.20%	0.01	52.37	150	6
1.29	578.1	576.9	67.91	1.77%	1.77%	0.01	95.55	150	6
1.3	576.9	576.64	67.91	0.38%	0.38%	0.01	129.72	150	6
2.01	587.65	587.3	54.79	0.64%	0.64%	0.01	59.60	150	6
2.02	587.3	586.2	54.79	2.01%	2.01%	0.01	48.08	150	6

XXX

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop mm	plg
2.03	586.2	584.5	63.19	2.69%	2.69%	0.01	45.51	150	6
2.04	584.5	583.35	63.19	1.82%	1.82%	0.01	48.97	150	6
2.05	584.12	583.35	49.91	1.54%	1.54%	0.01	50.52	150	6
2.06	583.35	581.8	69.14	2.24%	2.24%	0.01	47.10	150	6
2.07	581.8	580.9	69.14	1.30%	1.30%	0.01	52.39	150	6
2.08	581.2	580.9	51.33	0.58%	0.58%	0.01	60.60	150	6
2.09	580.9	580.57	60.39	0.55%	0.55%	0.01	66.25	150	6
2.1	580.57	579.9	60.39	1.11%	1.11%	0.01	59.61	150	6
2.11	579.9	576.9	75.65	3.97%	3.97%	0.01	49.20	150	6
2.12	576.9	574.96	75.65	2.56%	2.56%	0.01	55.59	150	6
3.01	585.85	584.7	55.26	2.08%	2.08%	0.01	47.76	150	6
3.02	584.7	582.3	55.32	4.34%	4.34%	0.01	41.61	150	6
3.03	582.3	580.85	23.37	6.20%	6.20%	0.01	38.91	150	6
3.04	582.63	582.2	72.31	0.59%	0.59%	0.01	60.40	150	6
3.05	582.2	580.95	72.50	1.72%	1.72%	0.01	49.47	150	6
3.06	582.9	580.95	54.62	3.57%	3.57%	0.01	43.16	150	6
3.07	581	580.65	65.89	0.53%	0.56%	0.01	61.09	150	6
3.08	580.85	580.5	68.10	0.51%	0.51%	0.01	70.83	150	6
3.09	580.5	580.05	68.10	0.66%	0.66%	0.01	73.10	150	6
3.1	584.75	584.19	47.95	1.17%	1.17%	0.01	53.22	150	6
3.11	584.19	582.63	83.89	1.86%	1.86%	0.01	48.78	150	6
3.12	582.63	580.05	63.21	4.08%	4.08%	0.01	42.09	150	6
3.13	580.05	579.5	71.98	0.76%	0.76%	0.01	80.14	150	6
3.14	579.5	577.04	61.83	3.98%	3.98%	0.01	60.91	150	6
3.15	577.04	579.24	61.83	3.56%	0.70%	0.01	87.31	150	6
3.16	584.19	583.45	79.47	0.93%	0.93%	0.01	55.53	150	6
3.17	584.45	583.45	66.26	1.51%	1.51%	0.01	50.72	150	6
3.18	583.45	581.94	64.87	2.33%	2.33%	0.01	46.77	150	6
3.19	582.63	582.2	48.00	0.90%	0.90%	0.01	55.94	150	6
3.2	582.2	581.9	48.00	0.63%	0.63%	0.01	59.84	150	6
3.21	582.65	581.9	63.52	1.18%	1.18%	0.01	53.11	150	6
3.22	581.9	580.5	62.99	2.22%	2.22%	0.01	52.53	150	6
3.23	579.85	579.5	54.45	0.64%	0.64%	0.01	59.53	150	6
3.24	579.85	580.5	54.45	1.19%	1.19%	0.01	53.00	150	6
3.25	582.65	582.3	62.92	0.56%	0.56%	0.01	61.16	150	6
3.26	582.3	580.5	65.81	2.74%	2.74%	0.01	45.37	150	6
3.27	580.5	579.24	69.92	1.80%	1.80%	0.01	67.51	150	6
3.28	580.86	579.24	68.45	2.37%	2.37%	0.01	46.62	150	6
3.29	579.24	576.64	62.28	4.17%	4.17%	0.01	80.11	150	6
3.3	582.3	580.86	69.61	2.07%	2.07%	0.01	47.81	150	6

Tub No	NTN PVS (m)		Long m	Pendiente (%)		n	Dcal mm	Dprop	
	entrada	salida		terreno	Diseño			mm	plg
3.31	580.86	577.2	63.75	5.74%	5.74%	0.01	39.48	150	6
3.32	577.2	576.64	71.91	0.78%	0.78%	0.01	57.42	150	6
3.33	576.64	574.96	74.01	2.27%	2.27%	0.01	121.45	200	8
3.35	577.2	571.88	72.43	7.35%	7.35%	0.01	37.70	150	6
3.37	580.86	580.05	69.66	1.16%	1.16%	0.01	53.27	150	6
3.38	581.13	580.05	68.19	1.58%	1.58%	0.01	50.27	150	6
3.39	580.05	577.86	65.22	3.36%	3.36%	0.01	43.66	150	6
3.4	577.93	577.2	68.99	1.06%	1.06%	0.01	54.22	150	6
3.41	578.25	577.86	67.01	0.58%	0.58%	0.01	60.65	150	6
3.42	577.86	573.39	70.32	6.36%	6.36%	0.01	41.42	150	6
3.43	575.6	573.39	66.39	3.33%	3.33%	0.01	43.73	150	6
3.46	578.83	578.25	66.09	0.88%	0.88%	0.01	56.15	150	6
3.47	578.25	575.6	68.94	3.84%	3.84%	0.01	42.57	150	6
3.48	576.61	575.6	65.58	1.54%	1.54%	0.01	50.53	150	6
3.49	575.6	572.5	86.56	3.58%	3.58%	0.01	43.14	150	6
3.5	575.75	572.5	65.69	4.95%	4.95%	0.01	40.60	150	6
3.55	576.61	575.75	86.25	1.00%	1.00%	0.01	54.82	150	6
3.56	575.75	571.9	59.41	6.48%	6.48%	0.01	38.60	150	6
3.57	574	571.9	66.65	3.15%	3.15%	0.01	44.19	150	6
3.6	574	571.12	63.71	4.52%	4.52%	0.01	41.29	150	6
3.61	572.78	571.12	63.54	2.61%	2.61%	0.01	45.76	150	6
3.62	571.12	570	62.14	1.80%	1.80%	0.01	49.06	150	6
3.63	571.73	570	61.59	2.81%	2.81%	0.01	45.15	150	6
3.64	570	568.5	63.90	2.35%	2.35%	0.01	48.08	150	6
3.67	570	569	59.46	1.68%	1.68%	0.01	49.70	150	6
75.A13	565.64	565.3	64.08	0.53%	0.53%	0.01	81.75	150	6

Anexo 7. Resultado del diseño hidráulico de atarjeas

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
1	16.552	0.937	0.091	0.621	0.203	0.582	1.018
2	27.892	1.578	0.054	0.532	0.158	0.840	2.293
3	48.580	2.749	0.031	0.451	0.121	1.240	5.427
4	37.453	2.119	0.040	0.488	0.137	1.034	3.624
5	37.367	2.115	0.040	0.488	0.137	1.032	3.611
6	20.126	1.139	0.075	0.586	0.185	0.668	1.380
7	20.699	1.171	0.072	0.582	0.182	0.681	1.442
8	26.572	1.504	0.056	0.540	0.161	0.812	2.127
9	16.770	0.949	0.089	0.619	0.202	0.587	1.039
10	41.196	2.331	0.036	0.474	0.130	1.105	4.203
11	19.303	1.092	0.078	0.594	0.189	0.649	1.294
12	32.043	1.813	0.061	0.552	0.167	1.002	3.198
13	15.571	0.881	0.190	0.770	0.296	0.678	1.242
14	16.770	0.949	0.089	0.619	0.202	0.587	1.039
15	24.412	1.381	0.061	0.554	0.168	0.765	1.864
16	16.770	0.949	0.089	0.619	0.202	0.587	1.039
17	19.899	1.126	0.075	0.588	0.186	0.663	1.356
18	19.415	1.099	0.077	0.593	0.188	0.651	1.305
19	21.516	1.218	0.070	0.575	0.179	0.700	1.532
20	15.571	0.881	0.273	0.852	0.357	0.751	1.447
21	17.090	0.967	0.088	0.615	0.200	0.595	1.070
22	16.625	0.941	0.090	0.620	0.203	0.584	1.025
23	15.571	0.881	0.327	0.895	0.394	0.789	1.558
24	39.997	2.263	0.038	0.478	0.132	1.082	4.014
25	16.666	0.943	0.340	0.904	0.402	0.853	1.812
26	19.073	1.079	0.079	0.596	0.190	0.643	1.270
27	16.625	0.941	0.090	0.620	0.203	0.584	1.025
28	31.141	1.762	0.048	0.515	0.149	0.908	2.722
29	20.370	1.153	0.074	0.584	0.184	0.674	1.407
31	17.057	0.965	0.088	0.616	0.200	0.594	1.067
32	19.017	1.076	0.079	0.596	0.190	0.642	1.264
33	40.098	2.269	0.037	0.478	0.132	1.084	4.030
34	22.986	1.301	0.065	0.564	0.173	0.734	1.698
35	28.341	1.604	0.053	0.530	0.156	0.850	2.351
36	27.302	1.545	0.055	0.536	0.159	0.828	2.218
37	37.046	2.096	0.040	0.489	0.137	1.026	3.563
38	32.800	1.856	0.071	0.578	0.180	1.073	3.587
39	16.625	0.941	0.090	0.620	0.203	0.584	1.025

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt	Ta
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D	m/s	Pa
40	32.115	1.817	0.088	0.617	0.201	1.121	3.789
42	29.615	1.676	0.051	0.523	0.153	0.877	2.517
43	16.625	0.941	0.090	0.620	0.203	0.584	1.025
44	37.056	2.097	0.040	0.489	0.137	1.026	3.565
45	23.902	1.353	0.063	0.557	0.170	0.754	1.804
46	34.341	1.943	0.044	0.500	0.142	0.973	3.168
48	16.625	0.941	0.090	0.620	0.203	0.584	1.025
49	31.405	1.777	0.048	0.514	0.149	0.914	2.758
50	33.031	1.869	0.045	0.506	0.145	0.946	2.982
52	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
53	30.671	1.736	0.049	0.518	0.150	0.898	2.658
55	19.259	1.090	0.078	0.594	0.189	0.648	1.289
58	19.113	1.082	0.078	0.596	0.189	0.644	1.274
59	24.798	1.403	0.060	0.551	0.167	0.774	1.910
64	32.671	1.849	0.046	0.508	0.146	0.939	2.932
65	31.673	1.792	0.047	0.513	0.148	0.919	2.794
66	37.543	2.125	0.040	0.487	0.136	1.035	3.638
67	40.295	2.280	0.037	0.477	0.132	1.088	4.061
68	37.454	2.119	0.040	0.488	0.137	1.034	3.625
69	32.478	1.838	0.046	0.509	0.146	0.935	2.905
70	23.315	1.319	0.064	0.562	0.172	0.741	1.736
71	50.865	2.878	0.029	0.445	0.118	1.281	5.827
72	45.528	2.576	0.033	0.460	0.124	1.185	4.907
73	15.571	0.881	0.117	0.669	0.231	0.589	1.006
74	15.176	0.859	0.132	0.694	0.246	0.596	1.009
75	40.711	2.304	0.037	0.476	0.131	1.096	4.126
76	28.421	1.608	0.053	0.530	0.156	0.852	2.362
77	16.853	0.954	0.089	0.618	0.202	0.589	1.047
78	36.557	2.069	0.041	0.491	0.138	1.016	3.491
79	33.588	1.901	0.045	0.504	0.144	0.957	3.060
80	44.314	2.508	0.034	0.464	0.126	1.163	4.706
81	26.127	1.479	0.057	0.543	0.163	0.803	2.072
82	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
83	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
84	34.530	1.954	0.043	0.500	0.142	0.976	3.195
85	34.635	1.960	0.050	0.520	0.152	1.020	3.417
86	32.251	1.825	0.047	0.510	0.147	0.931	2.874
87	19.456	1.101	0.077	0.592	0.188	0.652	1.310
88	21.475	1.215	0.070	0.575	0.179	0.699	1.527
89	29.529	1.671	0.051	0.523	0.153	0.875	2.506

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
90	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
91	25.010	1.415	0.060	0.550	0.166	0.778	1.936
92	21.618	1.223	0.069	0.574	0.178	0.702	1.543
93	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
94	19.303	1.092	0.078	0.594	0.189	0.649	1.294
95	19.094	1.080	0.079	0.596	0.190	0.644	1.272
96	30.758	1.741	0.049	0.517	0.150	0.900	2.670
97	40.153	2.272	0.037	0.478	0.132	1.085	4.039
98	29.794	1.686	0.052	0.527	0.155	0.888	2.573
99	26.794	1.516	0.078	0.595	0.189	0.902	2.501
100	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
101	20.854	1.180	0.072	0.580	0.182	0.685	1.459
102	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
103	30.066	1.701	0.050	0.521	0.152	0.886	2.577
104	42.481	2.404	0.035	0.470	0.129	1.129	4.408
105	38.175	2.160	0.043	0.500	0.142	1.079	3.904
106	24.623	1.393	0.164	0.738	0.274	1.028	2.916
107	24.574	1.391	0.233	0.815	0.328	1.133	3.371
108	29.822	1.688	0.050	0.522	0.152	0.881	2.544
109	23.836	1.349	0.063	0.558	0.170	0.753	1.797
110	42.133	2.384	0.036	0.471	0.129	1.123	4.352
111	24.328	1.377	0.062	0.555	0.168	0.763	1.854
112	38.719	2.191	0.039	0.483	0.134	1.058	3.817
113	24.341	1.377	0.062	0.554	0.168	0.764	1.856
114	24.977	1.413	0.080	0.599	0.191	0.846	2.193
115	24.566	1.390	0.061	0.553	0.168	0.769	1.882
116	32.216	1.823	0.047	0.510	0.147	0.930	2.869
117	30.997	1.754	0.048	0.516	0.150	0.905	2.702
118	28.679	1.623	0.052	0.528	0.155	0.857	2.395
119	34.290	1.940	0.044	0.501	0.143	0.972	3.161
120	16.896	0.956	0.089	0.618	0.201	0.590	1.051
121	35.941	2.034	0.057	0.543	0.163	1.104	3.919
122	25.564	1.447	0.059	0.546	0.164	0.790	2.003
123	36.920	2.089	0.041	0.490	0.138	1.023	3.544
124	32.732	1.852	0.094	0.628	0.207	1.163	4.042
125	28.817	1.631	0.052	0.527	0.155	0.860	2.413
126	26.709	1.511	0.056	0.539	0.161	0.815	2.144
127	25.068	1.419	0.160	0.733	0.270	1.039	2.990
128	27.708	1.568	0.054	0.534	0.158	0.837	2.270
129	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt	Ta
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D	m/s	Pa
130	19.855	1.124	0.247	0.828	0.338	0.930	2.253
131	28.753	1.627	0.052	0.528	0.155	0.859	2.405
132	16.487	0.933	0.328	0.895	0.394	0.835	1.748
134	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
136	24.047	1.361	0.062	0.556	0.169	0.757	1.821
137	27.057	1.531	0.055	0.537	0.160	0.823	2.187
138	36.880	2.087	0.041	0.490	0.138	1.022	3.539
139	30.351	1.718	0.049	0.519	0.151	0.892	2.615
140	31.648	1.791	0.047	0.513	0.148	0.918	2.791
141	27.861	1.577	0.054	0.533	0.158	0.840	2.289
142	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
143	19.557	1.107	0.084	0.607	0.195	0.671	1.371
144	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
145	26.865	1.520	0.085	0.609	0.197	0.926	2.605
146	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
147	33.837	1.915	0.092	0.624	0.205	1.194	4.278
148	17.926	1.014	0.084	0.607	0.196	0.616	1.153
149	37.627	2.129	0.040	0.487	0.136	1.037	3.651
150	16.553	0.937	0.091	0.621	0.203	0.582	1.018
151	18.362	1.039	0.082	0.603	0.193	0.626	1.197
152	37.913	2.145	0.040	0.486	0.136	1.042	3.694
153	16.478	0.932	0.094	0.627	0.207	0.585	1.024
154	28.111	1.591	0.053	0.531	0.157	0.845	2.322
155	16.478	0.932	0.137	0.701	0.250	0.654	1.209
156	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
157	15.571	0.881	0.184	0.763	0.291	0.672	1.225
158	15.571	0.881	0.192	0.772	0.297	0.680	1.247
159	26.129	1.479	0.120	0.673	0.233	0.996	2.863
160	29.168	1.651	0.115	0.666	0.229	1.099	3.507
161	20.453	1.157	0.179	0.757	0.286	0.876	2.088
162	34.326	1.942	0.200	0.781	0.303	1.517	6.171
163	15.571	0.881	0.503	1.002	0.502	0.883	1.844
166	26.497	1.499	0.057	0.541	0.161	0.811	2.118
173	26.133	1.479	0.057	0.543	0.163	0.803	2.073
174	17.478	0.989	0.086	0.611	0.198	0.605	1.108
A01	27.911	1.579	0.054	0.532	0.157	0.841	2.296
A02	33.634	1.903	0.045	0.504	0.144	0.958	3.067
A03	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A04	31.667	1.792	0.047	0.513	0.148	0.919	2.794
A05	34.817	1.970	0.043	0.498	0.141	0.982	3.237

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
A06	27.307	1.545	0.055	0.536	0.159	0.828	2.219
A07	31.391	1.776	0.048	0.514	0.149	0.913	2.756
A08	47.594	2.693	0.032	0.454	0.122	1.223	5.257
A09	17.159	0.971	0.087	0.615	0.200	0.597	1.077
A10	29.727	1.682	0.050	0.522	0.153	0.879	2.532
A11	43.841	2.481	0.034	0.465	0.127	1.154	4.629
A12	42.507	2.405	0.035	0.470	0.129	1.130	4.412
A13	31.554	1.786	0.048	0.513	0.148	0.917	2.778
A14	18.299	1.036	0.181	0.759	0.288	0.786	1.680
A15	56.425	3.193	0.059	0.547	0.165	1.748	9.783
A16	17.349	0.982	0.086	0.613	0.199	0.602	1.095
A17	60.712	3.436	0.025	0.422	0.108	1.450	7.666
A18	13.212	0.748	0.264	0.844	0.351	0.631	1.026
A19	13.212	0.748	0.265	0.845	0.351	0.632	1.028
A20	13.027	0.737	0.282	0.860	0.364	0.634	1.026
A21	51.630	2.922	0.029	0.443	0.117	1.294	5.964
A22	33.298	1.884	0.045	0.505	0.145	0.952	3.019
A23	50.840	2.877	0.030	0.445	0.118	1.280	5.823
A24	36.509	2.066	0.041	0.491	0.138	1.015	3.484
A25	13.027	0.737	0.290	0.866	0.369	0.639	1.038
A26	12.457	0.705	0.342	0.906	0.403	0.639	1.015
A27	12.457	0.705	0.354	0.914	0.411	0.644	1.029
A28	35.659	2.018	0.042	0.495	0.140	0.999	3.359
A29	46.481	2.630	0.032	0.457	0.123	1.203	5.068
A30	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A31	42.642	2.413	0.125	0.683	0.239	1.648	7.785
A32	32.471	1.837	0.167	0.741	0.276	1.362	5.105
A33	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A34	52.342	2.962	0.029	0.441	0.116	1.307	6.092
A35	44.186	2.500	0.034	0.464	0.126	1.161	4.685
A36	27.558	1.559	0.054	0.534	0.158	0.833	2.251
A37	39.394	2.229	0.038	0.480	0.133	1.071	3.921
A38	15.571	0.881	0.405	0.948	0.443	0.835	1.697
A39	43.189	2.444	0.035	0.467	0.128	1.142	4.522
A40	25.817	1.461	0.058	0.545	0.164	0.796	2.034
A41	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A42	38.564	2.182	0.039	0.483	0.135	1.055	3.793
A43	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A44	32.661	1.848	0.046	0.508	0.146	0.939	2.930
A45	43.065	2.437	0.164	0.738	0.274	1.799	8.928

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
A46	15.571	0.881	0.457	0.978	0.475	0.862	1.778
A47	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A48	51.642	2.922	0.029	0.443	0.117	1.295	5.966
A49	18.158	1.028	0.408	0.949	0.445	0.975	2.314
A50	43.509	2.462	0.034	0.466	0.127	1.148	4.575
A51	45.285	2.563	0.170	0.746	0.279	1.911	10.020
A52	74.188	4.198	0.020	0.397	0.098	1.667	10.454
A53	39.385	2.229	0.038	0.480	0.133	1.071	3.920
A54	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A55	45.185	2.557	0.033	0.461	0.125	1.179	4.850
A56	43.289	2.450	0.035	0.467	0.127	1.144	4.539
A57	32.313	1.829	0.046	0.510	0.147	0.932	2.882
A58	15.571	0.881	0.559	1.028	0.535	0.906	1.917
A59	32.895	1.861	0.046	0.507	0.145	0.944	2.963
A60	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A61	26.969	1.526	0.056	0.538	0.160	0.821	2.176
A62	55.415	3.136	0.166	0.741	0.276	2.323	14.850
A63	63.238	3.579	0.024	0.417	0.106	1.492	8.165
A64	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A65	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A66	55.137	3.120	0.027	0.434	0.113	1.355	6.603
A67	30.859	1.746	0.049	0.517	0.150	0.902	2.684
A68	55.074	3.117	0.027	0.435	0.114	1.354	6.591
A69	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A70	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A71	32.134	1.818	0.305	0.878	0.379	1.596	6.443
A72	32.623	1.846	0.046	0.508	0.146	0.938	2.925
A73	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A74	51.642	2.922	0.029	0.443	0.117	1.295	5.966
A75	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
A76	55.137	3.120	0.027	0.434	0.113	1.355	6.603
A77	43.926	2.486	0.034	0.465	0.127	1.156	4.643
A78	43.975	2.488	0.240	0.821	0.333	2.044	10.920
A79	45.299	2.563	0.033	0.461	0.125	1.181	4.869
A80	42.776	2.421	0.035	0.469	0.128	1.135	4.455
B01	40.841	2.311	0.037	0.475	0.131	1.098	4.147
B02	27.025	1.529	0.056	0.537	0.160	0.822	2.183
B03	53.266	3.014	0.028	0.439	0.115	1.323	6.259
B04	43.624	2.469	0.034	0.466	0.127	1.150	4.593
B05	38.350	2.170	0.044	0.503	0.144	1.092	3.983

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
B06	51.489	2.914	0.038	0.482	0.134	1.403	6.722
B07	67.843	3.839	0.022	0.408	0.103	1.567	9.104
B08	22.296	1.262	0.067	0.569	0.176	0.718	1.619
B09	29.326	1.660	0.051	0.525	0.154	0.871	2.479
B10	40.311	2.281	0.037	0.477	0.132	1.088	4.063
B11	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
B12	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
B13	22.195	1.256	0.068	0.570	0.176	0.716	1.608
1.01	24.960	1.412	0.060	0.550	0.166	0.777	1.930
1.02	33.372	1.888	0.045	0.505	0.144	0.953	3.030
1.03	30.093	1.703	0.050	0.521	0.152	0.886	2.581
1.04	25.329	1.433	0.059	0.548	0.165	0.785	1.974
1.05	25.323	1.433	0.082	0.604	0.194	0.865	2.283
1.06	28.143	1.593	0.053	0.531	0.157	0.846	2.326
1.07	27.167	1.537	0.055	0.537	0.160	0.825	2.201
1.08	36.171	2.047	0.041	0.493	0.139	1.009	3.434
1.09	18.839	1.066	0.189	0.768	0.295	0.819	1.814
1.1	43.185	2.444	0.089	0.618	0.202	1.510	6.873
1.11	33.814	1.913	0.044	0.503	0.143	0.962	3.092
1.12	23.605	1.336	0.187	0.766	0.293	1.023	2.833
1.13	37.118	2.100	0.040	0.489	0.137	1.027	3.574
1.14	34.103	1.930	0.044	0.501	0.143	0.968	3.134
1.15	22.140	1.253	0.068	0.570	0.176	0.714	1.602
1.16	17.167	0.971	0.087	0.615	0.200	0.597	1.077
1.17	22.194	1.256	0.257	0.837	0.346	1.052	2.864
1.18	33.403	1.890	0.182	0.760	0.289	1.436	5.606
1.19	32.599	1.845	0.046	0.508	0.146	0.938	2.922
1.2	35.473	2.007	0.179	0.756	0.286	1.518	6.280
1.21	18.263	1.033	0.082	0.604	0.194	0.624	1.187
1.22	47.008	2.660	0.032	0.456	0.122	1.212	5.157
1.23	17.875	1.011	0.084	0.607	0.196	0.614	1.147
1.24	35.392	2.003	0.042	0.496	0.140	0.993	3.320
1.25	18.418	1.042	0.081	0.602	0.193	0.627	1.202
1.26	35.511	2.010	0.047	0.511	0.147	1.028	3.498
1.27	25.588	1.448	0.059	0.546	0.164	0.791	2.006
1.28	32.645	1.847	0.060	0.551	0.167	1.018	3.308
1.29	29.272	1.656	0.300	0.874	0.376	1.448	5.313
1.3	13.625	0.771	0.678	1.075	0.604	0.829	1.569
2.01	17.600	0.996	0.085	0.610	0.197	0.608	1.120
2.02	31.201	1.766	0.048	0.515	0.149	0.909	2.730

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt m/s	Ta Pa
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D		
2.03	36.118	2.044	0.042	0.493	0.139	1.008	3.426
2.04	29.706	1.681	0.050	0.523	0.153	0.878	2.529
2.05	27.351	1.548	0.055	0.536	0.159	0.829	2.224
2.06	32.970	1.866	0.045	0.507	0.145	0.945	2.973
2.07	25.123	1.422	0.060	0.551	0.167	0.784	1.960
2.08	16.834	0.953	0.089	0.618	0.202	0.589	1.045
2.09	16.278	0.921	0.113	0.663	0.227	0.610	1.084
2.1	23.194	1.313	0.085	0.610	0.197	0.801	1.946
2.11	43.851	2.481	0.051	0.524	0.154	1.301	5.541
2.12	35.263	1.995	0.071	0.578	0.180	1.153	4.142
3.01	31.766	1.798	0.047	0.512	0.148	0.921	2.807
3.02	45.866	2.595	0.033	0.459	0.124	1.191	4.964
3.03	54.850	3.104	0.027	0.435	0.114	1.350	6.550
3.04	16.981	0.961	0.088	0.617	0.201	0.593	1.059
3.05	28.914	1.636	0.052	0.527	0.155	0.862	2.425
3.06	41.607	2.354	0.036	0.473	0.130	1.113	4.268
3.07	16.478	0.932	0.091	0.622	0.204	0.580	1.011
3.08	15.786	0.893	0.135	0.698	0.248	0.623	1.102
3.09	17.900	1.013	0.147	0.715	0.259	0.724	1.470
3.1	23.797	1.347	0.063	0.558	0.170	0.752	1.792
3.11	30.028	1.699	0.050	0.521	0.152	0.885	2.572
3.12	44.488	2.517	0.034	0.463	0.126	1.166	4.735
3.13	19.249	1.089	0.188	0.767	0.294	0.835	1.888
3.14	43.923	2.486	0.090	0.621	0.203	1.543	7.156
3.15	18.423	1.043	0.236	0.818	0.331	0.853	1.905
3.16	21.249	1.202	0.071	0.577	0.180	0.694	1.502
3.17	27.052	1.531	0.055	0.537	0.160	0.823	2.187
3.18	33.596	1.901	0.045	0.504	0.144	0.958	3.062
3.19	20.842	1.179	0.072	0.581	0.182	0.685	1.458
3.2	17.409	0.985	0.086	0.612	0.198	0.603	1.101
3.21	23.928	1.354	0.063	0.557	0.170	0.755	1.807
3.22	32.828	1.858	0.061	0.552	0.167	1.026	3.357
3.23	17.655	0.999	0.085	0.610	0.197	0.609	1.125
3.24	24.059	1.361	0.062	0.556	0.169	0.758	1.823
3.25	16.423	0.929	0.091	0.623	0.204	0.579	1.005
3.26	36.418	2.061	0.041	0.492	0.138	1.013	3.470
3.27	29.560	1.673	0.119	0.672	0.233	1.125	3.655
3.28	33.876	1.917	0.044	0.502	0.143	0.963	3.101
3.29	44.992	2.546	0.188	0.767	0.293	1.952	10.310
3.3	31.671	1.792	0.047	0.513	0.148	0.919	2.794

Tub No	A tubo lleno		Relaciones			Vt	Ta
	Q(lps)	V(m/s)	Q/QII	Vt/VII	H/D	m/s	Pa
3.31	52.762	2.986	0.028	0.440	0.116	1.314	6.168
3.32	19.432	1.100	0.077	0.593	0.188	0.652	1.307
3.33	71.450	2.274	0.264	0.844	0.351	1.920	8.634
3.35	59.679	3.377	0.025	0.424	0.109	1.432	7.464
3.37	23.745	1.344	0.063	0.559	0.170	0.751	1.786
3.38	27.712	1.568	0.054	0.533	0.158	0.837	2.270
3.39	40.351	2.283	0.037	0.477	0.132	1.089	4.070
3.4	22.651	1.282	0.066	0.566	0.174	0.726	1.659
3.41	16.799	0.951	0.089	0.619	0.202	0.588	1.042
3.42	55.518	3.142	0.032	0.457	0.123	1.437	7.234
3.43	40.176	2.273	0.037	0.478	0.132	1.086	4.042
3.46	20.629	1.167	0.073	0.582	0.183	0.680	1.435
3.47	43.173	2.443	0.035	0.467	0.128	1.142	4.520
3.48	27.327	1.546	0.055	0.536	0.159	0.828	2.221
3.49	41.672	2.358	0.036	0.472	0.130	1.114	4.278
3.5	48.979	2.772	0.031	0.450	0.120	1.248	5.497
3.55	21.988	1.244	0.068	0.571	0.177	0.711	1.584
3.56	56.056	3.172	0.027	0.432	0.113	1.371	6.775
3.57	39.087	2.212	0.038	0.482	0.134	1.065	3.874
3.6	46.818	2.649	0.032	0.456	0.123	1.209	5.125
3.61	35.592	2.014	0.042	0.495	0.140	0.997	3.349
3.62	29.563	1.673	0.051	0.523	0.153	0.875	2.510
3.63	36.905	2.088	0.041	0.490	0.138	1.023	3.542
3.64	33.738	1.909	0.048	0.515	0.149	0.983	3.192
3.67	28.557	1.616	0.053	0.529	0.156	0.855	2.379
75.A13	12.030	0.681	0.198	0.779	0.302	0.530	1.341

Anexo 8. Cálculo de elevaciones en atarjeas

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
1	584.75	584.45	64.73	150	0.57%	583.20	582.83	1.40	1.47
2	584.45	583.45	62.33	150	1.60%	582.83	581.83	1.47	1.47
3	583.45	579.90	72.94	150	4.87%	581.83	578.28	1.47	1.47
4	581.84	579.90	67.06	150	2.89%	580.29	578.35	1.40	1.40
5	579.90	578.00	65.98	150	2.88%	578.28	576.38	1.47	1.47
6	583.45	582.89	67.04	150	0.84%	581.90	581.34	1.40	1.40
7	583.45	582.89	63.38	150	0.88%	581.90	581.34	1.40	1.40
8	582.89	581.84	72.11	150	1.46%	581.34	580.29	1.40	1.40
9	582.12	581.84	64.25	150	0.58%	580.57	580.20	1.40	1.49
10	581.84	579.38	66.29	150	3.50%	580.29	577.97	1.40	1.26
11	579.90	579.38	67.67	150	0.77%	578.35	577.83	1.40	1.40
12	579.38	578.00	65.17	150	2.12%	577.97	576.59	1.26	1.26
13	578.00	578.00	61.74	150	0.50%	576.38	576.08	1.47	1.77
14	580.00	580.00	62.19	150	0.58%	578.45	578.09	1.40	1.76
15	580.00	579.31	56.14	150	1.23%	578.09	577.40	1.76	1.76
16	579.56	579.31	47.96	150	0.58%	578.01	577.73	1.40	1.43
17	579.31	578.63	83.27	150	0.82%	577.40	576.72	1.76	1.76
18	579.15	578.63	66.89	150	0.78%	577.60	577.08	1.40	1.40
19	578.63	578.00	65.99	150	0.95%	576.72	576.09	1.76	1.76
20	578.00	579.00	67.68	150	0.50%	576.08	575.74	1.77	3.11
21	579.38	579.00	63.09	150	0.60%	577.83	577.45	1.40	1.40
22	579.15	579.00	65.48	150	0.57%	577.60	577.23	1.40	1.62
23	579.00	577.80	69.80	150	0.50%	575.74	575.39	3.11	2.26
24	579.90	577.80	63.65	150	3.30%	578.35	576.25	1.40	1.40
25	577.80	577.42	66.34	150	0.57%	575.39	575.01	2.26	2.26
26	579.56	579.32	31.99	150	0.75%	578.01	577.77	1.40	1.40
27	579.32	579.15	46.67	150	0.57%	577.77	577.50	1.40	1.50
28	579.15	577.42	68.97	150	2.51%	577.50	575.77	1.50	1.50
29	578.00	577.42	67.78	150	0.86%	576.45	575.87	1.40	1.40
31	582.89	582.65	59.53	150	0.60%	581.34	580.98	1.40	1.52
32	582.65	582.12	71.06	150	0.75%	580.98	580.45	1.52	1.52
33	582.12	579.90	66.95	150	3.32%	580.45	578.23	1.52	1.52
34	579.90	579.20	64.24	150	1.09%	578.23	577.53	1.52	1.52
35	582.30	581.13	70.63	150	1.66%	580.75	579.58	1.40	1.40
36	582.12	581.13	64.40	150	1.54%	580.57	579.58	1.40	1.40
37	581.13	579.20	68.19	150	2.83%	579.58	577.65	1.40	1.40
38	579.20	577.78	64.00	150	2.22%	577.53	576.11	1.52	1.52

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
39	577.80	577.78	64.30	150	0.57%	576.25	575.88	1.40	1.75
40	577.78	576.40	64.88	150	2.13%	575.88	574.50	1.75	1.75
42	580.05	578.83	67.45	150	1.81%	578.50	577.28	1.40	1.40
43	579.20	578.83	66.65	150	0.57%	577.65	577.27	1.40	1.41
44	578.83	577.00	64.62	150	2.83%	577.27	575.44	1.41	1.41
45	577.78	577.00	66.20	150	1.18%	576.23	575.45	1.40	1.40
46	577.00	575.38	66.61	150	2.43%	575.44	573.82	1.41	1.41
48	577.00	576.80	66.09	150	0.57%	575.45	575.07	1.40	1.58
49	578.13	576.80	65.39	150	2.03%	576.58	575.25	1.40	1.40
50	576.80	575.31	66.22	150	2.25%	575.07	573.58	1.58	1.58
52	576.80	576.61	67.65	150	0.56%	575.25	574.87	1.40	1.59
53	576.61	575.33	65.98	150	1.94%	574.87	573.59	1.59	1.59
55	575.75	575.24	66.67	150	0.76%	574.20	573.69	1.40	1.40
58	575.24	574.75	65.04	150	0.75%	573.69	573.20	1.40	1.40
59	574.75	573.93	64.66	150	1.27%	573.20	572.38	1.40	1.40
64	572.84	571.44	63.60	150	2.20%	571.29	569.89	1.40	1.40
65	572.78	571.44	64.77	150	2.07%	571.23	569.89	1.40	1.40
66	571.44	569.60	63.30	150	2.91%	569.89	568.05	1.40	1.40
67	571.73	569.60	63.61	150	3.35%	570.18	568.05	1.40	1.40
68	569.00	567.00	69.13	150	2.89%	567.65	565.65	1.20	1.20
69	567.00	565.70	59.76	150	2.18%	565.65	564.35	1.20	1.20
70	565.70	565.00	62.44	150	1.12%	564.35	563.65	1.20	1.20
71	568.48	565.00	65.22	150	5.34%	567.13	563.65	1.20	1.20
72	568.00	565.00	70.18	150	4.27%	566.65	563.65	1.20	1.20
73	565.00	565.00	64.82	150	0.50%	563.65	563.33	1.20	1.52
74	565.00	565.64	70.35	150	0.48%	563.33	562.99	1.52	2.50
75	567.75	565.64	61.73	150	3.42%	566.40	564.29	1.20	1.20
76	573.93	572.84	65.43	150	1.67%	572.38	571.29	1.40	1.40
77	573.23	572.84	66.58	150	0.59%	571.68	571.29	1.40	1.40
78	572.84	571.00	66.76	150	2.76%	571.29	569.45	1.40	1.40
79	574.75	573.23	65.33	150	2.33%	573.20	571.68	1.40	1.40
80	573.23	570.60	64.94	150	4.05%	571.68	569.05	1.40	1.40
81	575.33	574.40	66.06	150	1.41%	573.78	572.85	1.40	1.40
82	574.75	574.40	85.88	150	0.56%	573.20	572.72	1.40	1.53
83	573.23	572.81	84.89	150	0.56%	571.68	571.20	1.40	1.46
84	574.40	572.81	64.66	150	2.46%	572.72	571.13	1.53	1.53
85	572.81	571.17	66.29	150	2.47%	571.13	569.49	1.53	1.53
86	575.31	573.90	65.73	150	2.15%	573.76	572.35	1.40	1.40
87	574.40	573.90	64.05	150	0.78%	572.85	572.35	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
88	574.53	573.90	66.24	150	0.95%	572.98	572.35	1.40	1.40
89	573.90	572.72	65.62	150	1.80%	572.35	571.17	1.40	1.40
90	572.81	572.72	64.51	150	0.56%	571.26	570.90	1.40	1.67
91	575.38	574.53	65.89	150	1.29%	573.83	572.98	1.40	1.40
92	576.40	575.75	67.44	150	0.96%	574.85	574.20	1.40	1.40
93	578.10	578.00	66.08	150	0.56%	576.55	576.18	1.40	1.67
94	579.56	579.41	19.52	150	0.77%	578.01	577.86	1.40	1.40
95	579.41	579.30	14.63	150	0.75%	577.86	577.75	1.40	1.40
96	579.30	578.00	66.63	150	1.95%	577.75	576.45	1.40	1.40
97	578.00	575.75	67.67	150	3.32%	576.18	573.93	1.67	1.67
98	575.75	574.53	66.64	150	1.83%	573.93	572.71	1.67	1.67
99	574.53	573.55	66.19	150	1.48%	572.71	571.73	1.67	1.67
100	575.75	575.50	66.57	150	0.56%	574.20	573.83	1.40	1.52
101	580.00	579.44	62.44	150	0.90%	578.45	577.89	1.40	1.40
102	579.41	579.44	51.51	150	0.56%	577.86	577.57	1.40	1.72
103	579.44	578.10	71.88	150	1.86%	577.57	576.23	1.72	1.72
104	578.10	575.50	69.86	150	3.72%	576.23	573.63	1.72	1.72
105	575.50	573.55	64.88	150	3.01%	573.63	571.68	1.72	1.72
106	573.55	572.72	66.38	150	1.25%	571.68	570.85	1.72	1.72
107	572.72	571.88	67.45	150	1.25%	570.85	570.01	1.72	1.72
108	578.64	577.34	70.88	150	1.83%	577.09	575.79	1.40	1.40
109	578.10	577.34	64.86	150	1.17%	576.55	575.79	1.40	1.40
110	577.34	574.70	72.11	150	3.66%	575.79	573.15	1.40	1.40
111	575.50	574.70	65.54	150	1.22%	573.95	573.15	1.40	1.40
112	574.70	572.75	63.07	150	3.09%	573.15	571.20	1.40	1.40
113	573.55	572.75	65.47	150	1.22%	572.00	571.20	1.40	1.40
114	572.75	571.88	67.62	150	1.29%	571.20	570.33	1.40	1.40
115	579.44	578.64	64.28	150	1.24%	577.89	577.09	1.40	1.40
116	580.00	578.64	63.54	150	2.14%	578.45	577.09	1.40	1.40
117	578.64	577.16	74.69	150	1.98%	577.09	575.61	1.40	1.40
118	580.00	578.70	76.64	150	1.70%	578.45	577.15	1.40	1.40
119	578.70	577.16	63.51	150	2.42%	577.15	575.61	1.40	1.40
120	577.66	577.16	84.93	150	0.59%	576.11	575.61	1.40	1.40
121	577.16	575.30	69.82	150	2.66%	575.61	573.75	1.40	1.40
122	576.36	575.30	78.65	150	1.35%	574.81	573.75	1.40	1.40
123	577.34	575.30	72.57	150	2.81%	575.79	573.75	1.40	1.40
124	575.30	573.75	70.15	150	2.21%	573.75	572.20	1.40	1.40
125	574.85	573.65	70.07	150	1.71%	573.30	572.10	1.40	1.40
126	574.70	573.65	71.37	150	1.47%	573.15	572.10	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
127	573.65	572.80	65.59	150	1.30%	572.10	571.25	1.40	1.40
128	573.82	572.80	64.42	150	1.58%	572.27	571.25	1.40	1.40
129	572.75	572.80	69.58	150	0.56%	571.20	570.81	1.40	1.84
130	572.80	572.25	67.65	150	0.81%	570.81	570.26	1.84	1.84
131	573.28	572.25	60.41	150	1.71%	571.73	570.70	1.40	1.40
132	572.25	571.88	66.00	150	0.56%	570.26	569.89	1.84	1.84
134	571.50	571.17	65.05	150	0.56%	569.95	569.59	1.40	1.43
136	572.25	571.50	62.89	150	1.19%	570.70	569.95	1.40	1.40
137	572.35	571.50	56.30	150	1.51%	570.80	569.95	1.40	1.40
138	571.50	569.10	85.56	150	2.81%	569.95	567.55	1.40	1.40
139	577.66	576.36	68.43	150	1.90%	576.11	574.81	1.40	1.40
140	576.36	574.85	73.10	150	2.07%	574.81	573.30	1.40	1.40
141	574.85	573.82	64.34	150	1.60%	573.30	572.27	1.40	1.40
142	574.08	573.82	84.57	150	0.56%	572.53	572.06	1.40	1.61
143	573.82	573.28	68.46	150	0.79%	572.06	571.52	1.61	1.61
144	573.32	573.28	78.70	150	0.56%	571.77	571.33	1.40	1.80
145	573.28	572.35	62.48	150	1.49%	571.33	570.40	1.80	1.80
146	572.45	572.35	74.77	150	0.56%	570.90	570.48	1.40	1.72
147	572.35	570.35	84.70	150	2.36%	570.40	568.40	1.80	1.80
148	578.70	578.10	90.54	150	0.66%	577.15	576.55	1.40	1.40
149	578.10	575.20	99.32	150	2.92%	576.55	573.65	1.40	1.40
150	575.20	574.84	63.71	150	0.57%	573.65	573.29	1.40	1.40
151	578.10	577.66	63.28	150	0.70%	576.55	576.11	1.40	1.40
152	577.66	574.84	95.13	150	2.96%	576.11	573.29	1.40	1.40
153	574.84	574.87	67.67	150	0.56%	573.29	572.91	1.40	1.81
154	576.36	574.87	91.43	150	1.63%	574.81	573.32	1.40	1.40
155	574.87	574.76	75.97	150	0.56%	572.91	572.49	1.81	2.12
156	574.85	574.76	87.63	150	0.56%	573.30	572.81	1.40	1.80
157	574.76	574.08	62.22	150	0.50%	572.49	572.17	2.12	1.76
158	574.08	573.32	70.28	150	0.50%	572.17	571.82	1.76	1.35
159	573.32	572.45	61.79	150	1.41%	571.82	570.95	1.35	1.35
160	572.45	570.95	85.49	150	1.75%	570.95	569.45	1.35	1.35
161	570.95	570.35	69.55	150	0.86%	569.45	568.85	1.35	1.35
162	570.35	569.10	51.50	150	2.43%	568.85	567.60	1.35	1.35
163	569.10	570.60	62.89	150	0.50%	567.60	567.29	1.35	3.16
166	571.44	570.50	64.92	150	1.45%	569.89	568.95	1.40	1.40
173	570.00	569.00	71.00	150	1.41%	568.00	567.00	1.85	1.85
174	569.00	569.00	71.00	150	0.63%	567.00	566.55	1.85	2.30
A01	570.35	569.19	72.20	150	1.61%	568.80	567.64	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
A02	570.95	569.18	75.87	150	2.33%	569.40	567.63	1.40	1.40
A03	569.19	570.00	27.12	150	0.56%	567.64	567.49	1.40	2.36
A04	570.00	569.18	39.65	150	2.07%	568.45	567.63	1.40	1.40
A05	570.00	567.93	42.80	150	2.50%	567.49	566.42	2.36	1.36
A06	569.18	568.40	50.72	150	1.54%	567.63	566.85	1.40	1.40
A07	568.40	566.90	73.81	150	2.03%	566.85	565.35	1.40	1.40
A08	566.90	565.30	34.25	150	4.67%	565.35	563.75	1.40	1.40
A09	568.40	568.24	26.35	150	0.61%	566.85	566.69	1.40	1.40
A10	568.24	567.93	17.01	150	1.82%	566.69	566.38	1.40	1.40
A11	567.93	566.00	48.69	150	3.96%	566.42	564.49	1.36	1.36
A12	568.24	565.30	78.90	150	3.73%	566.69	563.75	1.40	1.40
A13	566.00	565.30	34.09	150	2.05%	564.49	563.79	1.36	1.36
A14	565.30	565.00	43.44	150	0.69%	562.65	562.35	2.50	2.50
A15	565.00	564.00	15.23	150	6.57%	562.35	561.35	2.50	2.50
A16	567.00	566.90	16.11	150	0.62%	565.45	565.35	1.40	1.40
A17	566.90	564.00	38.15	150	7.60%	565.35	562.45	1.40	1.40
A18	564.00	565.00	42.98	150	0.36%	561.35	561.20	2.50	3.65
A19	565.00	565.10	18.25	150	0.36%	561.20	561.13	3.65	3.82
A20	565.05	565.10	16.04	150	0.35%	561.08	561.03	3.82	3.92
A21	568.00	567.00	18.19	150	5.50%	566.45	565.45	1.40	1.40
A22	567.00	565.05	85.28	150	2.29%	565.45	563.50	1.40	1.40
A23	568.00	567.00	18.76	150	5.33%	566.45	565.45	1.40	1.40
A24	567.00	565.10	69.12	150	2.75%	565.45	563.55	1.40	1.40
A25	565.10	565.00	28.67	150	0.35%	561.03	560.92	3.92	3.93
A26	565.00	565.00	88.02	150	0.32%	560.92	560.64	3.93	4.21
A27	565.00	562.90	50.56	150	0.32%	560.64	560.48	4.21	2.27
A28	566.70	565.35	51.48	150	2.62%	565.15	563.80	1.40	1.40
A29	566.70	563.00	83.04	150	4.46%	565.15	561.45	1.40	1.40
A30	563.00	562.90	40.97	150	0.56%	561.45	561.22	1.40	1.53
A31	562.90	560.00	73.96	150	3.75%	561.22	558.45	1.53	1.40
A32	560.00	559.00	45.99	150	2.17%	558.45	557.45	1.40	1.40
A33	565.00	565.00	44.08	150	0.56%	563.45	563.20	1.40	1.65
A34	565.00	561.20	64.09	150	5.65%	563.25	559.63	1.60	1.42
A35	562.90	561.20	42.22	150	4.03%	561.35	559.65	1.40	1.40
A36	562.00	561.20	51.08	150	1.57%	560.45	559.65	1.40	1.40
A37	561.20	559.00	68.74	150	3.20%	559.65	557.45	1.40	1.40
A38	559.00	559.00	17.55	150	0.50%	557.45	557.36	1.40	1.49
A39	565.00	563.00	51.99	150	3.85%	563.45	561.45	1.40	1.40
A40	563.00	562.00	72.75	150	1.37%	561.45	560.45	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
A41	562.00	562.00	49.08	150	0.56%	560.45	560.18	1.40	1.67
A42	562.00	560.00	65.21	150	3.07%	560.18	558.18	1.67	1.67
A43	560.00	560.00	11.37	150	0.56%	558.18	558.11	1.67	1.74
A44	560.00	559.00	32.44	150	2.20%	558.11	557.40	1.74	1.45
A45	559.00	557.00	52.29	150	3.82%	557.40	555.40	1.45	1.45
A46	557.00	557.00	35.73	150	0.50%	555.40	555.22	1.45	1.63
A47	560.00	560.00	35.62	150	0.56%	558.45	558.25	1.40	1.60
A48	560.00	557.00	51.13	150	5.50%	558.25	555.44	1.60	1.41
A49	557.00	558.00	37.74	150	0.68%	555.22	554.96	1.63	2.89
A50	560.00	558.00	51.23	150	3.90%	558.45	556.45	1.40	1.40
A51	558.00	556.00	47.29	150	4.23%	554.96	552.96	2.89	2.89
A52	562.00	557.00	44.05	150	11.35%	560.45	555.45	1.40	1.40
A53	562.00	560.00	62.52	150	3.20%	560.45	558.45	1.40	1.40
A54	557.00	558.00	58.54	150	0.56%	555.45	555.12	1.40	2.73
A55	560.00	558.00	47.50	150	4.21%	558.45	556.45	1.40	1.40
A56	558.00	556.00	51.75	150	3.86%	556.25	554.25	1.60	1.60
A57	557.00	556.00	46.44	150	2.15%	555.45	554.45	1.40	1.40
A58	556.00	556.00	46.81	150	0.50%	554.45	554.22	1.40	1.63
A59	558.00	557.00	44.81	150	2.23%	556.45	555.45	1.40	1.40
A60	557.00	557.00	44.49	150	0.56%	555.45	555.20	1.40	1.65
A61	557.00	556.00	50.69	150	1.50%	555.20	554.44	1.65	1.41
A62	556.00	553.00	47.37	150	6.33%	554.31	551.31	1.54	1.54
A63	557.00	553.00	48.50	150	8.25%	555.31	551.31	1.54	1.54
A64	556.00	556.00	24.55	150	0.56%	554.45	554.31	1.40	1.54
A65	556.00	556.00	24.65	150	0.56%	554.45	554.31	1.40	1.54
A66	556.00	553.00	47.85	150	6.27%	554.31	551.31	1.54	1.54
A67	557.00	556.00	50.92	150	1.96%	555.45	554.45	1.40	1.40
A68	556.00	553.00	47.96	150	6.26%	554.45	551.45	1.40	1.40
A69	553.00	553.00	24.73	150	0.56%	551.45	551.31	1.40	1.54
A70	553.00	553.00	27.86	150	0.56%	551.31	551.16	1.54	1.69
A71	553.00	552.00	46.96	150	2.13%	551.16	550.16	1.69	1.69
A72	558.00	557.00	45.56	150	2.19%	556.45	555.45	1.40	1.40
A73	557.00	557.00	46.45	150	0.56%	555.45	555.19	1.40	1.66
A74	557.00	554.00	50.06	150	5.50%	555.19	552.44	1.66	1.41
A75	554.00	554.00	45.29	150	0.56%	552.44	552.18	1.41	1.67
A76	557.00	554.00	47.85	150	6.27%	555.45	552.45	1.40	1.40
A77	554.00	552.00	50.26	150	3.98%	552.18	550.18	1.67	1.67
A78	552.00	550.00	50.15	150	3.99%	550.16	548.16	1.69	1.69
A79	554.00	552.00	47.26	150	4.23%	552.45	550.45	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
B01	555.00	554.00	29.07	150	3.44%	553.45	552.45	1.40	1.40
B02	555.00	554.00	66.39	150	1.51%	553.45	552.45	1.40	1.40
B03	554.00	552.00	34.18	150	5.85%	552.45	550.45	1.40	1.40
B04	556.00	552.00	101.92	150	3.92%	554.45	550.45	1.40	1.40
B05	552.00	551.00	32.97	150	3.03%	550.25	549.25	1.60	1.60
B06	551.00	548.00	54.87	150	5.47%	549.25	546.25	1.60	1.60
B07	556.00	550.00	63.21	150	9.49%	554.45	548.45	1.40	1.40
B08	551.00	550.00	97.54	150	1.03%	549.45	548.45	1.40	1.40
B09	550.00	549.00	56.38	150	1.77%	548.45	547.45	1.40	1.40
B10	549.00	547.00	59.68	150	3.35%	547.45	545.45	1.40	1.40
B11	547.00	547.00	97.53	150	0.56%	545.45	544.90	1.40	1.95
B12	547.00	548.00	60.60	150	0.56%	544.90	544.56	1.95	3.29
B13	549.00	548.00	98.43	150	1.02%	547.45	546.45	1.40	1.40
1.01	589.70	588.50	93.40	150	1.28%	588.15	586.95	1.40	1.40
1.02	588.50	586.70	78.37	150	2.30%	586.95	585.15	1.40	1.40
1.03	586.70	585.30	74.96	150	1.87%	585.15	583.75	1.40	1.40
1.04	585.85	585.30	41.57	150	1.32%	584.30	583.75	1.40	1.40
1.05	585.30	584.60	52.93	150	1.32%	583.75	583.05	1.40	1.40
1.06	588.50	587.65	52.04	150	1.63%	586.95	586.10	1.40	1.40
1.07	587.65	586.55	72.27	150	1.52%	586.10	585.00	1.40	1.40
1.08	586.55	584.60	72.27	150	2.70%	585.00	583.05	1.40	1.40
1.09	584.60	584.12	65.58	150	0.73%	583.05	582.57	1.40	1.40
1.10	584.12	581.90	57.72	150	3.85%	582.57	580.35	1.40	1.40
1.11	583.10	581.90	50.89	150	2.36%	581.55	580.35	1.40	1.40
1.12	581.90	581.05	73.97	150	1.15%	580.35	579.50	1.40	1.40
1.13	584.90	583.10	63.35	150	2.84%	583.35	581.55	1.40	1.40
1.14	583.10	581.50	66.71	150	2.40%	581.55	579.95	1.40	1.40
1.15	582.10	581.50	59.35	150	1.01%	580.55	579.95	1.40	1.40
1.16	581.50	581.20	49.36	150	0.61%	579.95	579.65	1.40	1.40
1.17	581.20	580.70	49.22	150	1.02%	579.65	579.15	1.40	1.40
1.18	580.70	578.85	80.40	150	2.30%	579.15	577.30	1.40	1.40
1.19	579.90	578.85	47.91	150	2.19%	578.35	577.30	1.40	1.40
1.20	578.85	578.10	28.90	150	2.60%	577.30	576.55	1.40	1.40
1.21	585.30	584.90	58.15	150	0.69%	583.75	583.35	1.40	1.40
1.22	584.90	582.25	58.15	150	4.56%	583.35	580.70	1.40	1.40
1.23	582.40	582.10	45.53	150	0.66%	580.85	580.55	1.40	1.40
1.24	582.10	580.85	48.39	150	2.58%	580.55	579.30	1.40	1.40
1.25	580.85	580.50	50.03	150	0.70%	579.30	578.95	1.40	1.40
1.26	580.50	578.40	80.75	150	2.60%	578.95	576.85	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
1.27	579.08	578.40	50.36	150	1.35%	577.53	576.85	1.40	1.40
1.28	578.40	578.10	13.65	150	2.20%	576.85	576.55	1.40	1.40
1.29	578.10	576.90	67.91	150	1.77%	576.55	575.35	1.40	1.40
1.30	576.90	576.64	67.91	150	0.38%	575.35	575.09	1.40	1.40
2.01	587.65	587.30	54.79	150	0.64%	586.10	585.75	1.40	1.40
2.02	587.30	586.20	54.79	150	2.01%	585.75	584.65	1.40	1.40
2.03	586.20	584.50	63.19	150	2.69%	584.65	582.95	1.40	1.40
2.04	584.50	583.35	63.19	150	1.82%	582.95	581.80	1.40	1.40
2.05	584.12	583.35	49.91	150	1.54%	582.57	581.80	1.40	1.40
2.06	583.35	581.80	69.14	150	2.24%	581.80	580.25	1.40	1.40
2.07	581.80	580.90	69.14	150	1.30%	580.25	579.35	1.40	1.40
2.08	581.20	580.90	51.33	150	0.58%	579.65	579.35	1.40	1.40
2.09	580.90	580.57	60.39	150	0.55%	579.35	579.02	1.40	1.40
2.10	580.57	579.90	60.39	150	1.11%	579.02	578.35	1.40	1.40
2.11	579.90	576.90	75.65	150	3.97%	578.35	575.35	1.40	1.40
2.12	576.90	574.96	75.65	150	2.56%	575.35	573.41	1.40	1.40
3.01	585.85	584.70	55.26	150	2.08%	584.30	583.15	1.40	1.40
3.02	584.70	582.30	55.32	150	4.34%	583.15	580.75	1.40	1.40
3.03	582.30	580.85	23.37	150	6.20%	580.75	579.30	1.40	1.40
3.04	582.63	582.20	72.31	150	0.59%	581.08	580.65	1.40	1.40
3.05	582.20	580.95	72.50	150	1.72%	580.65	579.40	1.40	1.40
3.06	582.90	580.95	54.62	150	3.57%	581.35	579.40	1.40	1.40
3.07	581.00	580.65	65.89	150	0.56%	579.45	579.08	1.40	1.42
3.08	580.85	580.50	68.10	150	0.51%	579.28	578.93	1.42	1.42
3.09	580.50	580.05	68.10	150	0.66%	578.93	578.48	1.42	1.42
3.10	584.75	584.19	47.95	150	1.17%	583.20	582.64	1.40	1.40
3.11	584.19	582.63	83.89	150	1.86%	582.64	581.08	1.40	1.40
3.12	582.63	580.05	63.21	150	4.08%	581.08	578.50	1.40	1.40
3.13	580.05	579.50	71.98	150	0.76%	578.48	577.93	1.42	1.42
3.14	579.50	577.04	61.83	150	3.98%	577.93	575.47	1.42	1.42
3.15	577.04	579.24	61.83	150	0.70%	575.47	575.04	1.42	4.05
3.16	584.19	583.45	79.47	150	0.93%	582.64	581.90	1.40	1.40
3.17	584.45	583.45	66.26	150	1.51%	582.90	581.90	1.40	1.40
3.18	583.45	581.94	64.87	150	2.33%	581.90	580.39	1.40	1.40
3.19	582.63	582.20	48.00	150	0.90%	581.08	580.65	1.40	1.40
3.20	582.20	581.90	48.00	150	0.63%	580.65	580.35	1.40	1.40
3.21	582.65	581.90	63.52	150	1.18%	581.10	580.35	1.40	1.40
3.22	581.90	580.50	62.99	150	2.22%	580.35	578.95	1.40	1.40
3.23	579.85	579.50	54.45	150	0.64%	578.30	577.95	1.40	1.40

Tub No	Cota terreno (m)		Long m	Diám mm	Pend (%) tramo	Elev. Invert (m)		Cobertura (m)	
	entrad	salid				super	inferior	entrad	salid
3.24	579.85	580.50	54.45	150	1.19%	578.30	577.65	1.40	2.70
3.25	582.65	582.30	62.92	150	0.56%	581.10	580.75	1.40	1.40
3.26	582.30	580.50	65.81	150	2.74%	580.75	578.95	1.40	1.40
3.27	580.50	579.24	69.92	150	1.80%	578.95	577.69	1.40	1.40
3.28	580.86	579.24	68.45	150	2.37%	579.31	577.69	1.40	1.40
3.29	579.24	576.64	62.28	150	4.17%	577.69	575.09	1.40	1.40
3.30	582.30	580.86	69.61	150	2.07%	580.75	579.31	1.40	1.40
3.31	580.86	577.20	63.75	150	5.74%	579.31	575.65	1.40	1.40
3.32	577.20	576.64	71.91	150	0.78%	575.65	575.09	1.40	1.40
3.33	576.64	574.96	74.01	200	2.27%	575.09	573.41	1.35	1.35
3.35	577.20	571.88	72.43	150	7.35%	575.65	570.33	1.40	1.40
3.37	580.86	580.05	69.66	150	1.16%	579.31	578.50	1.40	1.40
3.38	581.13	580.05	68.19	150	1.58%	579.58	578.50	1.40	1.40
3.39	580.05	577.86	65.22	150	3.36%	578.50	576.31	1.40	1.40
3.40	577.93	577.20	68.99	150	1.06%	576.38	575.65	1.40	1.40
3.41	578.25	577.86	67.01	150	0.58%	576.70	576.31	1.40	1.40
3.42	577.86	573.39	70.32	150	6.36%	576.31	571.84	1.40	1.40
3.43	575.60	573.39	66.39	150	3.33%	574.05	571.84	1.40	1.40
3.46	578.83	578.25	66.09	150	0.88%	577.28	576.70	1.40	1.40
3.47	578.25	575.60	68.94	150	3.84%	576.70	574.05	1.40	1.40
3.48	576.61	575.60	65.58	150	1.54%	575.06	574.05	1.40	1.40
3.49	575.60	572.50	86.56	150	3.58%	574.05	570.95	1.40	1.40
3.50	575.75	572.50	65.69	150	4.95%	574.20	570.95	1.40	1.40
3.55	576.61	575.75	86.25	150	1.00%	575.06	574.20	1.40	1.40
3.56	575.75	571.90	59.41	150	6.48%	574.20	570.35	1.40	1.40
3.57	574.00	571.90	66.65	150	3.15%	572.45	570.35	1.40	1.40
3.60	574.00	571.12	63.71	150	4.52%	572.45	569.57	1.40	1.40
3.61	572.78	571.12	63.54	150	2.61%	571.23	569.57	1.40	1.40
3.62	571.12	570.00	62.14	150	1.80%	569.57	568.45	1.40	1.40
3.63	571.73	570.00	61.59	150	2.81%	570.18	568.45	1.40	1.40
3.64	570.00	568.50	63.90	150	2.35%	568.45	566.95	1.40	1.40
3.67	570.00	569.00	59.46	150	1.68%	568.45	567.45	1.40	1.40
75.A13	565.64	565.30	64.08	150	0.53%	562.99	562.65	2.50	2.50

Anexo 9. Relaciones hidráulicas

Q/QII	V/VII	Y/D	angulo (radianes)	R/D	R/RII	angulo(grado)
0.000	0.012	0.001	0.0894	0.000	0.001	5.125
0.000	0.019	0.001	0.1265	0.001	0.003	7.249
0.000	0.056	0.005	0.2831	0.003	0.013	16.219
0.000	0.083	0.009	0.3800	0.006	0.024	21.775
0.000	0.106	0.013	0.4571	0.009	0.034	26.188
0.001	0.135	0.019	0.549	0.013	0.050	31.472
0.001	0.154	0.023	0.6090	0.015	0.061	34.892
0.002	0.192	0.032	0.7194	0.021	0.084	41.219
0.003	0.215	0.038	0.7848	0.025	0.100	44.964
0.004	0.236	0.044	0.8453	0.029	0.115	48.434
0.005	0.254	0.049	0.8928	0.032	0.128	51.156
0.005	0.267	0.053	0.9292	0.034	0.138	53.240
0.006	0.280	0.057	0.9643	0.037	0.148	55.250
0.007	0.292	0.061	0.9983	0.040	0.158	57.196
0.008	0.305	0.065	1.0312	0.042	0.168	59.083
0.009	0.314	0.068	1.0553	0.044	0.176	60.463
0.010	0.322	0.071	1.0789	0.046	0.183	61.815
0.011	0.331	0.074	1.1020	0.048	0.190	63.140
0.012	0.340	0.077	1.1247	0.049	0.198	64.442
0.013	0.348	0.080	1.1470	0.051	0.205	65.720
0.014	0.356	0.083	1.1690	0.053	0.213	66.976
0.015	0.364	0.086	1.1905	0.055	0.220	68.212
0.016	0.370	0.088	1.2047	0.056	0.225	69.026
0.017	0.378	0.091	1.2257	0.058	0.232	70.230
0.018	0.383	0.093	1.2396	0.059	0.237	71.023
0.019	0.388	0.095	1.2533	0.060	0.242	71.808
0.021	0.401	0.100	1.2870	0.064	0.254	73.740
0.023	0.411	0.104	1.3134	0.066	0.264	75.254
0.025	0.421	0.108	1.3394	0.068	0.273	76.743
0.026	0.431	0.112	1.3650	0.071	0.283	78.208
0.028	0.441	0.116	1.3902	0.073	0.292	79.651
0.031	0.450	0.120	1.4150	0.075	0.302	81.072
0.032	0.457	0.123	1.4333	0.077	0.309	82.124
0.034	0.466	0.127	1.4575	0.080	0.318	83.510
0.036	0.473	0.130	1.4755	0.081	0.325	84.537
0.038	0.482	0.134	1.4991	0.084	0.335	85.891
0.043	0.497	0.141	1.5397	0.088	0.351	88.221
0.048	0.515	0.149	1.5852	0.092	0.369	90.825
0.053	0.529	0.156	1.6241	0.096	0.385	93.056

Q/QII	V/VII	Y/D	angulo (radianes)	R/D	R/RII	angulo(grado)
0.058	0.544	0.163	1.6624	0.100	0.401	95.247
0.063	0.558	0.170	1.7000	0.104	0.417	97.400
0.068	0.570	0.176	1.7317	0.107	0.430	99.218
0.072	0.581	0.182	1.7630	0.111	0.443	101.012
0.077	0.593	0.188	1.7939	0.114	0.456	102.782
0.082	0.604	0.194	1.8244	0.117	0.469	104.532
0.088	0.615	0.200	1.8546	0.121	0.482	106.260
0.092	0.624	0.205	1.8795	0.123	0.493	107.686
0.098	0.635	0.211	1.9090	0.127	0.506	109.380
0.100	0.639	0.214	1.9218	0.128	0.511	110.109
0.102	0.644	0.216	1.9334	0.129	0.516	110.778
0.107	0.652	0.221	1.9576	0.132	0.527	112.165
0.112	0.661	0.226	1.9817	0.134	0.537	113.540
0.117	0.669	0.231	2.0055	0.137	0.548	114.905
0.122	0.678	0.236	2.0291	0.140	0.558	116.259
0.127	0.686	0.241	2.0526	0.142	0.568	117.604
0.132	0.693	0.245	2.0712	0.144	0.576	118.672
0.137	0.701	0.250	2.0944	0.147	0.587	120.000
0.142	0.709	0.255	2.1174	0.149	0.597	121.319
0.147	0.715	0.259	2.1357	0.151	0.605	122.368
0.150	0.719	0.262	2.1485	0.153	0.610	123.099
0.151	0.721	0.263	2.1539	0.153	0.612	123.412
0.157	0.729	0.268	2.1766	0.156	0.622	124.709
0.162	0.735	0.272	2.1946	0.158	0.630	125.741
0.166	0.741	0.276	2.2125	0.159	0.638	126.769
0.172	0.749	0.281	2.2348	0.162	0.648	128.047
0.177	0.754	0.285	2.2526	0.164	0.655	129.065
0.187	0.766	0.293	2.2879	0.168	0.671	131.087
0.197	0.778	0.301	2.3229	0.171	0.686	133.094
0.207	0.789	0.309	2.3577	0.175	0.701	135.085
0.216	0.798	0.316	2.3879	0.178	0.713	136.815
0.227	0.809	0.324	2.4222	0.182	0.728	138.781
0.237	0.819	0.331	2.4520	0.185	0.741	140.490
0.248	0.829	0.339	2.4859	0.189	0.755	142.432
0.250	0.831	0.341	2.4935	0.190	0.758	142.868
0.257	0.838	0.346	2.5154	0.192	0.767	144.123
0.267	0.847	0.353	2.5448	0.195	0.779	145.805
0.277	0.855	0.360	2.5740	0.198	0.791	147.480
0.287	0.864	0.367	2.6031	0.201	0.803	149.147
0.298	0.872	0.374	2.6321	0.204	0.815	150.808
0.308	0.881	0.381	2.6610	0.207	0.826	152.463
0.317	0.887	0.387	2.6857	0.209	0.836	153.877

Q/QII	V/VII	Y/D	angulo (radianes)	R/D	R/RII	angulo(grado)
0.328	0.895	0.394	2.7144	0.212	0.847	155.521
0.339	0.903	0.401	2.7430	0.215	0.858	157.160
0.348	0.910	0.407	2.7674	0.217	0.868	158.561
0.350	0.911	0.408	2.7731	0.218	0.870	158.888
0.359	0.917	0.414	2.7959	0.220	0.879	160.192
0.368	0.924	0.420	2.8202	0.222	0.888	161.586
0.378	0.930	0.426	2.8445	0.224	0.897	162.978
0.389	0.937	0.433	2.8728	0.227	0.908	164.598
0.399	0.943	0.439	2.8970	0.229	0.916	165.985
0.408	0.949	0.445	2.9211	0.231	0.925	167.369
0.418	0.955	0.451	2.9453	0.233	0.934	168.752
0.430	0.962	0.458	2.9734	0.236	0.944	170.363
0.440	0.968	0.464	2.9975	0.238	0.952	171.742
0.450	0.973	0.470	3.0215	0.240	0.960	173.120
0.460	0.979	0.476	3.0456	0.242	0.969	174.498
0.470	0.984	0.482	3.0696	0.244	0.977	175.874
0.480	0.990	0.488	3.0936	0.246	0.984	177.250
0.490	0.995	0.494	3.1176	0.248	0.992	178.625
0.500	1.000	0.500	3.1416	0.250	1.000	180.000
0.510	1.005	0.506	3.1656	0.252	1.008	181.375
0.520	1.010	0.512	3.1896	0.254	1.015	182.751
0.532	1.016	0.519	3.2176	0.256	1.024	184.356
0.543	1.020	0.525	3.2416	0.258	1.031	185.732
0.553	1.025	0.531	3.2657	0.259	1.038	187.109
0.563	1.030	0.537	3.2897	0.261	1.045	188.488
0.574	1.034	0.543	3.3138	0.263	1.052	189.867
0.586	1.039	0.550	3.3419	0.265	1.060	191.478
0.596	1.044	0.556	3.3661	0.267	1.066	192.861
0.606	1.048	0.562	3.3902	0.268	1.073	194.246
0.617	1.052	0.568	3.4144	0.270	1.079	195.633
0.629	1.057	0.575	3.4427	0.272	1.086	197.254
0.639	1.061	0.581	3.4670	0.273	1.092	198.646
0.650	1.064	0.587	3.4914	0.275	1.098	200.041
0.662	1.069	0.594	3.5198	0.276	1.105	201.672
0.672	1.072	0.600	3.5443	0.278	1.111	203.074
0.684	1.077	0.607	3.5729	0.279	1.117	204.714
0.694	1.080	0.613	3.5975	0.281	1.122	206.123
0.706	1.084	0.620	3.6263	0.282	1.128	207.773
0.716	1.087	0.626	3.6511	0.283	1.134	209.192
0.728	1.091	0.633	3.6801	0.285	1.139	210.853
0.740	1.094	0.640	3.7092	0.286	1.145	212.520
0.750	1.097	0.646	3.7342	0.287	1.150	213.956

Q/QII	V/VII	Y/D	angulo (radianes)	R/D	R/RII	angulo(grado)
0.761	1.101	0.653	3.7636	0.289	1.155	215.637
0.773	1.104	0.660	3.7931	0.290	1.160	217.326
0.784	1.107	0.667	3.8227	0.291	1.165	219.024
0.797	1.110	0.675	3.8567	0.293	1.170	220.975
0.809	1.113	0.682	3.8867	0.294	1.174	222.692
0.820	1.116	0.689	3.9169	0.295	1.179	224.420
0.833	1.119	0.697	3.9516	0.296	1.183	226.407
0.839	1.120	0.701	3.9690	0.296	1.185	227.407
0.845	1.121	0.705	3.9865	0.297	1.188	228.410
0.851	1.123	0.709	4.0041	0.297	1.190	229.417
0.857	1.124	0.713	4.0217	0.298	1.192	230.428
0.863	1.125	0.717	4.0394	0.298	1.194	231.443
0.869	1.126	0.721	4.0572	0.299	1.195	232.463
0.875	1.128	0.725	4.0751	0.299	1.197	233.487
0.881	1.129	0.729	4.0931	0.300	1.199	234.516
0.889	1.130	0.734	4.1156	0.300	1.201	235.809
0.895	1.131	0.738	4.1338	0.301	1.203	236.849
0.900	1.132	0.742	4.1520	0.301	1.204	237.894
0.908	1.133	0.747	4.1750	0.301	1.206	239.208
0.913	1.134	0.751	4.1934	0.302	1.207	240.265
0.920	1.135	0.756	4.2166	0.302	1.209	241.594
0.927	1.136	0.761	4.2400	0.303	1.210	242.933
0.934	1.136	0.766	4.2635	0.303	1.211	244.281
0.939	1.137	0.770	4.2825	0.303	1.212	245.367
0.946	1.138	0.775	4.3063	0.303	1.213	246.734
0.954	1.138	0.781	4.3352	0.304	1.214	248.388
0.960	1.139	0.786	4.3595	0.304	1.215	249.780
0.966	1.139	0.791	4.3840	0.304	1.216	251.183
0.974	1.140	0.797	4.4136	0.304	1.217	252.883
0.981	1.140	0.803	4.4436	0.304	1.217	254.602
0.987	1.140	0.808	4.4689	0.304	1.217	256.049
0.994	1.140	0.814	4.4996	0.304	1.217	257.805
1.001	1.140	0.821	4.5358	0.304	1.217	259.882
1.008	1.140	0.827	4.5673	0.304	1.217	261.688
1.015	1.139	0.834	4.6046	0.304	1.216	263.826
1.022	1.139	0.841	4.6426	0.304	1.215	266.000
1.030	1.138	0.849	4.6868	0.303	1.213	268.534
1.036	1.136	0.856	4.7263	0.303	1.212	270.796
1.043	1.135	0.865	4.7782	0.302	1.209	273.773
1.050	1.133	0.874	4.8317	0.301	1.205	276.835
1.056	1.130	0.883	4.8868	0.300	1.202	279.992
1.063	1.127	0.894	4.9567	0.299	1.196	283.998

Q/QII	V/VII	Y/D	angulo (radianes)	R/D	R/RII	angulo(grado)
1.068	1.122	0.905	5.0299	0.297	1.189	288.192
1.073	1.116	0.919	5.1288	0.295	1.178	293.859
1.076	1.106	0.935	5.2520	0.291	1.163	300.917
1.073	1.090	0.956	5.4379	0.284	1.138	311.566
1.060	1.066	0.977	5.6742	0.275	1.101	325.108
1.038	1.039	0.992	5.9249	0.265	1.059	339.474
1.000	1.000	1.000	6.2832	0.250	1.000	360.000

Anexo 10. Planos

1. Plano topográfico
2. Red de alcantarillado sector 1
3. Red de alcantarillado sector 2
4. Red de alcantarillado sector 3
5. Red de alcantarillado sector 4
6. Red de alcantarillado sector 5
7. Red de alcantarillado sector 6
8. Perfil longitudinal de colector principal tramo 1
9. Perfil longitudinal de colector principal tramo 2
10. Perfil longitudinal de colector principal tramo 3
11. Perfil longitudinal de colector principal tramo 4
12. Perfil longitudinal de colector principal tramo 5