

TESIS DE MAESTRÍA

**DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO EN TERRENOS MUY PLANOS. FACTIBILIDAD DEL DISEÑO SIN LA OPERACIÓN DE BOMBA.
CASO DE ESTUDIO: ALCANTARILLADO DEL DISTRITO DE TUMACO
(NARIÑO)**

LIGIA MERCEDES ZÁRATE CARVAJAL

Asesor: Juan G. Saldarriaga Valderrama



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2019**

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por ponerme siempre en el lugar adecuado y permitirme desarrollar grandes proyectos de vida como este.

A mi guía y mayor ejemplo de vida, mi ángel en el cielo “mi padre” quién inspira mis fuerzas e ilumina mi camino. A mi esposo Fredy quien apoya mis pasos y llena de ilusión mis días. A mi hija y mi madre, quienes asumieron mi limitación de tiempo hacia ellas sin reclamo alguno y con gran amor y colaboración para que yo lograse cumplir mi meta de la mejor manera. Y a todos ellos gracias por ser la razón de mi vida.

A las ingenieras Jackeline Meneses y Fabiola Araujo por su apoyo y confianza al permitirme desarrollar mis obligaciones de estudiante irrumpiendo en el horario laboral. Al Fondo Todos Somos PAZCílico y al Banco Mundial por su colaboración hacia mi tema de tesis y el gran aporte en tanto conocimiento.

A mi amiga Johanna Sauza, a quien Dios puso en mi camino para apoyarnos en múltiples escenarios y lograr juntas ya varios grandes logros en los que se incluye este. A mis compañeros de maestría y en especial a Jesús Zambrano quién sin ningún interés particular más que la amistad, compartió su conocimiento y su tiempo para ayudarnos a entender más fácilmente los conceptos. E indudablemente al ingeniero Juan Saldarriaga por brindarnos tanto conocimiento y que con su gran exigencia, simplemente nos hace mejores profesionales.

TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción	1
1.1	Objetivos	2
1.1.1	Objetivo General	2
1.1.2	Objetivos Específicos.....	2
2	Marco teórico.....	3
2.1	Sistema de alcantarillado	3
2.1.1	Tipos de alcantarillado según su procedencia	3
2.1.2	Tipos de alcantarillado según su naturaleza	4
2.2	Componentes de la red de alcantarillado	6
2.3	Combinación red de alcantarillado convencional y condominial. Caso de estudio Distrito de Tumaco.....	9
2.3.1	Sistema condominial	9
2.3.2	Caso de Estudio Tumaco	11
3	Diseño optimizado de alcantarillado – Herramienta Utopia	13
3.1	Concepto de Natalia Duque (2015).....	13
3.2	Concepto de Jesús Zambrano	14
4	Metodología	15
5	caso de ESTUDIO. distrito de tumaco nariño	17
5.1	Diagnóstico y Recopilación y análisis de estudios existentes.	17
5.1.1	Estudios de Acueducto Tumaco	18
5.1.2	Estudios de Alcantarillado Tumaco	18
5.2	Determinación de la población afectada	24
5.3	Cuantificación de la demanda y/o necesidades.....	25
5.3.1	Dotación Neta y parámetros para el cálculo de la Demanda.....	25
5.3.2	Distribución espacial de población y caudales de acueducto.	26
5.3.3	Cálculo de caudal de Alcantarillado Sanitario.	27

5.4	Conocimiento de la infraestructura existente	30
5.5	Definición del alcance de las intervenciones.	31
	34
5.6	<i>Estudios básicos de alternativas</i>	34
5.6.1	Definición preliminar de la alternativa.....	35
5.6.2	Creación de la topología.....	36
5.6.3	Concepción de los sectores en Isla Tumaco	37
5.6.4	Creación de áreas aferentes.....	40
5.6.5	Creación de archivos .TXT para modelación en UTOPIA	42
5.6.6	Diseño optimizado en UTOPIA	42
6	Análisis de resultados.....	78
6.1	Cálculo de los costos de energía	79
6.2	Comparación de costos de energía de bombeo.....	80
7	Conclusiones.....	81
8	Recomendaciones	83
9	Referencias.....	84
10	Anexos.....	86
10.1	Tablas de diseño con versión de UTOPIA con concepto de Natalia Duque (diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que aproxima a la función de costos).	86
10.1.1	Sector 1.....	86
10.1.2	Sector 2.....	92
10.1.3	Sector 5.....	99
10.1.4	Sector 3.....	107
10.1.5	Sector 4.....	125
10.2	Tablas de diseño con versión de UTOPIA con concepto de Jesús Zambrano (diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que maximiza la cantidad de tubería que va a favor del terreno).	130
10.2.1	Sector 1: Modificando cotas en avenida principal	130
10.2.2	Sector 2: Modificando cotas avenida La Playa	133

10.2.3	Sector 5: Modificando cotas avenida La Playa	137
10.2.4	Sector 3: Modificando cotas avenidas De Los Estudiantes	139
10.2.5	Sector 4: Modificando cotas avenida De Los Estudiantes.....	144
10.3	Diseño con versión de UTOPIA con concepto de Jesús Zambrano con penalización de cantidad de tuberías de inicio. (Diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que maximiza la cantidad de tubería que va a favor del terreno y penalización la cantidad de tuberías de inicio).....	149
10.3.1	Sector 1: Modificando cotas en avenida principal	149
10.3.2	Sector 2: Modificando cotas en avenida La Playa	151
10.3.3	Sector 5: Modificando cotas en avenida La Playa	156
10.3.4	Sector 3: Modificando cotas en avenida De Los Estudiantes.....	158
10.3.5	Sector 4: Modificando cotas en avenida De Los Estudiantes.....	163

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pozo de inspección o cámara de inspección	7
Figura 2 Cámara de caída	8
Figura 3 Sistema Condominial	9
Figura 4 Opciones de ramal condominial	10
Figura 5 Caso de estudio Tumaco	12
Figura 6 Ubicación Tumaco	17
Figura 7 Distribución por zonas de Tumaco	18
Figura 8 Ubicación PTAR proyectada	20
Figura 9 Distribución zona palafítica y no palafítica	21
Figura 10 Comparación alternativas de distribución de Diconsultoría	22
Figura 11 Alternativa General Diconsultoría	22
Figura 12 Comparación sistema convencional y simplificado de Diconsultoría	23
Figura 13 Planificación y estructuración del sistema	31
Figura 14 Parámetros para selección de alternativa de solución	32
Figura 15 Esquema de propuesta de sistema general para Tumaco	32
Figura 16 Análisis zona palafítica	33
Figura 17 Pasarelas en la zona palafítica	34
Figura 18 Zona no palafítica isla Tumaco	34
Figura 19 Esquema de aportes al sistema convencional	35
Figura 20 Definición preliminar de la alternativa	35
Figura 21 Sector 1 con trazado definido	37
Figura 22 Sector 2 con trazado definido y colector principal por avenida La Playa	38
Figura 23 Sector 5 con trazado definido y colector principal por avenida La Playa	38
Figura 24 Sector 3 con trazado definido y colector principal por avenida de los Estudiantes	39
Figura 25 Sector 4 contrazado definido y colector principal por avenida de los Estudiantes	39
Figura 26 Creación de Polígonos de Thiessen	40
Figura 27 Selección de elementos para la creación de polígonos	40

Figura 28 Áreas aferentes a cada nodo – Polígonos de Thiessen.....	41
Figura 29 Modelo de archivo txt para correr UTOPÍA	42
Figura 30 Sector 1 con trazado definido.....	44
Figura 31 Trazado definido sector 1 – modelo UTOPÍA.....	44
Figura 32 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 1 con metodología N. Duque	45
Figura 33 Diseño sector 1 – con metodología N. Duque	45
Figura 34 Sector 2 con trazado definido y colector principal por avenida La Playa	46
Figura 35 Trazado definido sector 2 - modelo UTOPÍA	46
Figura 36 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 2 metodología N. Duque	47
Figura 37 Promedio de excavación en cada tramo - Sector 2 con metodología N. Duque	47
Figura 38 Sector 5 con trazado definido y colector principal por avenida La Playa	48
Figura 39 Trazado definido sector 5 - modelo UTOPÍA	48
Figura 40 Promedio de excavación en cada tramo - Sector 5 con metodología N. Duque	49
Figura 41 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 5 con metodología N. Duque.....	49
Figura 42 Sector 3 con trazado definido y colector principal por avenida De Los Estudiantes	50
Figura 43 Trazado definido sector 3 – modelo UTOPÍA.....	50
Figura 44 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 3 con metodología N. Duque	51
Figura 45 Promedio de excavación en cada tramo - Sector 3 con metodología N. Duque	51
Figura 46 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 4 con metodología N. Duque	52
Figura 47 Trazado definido sector 4 – modelo UTOPÍA.....	52
Figura 48 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 4 con metodología N. Duque	53
Figura 49 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 4 con metodología N. Duque	53
Figura 50 Sector 2 con colector principal por avenida La Playa	55
Figura 51 Malla sector 2	55
Figura 52 Trazado sector 2 por UTOPÍA - N. Duque	56
Figura 53 Vista lateral de avenida La Playa	56
Figura 54 Sector 1 modificando cotas en avenida principal	58
Figura 55 Sector 1 malla	58
Figura 56 Trazado UTOPÍA sector 1 con metodología de Jesús Zambrano	59
Figura 57 Sector 2 modificando cotas en avenida La Playa	59

Figura 58 Sector 2 malla	60
Figura 59 Trazado UTOPÍA sector 2 con metodología de Jesús Zambrano	60
Figura 60 Sector 5 modificando cotas en avenida La Playa	61
Figura 61 Sector 5 malla	61
Figura 62 Trazado UTOPÍA sector 5 con metodología de Jesús Zambrano	62
Figura 63 Sector 3 modificando cotas en avenida de Los Estudiantes	62
Figura 64 Sector 3 malla	63
Figura 65 Trazado UTOPÍA sector 3 con metodología de Jesús Zambrano	63
Figura 66 Sector 4 modificando cotas en avenida de Los Estudiantes	64
Figura 67 Sector 4 malla	64
Figura 68 Trazado UTOPÍA sector 4 con metodología de Jesús Zambrano	65
Figura 69 Sector 3 modificando cotas en avenida del Comercio	66
Figura 70 Trazado UTOPÍA sector 3 con metodología de Jesús Zambrano – colector en av. Del Comercio	66
Figura 71 Sector 4 modificando cotas en avenida del Comercio	67
Figura 72 Trazado UTOPÍA sector 4 con metodología de Jesús Zambrano – colector av. del Comercio	67
Figura 73 Sector 1 modificando cotas en avenida principal	69
Figura 74 Trazado UTOPÍA sector 1 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. principal.....	69
Figura 75 Sector 2 modificando cotas en avenida La Playa	70
Figura 76 Trazado UTOPÍA sector 2 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. La Playa.....	70
Figura 77 Sector 5 modificando cotas en avenida La Playa	71
Figura 78 Trazado UTOPÍA sector 5 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. La Playa.....	71
Figura 79 Sector 3 modificando cotas en avenida de los Estudiantes	72
Figura 80 Trazado UTOPÍA sector 3 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. de los Estudiantes	72
Figura 81 Sector 4 modificando cotas en avenida de los Estudiantes	73
Figura 82 Trazado UTOPÍA sector 4 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. de los Estudiantes	73
Figura 83 Sector 3 modificando cotas en avenida del Comercio	74
Figura 84 Trazado en UTOPÍA sector 3 – colector principal av. del Comercio	74
Figura 85 Sector 4 modificando cotas en avenida del Comercio	75

Figura 86 Trazado en UTOPÍA sector 4 – colector principal av. del Comercio	75
Figura 87 Malla sector 3 ubicando bomba centrada en el límite	76
Figura 88 Trazado en UTOPÍA sector 3 – con bombeo ubicado en la parte central del límite	77
Figura 89 Alternativa presentada en la tesis	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Parámetros de Diseño Tipos de Alcantarillados - Resolución 0330 de 2017	11
Tabla 2.- Proyección anual de población Distrito Tumaco	25
Tabla 3.- Parámetros y Demanda Acueducto	26
Tabla 4.- Distribución espacial de la población en Tumaco.....	26
Tabla 5.- Distribución espacial de caudales de acueducto en Tumaco	27
Tabla 6.- Distribución espacial de caudal aguas residuales con FM=1.4	29
Tabla 7.- Distribución espacial de caudal aguas residuales con FM=2.6	29
Tabla 8.- Distribución espacial de caudal aguas residuales con FM=3.8	30
Tabla 9.- Resumen de caudales de diseño alcantarillado sanitario	43
Tabla 10.- Distribución espacial caudal alcantarillado – con FM de 2.6	54
Tabla 11.- Cálculo de potencia y costos de bombeo - alternativa de la tesis	79
Tabla 12.- Cálculo de costos alternativa sin zanja - Findeter	80

1 Introducción

Sin duda, una necesidad básica del ser humano es el uso y consumo de agua, lo cual pese a las condiciones económicas de nuestro país, un gran porcentaje de las poblaciones han logrado abastecerse de agua de alguna manera, ya sea potable o no potable mediante fuentes superficiales, pozos profundo, agua lluvia, o nuevas alternativas no convencionales. Consecuentemente a esto, las poblaciones inevitablemente generan Aguas Residuales, que en muchos casos no tienen una recolección, disposición, ni tratamiento adecuado, generando grande contaminación y problemas en la salud humana.

Actualmente, el Gobierno Nacional de Colombia, en sus Planes de Desarrollo han implementado planes y programas para mitigar la problemática generada por las Aguas Residuales, lo que en muchas zonas del país procede actualmente en la formulación y estructuración de proyectos de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales, pero en muchos zonas del país y específicamente en la costa Pacífica, se debe sortear con condiciones y dificultades atípicas que deben ser tenidas en cuenta en la estructuración de los proyectos para garantizar su operación y sostenibilidad.

Concretamente para la Costa Pacífica Colombiana los estructuradores de proyectos y diseñadores deben tener en cuenta una gran variedad de factores importantes en esta zona del país como lo es la baja capacidad de pago de los usuarios, baja capacidad del prestador del servicio, limitaciones de otros servicios públicos como energía eléctrica, difícil acceso y transporte de materiales, suelos con baja capacidad portante y presencia de suelos con licuefacción, clima muy lluvioso, gran desorden territorial y el gran agravante motivo de esta tesis: la “Topografía muy plana”.

Cuando se conoce el pacífico y se reconoce las tantas necesidades, se inspira en querer aportar hacia la búsqueda de la solución, por lo que la presente investigación pretende plantear una solución de un sistema de alcantarillado para este tipo de terrenos planos que además sortee con los múltiples factores agravantes, y probar la factibilidad un sistema sin bombeos o con los mínimos bombeos para contribuir con la sostenibilidad y correcta operación de los sistemas.

Se ha tomado como caso de estudio el Distrito Especial, Industrial, Biodiverso y Ecoturístico de San Andrés de Tumaco, ubicado en el mar Pacífico en el departamento de Nariño; además se utilizó como herramienta de diseño optimizado el programa desarrollado por la Universidad de los Andes llamado UTOPÍA, que junto con análisis detallados y combinación de sistemas no convencionales y convencionales, se busca la solución optimizada sostenible aplicable para Tumaco y replicable a demás poblaciones con terrenos muy planos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Generar una alternativa de solución para el diseño optimizado de sistemas de alcantarillado en terrenos muy planos, analizando la factibilidad de operación sin bombas, mediante el estudio y aplicación a la población de Tumaco-Nariño, replicable a demás poblaciones con terrenos muy planos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Revisar los estudios y diseños del Plan maestro de Alcantarillado Sanitario que viene ejecutando FINDETER, para determinar el tipo de información existente y para presentar un diagnóstico de la situación de Tumaco
- Identificar las variables que afectan el diseño en el caso de estudio de la población de Tumaco.
- Calcular los parámetros para el diseño de alcantarillado en caso de estudio.
- Definir el alcance del diseño a desarrollar
- Plantear alternativa de solución que permita involucrar un sistema convencional y no convencional para lograr un sistema de alcantarillado con baja vulnerabilidad.
- Demostrar que mediante el uso de la herramienta informática desarrollada por la Universidad de los Andes UTOPIA es posible encontrar un diseño óptimo de alcantarillado con el que se logra minimizar el requerimiento de bombeo.
- Realizar análisis de los resultados y comparar con los planteamientos realizados en los estudios y diseños en ejecución por FINDETER.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de alcantarillado

Se define el sistema de alcantarillado como “*El conjunto y estructuras destinados a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas servidas; fruto de las actividades humanas, o las que provienen como fruto de la precipitación pluvial. De acuerdo a su procedencia se distinguen en sanitario, pluvial y combinado.*” (Carmona, 2013), además, los alcantarillados pueden ser clasificados según su naturaleza como convencionales, no convencionales y sistemas in situ.

2.1.1 Tipos de alcantarillado según su procedencia

- **Alcantarillado Sanitario**

“*Se diseña para recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas domésticas, de establecimientos comerciales y pequeñas plantas industriales; por lo general, las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras, y bastante diluidas. Por lo tanto en un sistema sanitario bien proyectado, construido y conservado, el problema de la corrosión queda reducido al mínimo, siempre que la velocidad de la corriente sea suficiente para arrastrar los desperdicios hasta el punto de descarga, antes que se inicie el proceso de putrefacción.*” (Carmona, 2013)

En conductos viejos, cuando la corriente es lenta o se estanca debido al mal alineamiento o asentamiento del conducto, pueden acumularse en ciertos puntos materias orgánicas putrescibles. En estos casos, si la temperatura y la concentración de los desperdicios son suficientemente altos, y la atmósfera deficiente en oxígeno, se inicia la acción bacteriológica que origina “gases cloacales”. Si esta acción se efectúa en presencia de aguas bastante sulfatada se formará entonces el ácido sulfídrico cuyo olor es semejante al de los huevos podridos” (Carmona, 2013)

- **Alcantarillado Pluvial**

“*Se diseña y construye para recibir, conducir y disponer las aguas lluvias producto de la precipitación, puede caer en forma líquida, granizo o nieve*” (Carmona, 2013)

- **Alcantarillado Combinado**

“*Es el diseñado y construido para conducir aguas negras, industriales y lluvias. En la actualidad son pocos los alcantarillados de este tipo en zonas urbanas; sin embargo dada la*

ubicación de privilegio en cuanto a los accidentes topográficos y a la restricción de desarrollo urbano, es posible su construcción.” (Carmona, 2013)

“Los colectores combinados tienen la ventaja que se lavan cuando llueve; algunos desagües sanitarios se proyectan con el objeto de obtener una limpieza periódica.” (Carmona, 2013)

2.1.2 Tipos de alcantarillado según su naturaleza

- Sistemas convencionales de alcantarillado: “*Los sistemas de alcantarillado separados son la primera opción para el diseño y construcción de sistemas de recolección de aguas residuales y lluvias en el territorio nacional. Estos sistemas son los tradicionalmente utilizados para la recolección y el transporte de las aguas residuales y las aguas lluvias desde su generación hasta las plantas de tratamiento de las mismas o hasta los sitios de vertimiento. Los sistemas convencionales se dividen en alcantarillados separados y alcantarillados combinados. En los primeros, las aguas residuales y las aguas lluvias son recolectadas y evacuadas por sistemas totalmente independientes; en tal caso, el sistema separado de alcantarillado de aguas residuales usualmente se denomina alcantarillado de aguas residuales; y el sistema por el cual se recolectan y se transportan las aguas lluvias se denomina alcantarillado de aguas lluvias. Los sistemas de alcantarillado combinados son aquellos en los cuales tanto las aguas residuales como las aguas lluvias son recolectadas y transportadas por el mismo sistema de tuberías*”. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016)
 - Sistemas no convencionales de alcantarillado: “*Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional de aguas residuales, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos. Los sistemas no convencionales pueden constituir alternativas de saneamiento cuando, partiendo de sistemas in situ, se incrementa la densidad de población.*
1. *Los alcantarillados simplificados funcionan esencialmente como un alcantarillado de aguas residuales convencional pero teniendo en cuenta para su diseño y construcción consideraciones que permiten reducir el diámetro de las tuberías tales como la disponibilidad de mejores equipos para su mantenimiento, que permiten*

reducir el número de cámaras de inspección o sustituir por estructuras más económicas.

2. *Los alcantarillados condominales son sistemas que recogen las aguas residuales de un conjunto de viviendas que normalmente están ubicadas en un área inferior a 1 ha mediante tramos simplificados, para ser conducidas a la red de alcantarillado municipal o eventualmente a una planta de tratamiento.*
3. *Los alcantarillados sin arrastre de sólidos son sistemas en los que el agua residual, de una o más viviendas, es descargada a un tanque interceptor de sólidos donde estos se retienen y degradan, produciendo un efluente sin sólidos sedimentables que es transportado por gravedad, en un sistema de tramos con diámetros reducidos y poco profundos. Sirven para uso doméstico en pequeñas comunidades o poblados y su funcionamiento depende de la operación adecuada de los tanques interceptores y del control al uso indebido de los tramos de la red. Desde el punto de vista ambiental pueden tener un costo y un impacto mucho más reducido, sin embargo, pueden requerir de esfuerzos operativos importantes.*

Los sistemas no convencionales pueden utilizarse cuando para un municipio determinado o alguna parte del mismo los sistemas convencionales no conformen alternativas factibles desde el punto de vista socioeconómico y financiero. En el caso de implementar este tipo de sistemas en urbanizaciones existentes, debe tenerse presente la necesidad de realizar una gestión importante en el trámite de las servidumbres. Además, es importante tener en cuenta que los sistemas no convencionales requieren de mayor definición y control sobre las contribuciones de aguas residuales debido a su menor flexibilidad teniendo en cuenta las posibilidades de prestación del servicio a suscriptores no previstos o a las variaciones en las densidades de la población. El desarrollo de este tipo de alcantarillados puede incluir servidumbres como parte del proyecto en cuyo caso es necesario que el diseñador tenga especial cuidado con estas. Los sistemas de alcantarillado no convencionales requieren además de un componente institucional y de educación comunitaria que permita que funcionen según los supuestos de diseño.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016)

- Sistemas in situ: “Existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como son las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo y pueden ser apropiados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. En el tiempo, estos sistemas deben considerarse como sistemas transitorios a sistemas convencionales de recolección,

transporte y disposición, a medida que el uso de la tierra tienda a ser urbano.” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016)

2.2 Componentes de la red de alcantarillado

“La red de alcantarillado está constituida por estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema dentro de las cuales se pueden mencionar: (Cualla, 2004)

- *Colectores o tuberías:*

Son aquellos encargados del transporte de las aguas residuales, se pueden clasificar en:

- *Laterales o iniciales: reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.*
- *Secundarios: Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.*
- *Colector secundario: Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.*
- *Colector principal: Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.*
- *Emisario final: Conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua, como un río un lago o el mar.*
- *Interceptor: Es un colector colocado paralelamente a un río o canal.*

- *Pozos de inspección:*

La unión de tramos de la red de alcantarillado se realiza mediante estructuras denominadas pozos de unión o pozos de inspección, que permiten el cambio de dirección en el alineamiento horizontal o vertical, el cambio de diámetro o sección, y las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general del sistema. (Cualla, 2004)

La distancia máxima permitida entre pozos depende del tipo de maquinaria utilizada para el mantenimiento del alcantarillado. Si el mantenimiento es manual, la distancia máxima se limita a 100m o 120m, mientras que si el mantenimiento se realiza por medios mecánicos o hidráulicas, la distancia máxima permitida es del orden de 200m. En el emisario final, debido al hecho de que en el trayecto no puede existir adición de caudales, la distancia máxima entre pozos es de 300m. (Cualla, 2004)

El pozo puede construirse en mampostería o concreto, en el sitio o prefabricado, y sus dimensiones están ya estandarizadas, por lo general. Puede tener diversas formas geométricas. (Cualla, 2004)

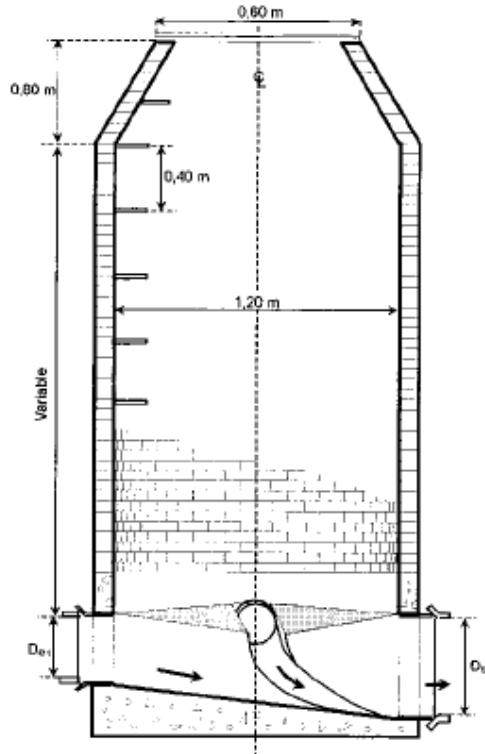


Figura 1 Pozo de inspección o cámara de inspección

- **Cámaras de caída**

Las cámaras de caída son estructuras utilizadas para realizar la unión de colectores en alcantarillados de alta pendiente, con el objeto de evitar velocidades superiores a la máxima permitida y la posible erosión de la tubería. (Cualla, 2004)

El requerimiento mínimo para el empleo de la cámara de caída es que exista una diferencia mayor de 0.75m entre las cotas batea de las tuberías entrante y saliente (Ras -2000; otras normas indican 1.00m de diferencia). En este caso, la unión se realiza a través de una bajante ubicada antes de la llegada al cilindro. (Cualla, 2004)

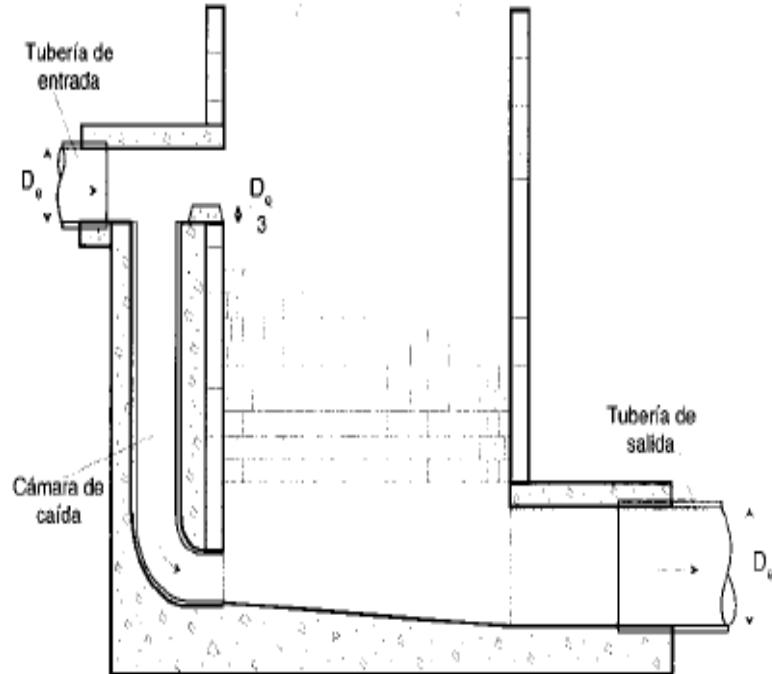


Figura 2 Cámara de caída

- **Aliviadero:**
"Estructura de separación para convertir el alcantarillado combinado, en sistema separado. Se diseña y construye con el propósito de aliviar los caudales que exceden la capacidad del sistema y conducirlos a un sistema de drenaje". (Carmona, 2013)
- **Canal:**
"Cauce artificial revestido o no, diseñado para conducir aguas lluvias a flujo libre hasta su entrega final a un cauce o cuerpo de agua." (Carmona, 2013)
- **Sumideros:**
"Se construyen para recibir las aguas lluvias de las calzadas y/o cunetas de las vías y conducirlas a los pozos o estructuras pluviales y/o combinados." (Carmona, 2013)

2.3 Combinación red de alcantarillado convencional y condominal. Caso de estudio Distrito de Tumaco

2.3.1 Sistema condominal

Un sistema condominal es un sistema de alcantarillado que asocia un proceso de participación comunitaria para el desarrollo de la proyección de infraestructura que permitirá la recolección de aguas residuales domésticas, permitiendo resolver principalmente una problemática de orden territorial a bajo costo.

El Origen del sistema Condominal surgió en Brasil, este sistema fue creado por el Ingeniero José Carlos Melo a inicios de los años 80 en la ciudad de Rio Grande Do Norte y actualmente permite atender a más de un millón de Brasileños. La más grande aplicación del sistema se da en el Distrito Federal de Brasil, donde fue aceptado desde el año 1991 por el prestador del servicio de Brasilia, CAESB.

El sistema condominal se encuentra dividido en dos componentes importantes:

- Privado
- Público

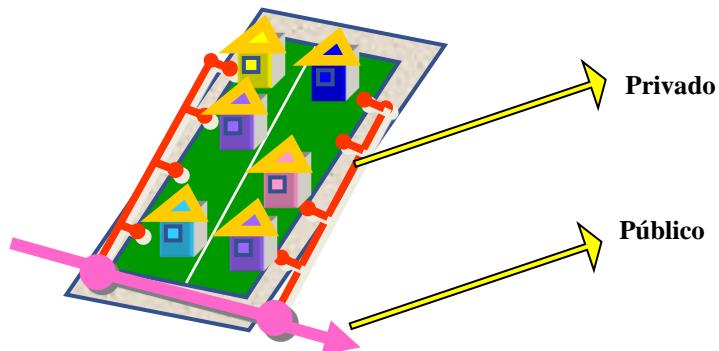


Figura 3 Sistema Condominal

El sistema Privado, se refiere al sistema de redes que atiende un grupo de viviendas de forma condominal y denominado condominio, es uno de los sistemas No Convencionales aceptados por la Normatividad Colombiana Resolución 0330 de 2017. Este sistema se asemeja al funcionamiento de un edificio, donde la parte social se encuentra presente tanto en el diseño como en la operación. Pues en el momento de diseñarse se debe verificar con los usuarios de cada una de las viviendas la forma en que se puede realizar el trazado y así mismo la parte social es indispensable durante la operación ya que de su buen comportamiento como usuarios del sistema y de su organización como un solo usuario condominal, depende el éxito del funcionamiento de cada condominio y como tal,

de todo el sistema de alcantarillado. Es importante que el diseño mantenga profundidades mínimas y evitar interferencias, por lo que las redes deberán ser ubicadas preferiblemente en zonas verdes.

Mientras que el sistema público, se refiere a las redes convencionales a las cuales vertirán los condominios, para los que también deberán ser diseñados a la luz de la Resolución 0330 de 2017.

UBICACIÓN DEL RAMAL CONDOMINIAL:

- Ramales Condominial deben ser ubicados preferentemente por las aceras.
- En callejones estrechos donde la construcción de dos ramales tipo acera no sea viable, se debe considerar un solo ramal que atienda a las dos caras de las manzanas colindantes.
- Donde las condiciones topográficas y otros factores impidan o dificulten los Ramales Condominiales de aceras, los Ramales pueden pasar por dentro de los lotes, mediante acuerdo entre los vecinos (Condominio).
- Puede construirse también un ramal que “pasa por donde puede”, donde no exista otra alternativa posible, observando siempre que el ramal no deba pasar de una manzana a otra. Este tipo de ramal, propio de áreas desordenadas, obliga a cierta flexibilidad de los patrones para recorrer los meandros de la manzana.

Se encuentra diferentes opciones de ramal condominal como los siguientes:

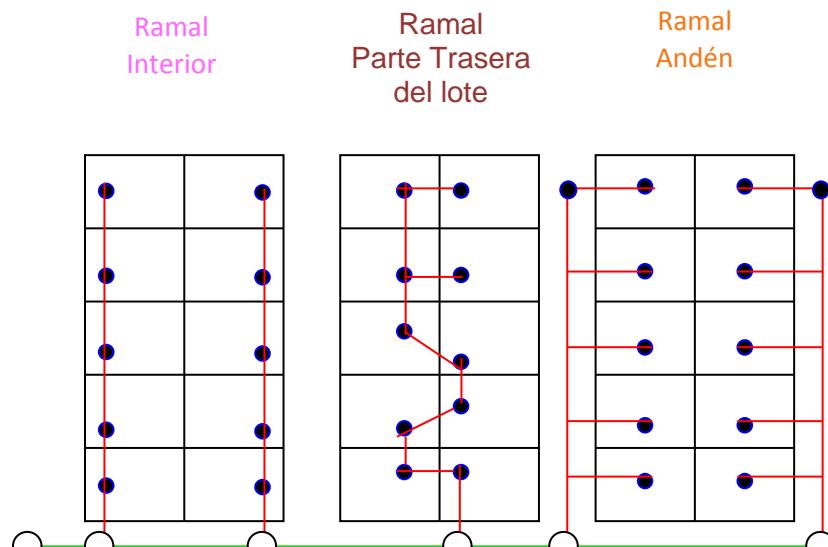


Figura 4 Opciones de ramal condominal

Y se puede realizar una comparación de la Normatividad Colombiana para los diferentes tipos de ramales:

RESOLUCIÓN 0330 DE 2017			
PARÁMETRO	CONVENCIONAL	SIMPLIFICADO	CONDOMINIAL
TRAZADO	En vías, aprox. 1/4 de la calzada	ACERA O ZONAS VERDES, MINIMIZANDO LONGITUDES	ACERA O DENTRO DE LOS LOTES PRIVADOS. LOS CONDOMINIALES DEBEN DESCARGAR EN A UN SIMPLIFICADO O UN CONVENCIONAL.
PROF MIN. A COTA CLAVE	*0.75m vías peatonales o zonas verdes. *1.20m vías vehiculares.	* 0.6m en aceras o zonas verdes * 1.0m en cruces y vías o garantizar protección.	* 0.30m en lotes *0.60m en acera *1.0m en cruces de vías y en la entrada de garajes o garantizar protección.
DIAMETRO INTERNO REAL	* Para Pob>2.500 hab. --> 170 mm. * Para Pob. <= 2.500 hab. --> 140mm.	145mm	145mm
CORTANTE	1.0 Pa	N.A.	1.0 Pa
VELOCIDAD min	N.A.	0.4 m/s	N.A.
VELOCIDAD max	5.0 m/s	5.0 m/s	5.0 m/s
RELACIÓN y/d	85%	80%	80%

Tabla 1.- Parámetros de Diseño Tipos de Alcantarillados - Resolución 0330 de 2017

2.3.2 Caso de Estudio Tumaco

La presente tesis se refiere al caso de estudio del Distrito de Tumaco, donde actualmente no existe un alcantarillado formal, y se caracteriza por alto grado de desorden territorial, tanto en las zonas palafíticas como no palafíticas.

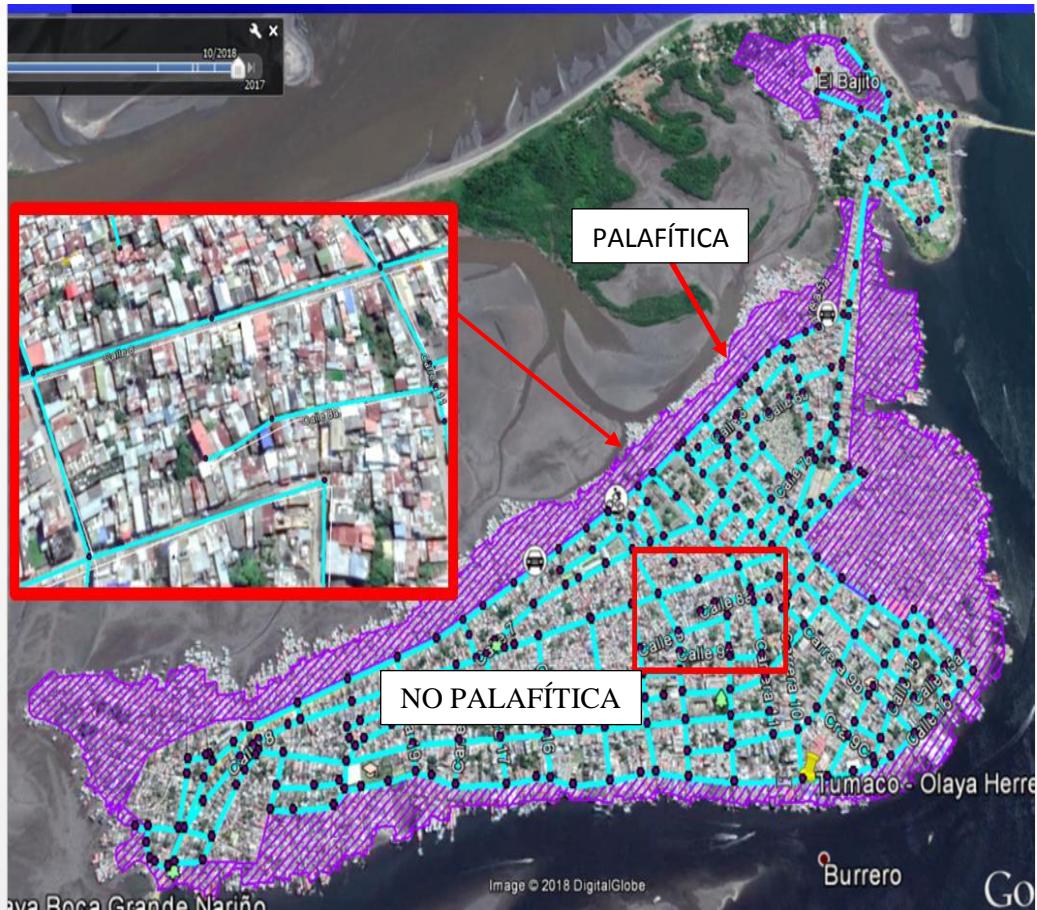


Figura 5 Caso de estudio Tumaco

En donde claramente en zonas palafíticas y en las grandes manzanas No palafíticas se deberá construir sistemas No Convencionales, donde percibe la pertinencia de que sean de tipo condominal, por sus diferentes formas de desarrollo de infraestructura no ordenadas y no convencionales.

Es así como la presente tesis se dedica a la investigación de las redes públicas convencionales, donde se podrán conectar las redes condominiales o cualquier otro sistema No Convencional que se defina para el Distrito de Tumaco.

3 DISEÑO OPTIMIZADO DE ALCANTARILLADO – HERRAMIENTA UTOPIA

Teniendo en cuenta que para el diseño de redes de alcantarillado se tienen dos problemas por resolver: el trazado y el diseño, la Universidad de los Andes con estudiantes de maestría han venido desarrollando metodologías que permitan desarrollar trazados optimizados mediante herramientas estadísticas. Precisamente es el caso de la herramienta UTOPIA desarrollada con varias metodologías propuestas, con lo que en la presente tesis se analizan las metodologías de Natalia Duque (2015) y Jesús Zambrano (2019).

3.1 Concepto de Natalia Duque (2015)

“Es una metodología de diseño de redes de alcantarillado, en donde la selección del trazado de la red está basada en un modelo de optimización entera mixto conocido en la literatura como Network Design Problem (NDP). En este modelo, el costo del diseño total se aproxima utilizando herramientas estadísticas, en donde se ajustan diferentes funciones (lineales) para modelar el costo de las diferentes tuberías en la red. Una vez definido el trazado de la red que podría representar el diseño de menor costo, se pasa a realizar el diseño hidráulico de la red mediante una extensión de la metodología propuesta por Duque et al. (2013). En esta segunda etapa, se utiliza una adaptación de un algoritmo de ruta más corta (Ahuja, et al., 1993) sobre un grafo que representa el tamaño y posición de cada tubería en la red de alcantarillado.

Propone una metodología exacta para encontrar el diseño de costo óptimo de una red de alcantarillado utilizando un método basado en Programación Dinámica DP y Programación Entera Mixta (PEM). Los problemas del trazado y el diseño hidráulico son resueltos secuencialmente, utilizando un grafo que representa el problema de la selección del trazado y un grafo auxiliar sobre el cual se resuelve el problema del diseño hidráulico de la red.” (DUQUE, 2015)

Resumidamente, Natalia Duque propone una metodología para el diseño optimizado de alcantarillado, en el que soluciona el problema del diseño hidráulico mediante una herramienta estadística que involucra una función de costos, buscando mínimo costo; y soluciona el trazado realizando una aproximación a la misma función de costos. Por lo que mediante la herramienta UTOPIA se realiza un proceso iterativo donde el sistema selecciona un trazado aleatorio con el cual realiza el diseño para luego generar un nuevo trazado.

3.2 Concepto de Jesús Zambrano

"Propone una metodología para la elección del trazado que toma en cuenta todos los datos conocidos para este problema como son los caudales de entrada a los pozos, la topología de la red y la topología del terreno, haciendo una extensión de la metodología propuesta por Natalia Duque (2015), es decir, mediante programación lineal entera mixta, cambiando las función de costos a utilizar por una más general que pueda ser aplicada a redes de diferentes tamaños, caudales de entrada (aguas servidas y pluviales), densidad de viviendas y topografía de terreno". (ZAMBRANO, TESIS DE MAESTRIA, 2019)

Más concretamente, a diferencia de Natalia Duque (2015), Zambrano propone una metodología directa que no requiere iteración, en la que realiza en primer lugar la selección del trazado mediante la creación de una función objetivo que maximiza la cantidad de tuberías que va a favor del terreno, y mantiene la metodología de diseño hidráulico de Natalia Duque (2015), mediante una función objetivo de costos (que involucra precio de excavación vs. costo de tubería).

4 METODOLOGÍA

La metodología a utilizar en el presente desarrollo de investigación se encuentra basada las etapas de planeación para la formulación y estructuración de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico, establecidos en la Resolución 0330 de 2017 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, el cual establece que: “*Se deberá seguir el siguiente procedimiento:*

1. *Diagnóstico detallado de la situación del municipio.*
2. *Determinación de la población afectada.*
3. *Características socio-culturales de la población y participación comunitaria.*
4. *Cuantificación de la demanda y/o necesidades.*
5. *Conocimiento de la infraestructura existente.*
6. *Definición del alcance de las intervenciones.*
7. *Estudios básicos de alternativas.*
8. *Formulación y priorización de proyectos.*
9. *Formulación y análisis de alternativas de proyectos.*
10. *Comparación de alternativas y selección de alternativa viable.*
11. *Elaboración del plan de obras.*
12. *Determinación de costos del proyecto.*
13. *Formulación de cronograma de implementación del proyecto.*” (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)

Esta metodología se desarrollará conforme a la disponibilidad de información que se obtiene a nivel de proyecto de investigación de grado de maestría, por lo que no desarrolla con exactitud las etapas establecidas por el MVCT para la presentación y Viabilización de proyectos en el Mecanismo de Evaluación y Viabilización de Proyectos, con lo que se establece la siguiente metodología propia para el desarrollo de la investigación:

1. *Diagnóstico detallado de la situación del municipio y Recopilación y análisis de estudios existentes.*
2. *Determinación de la población afectada.*
3. *Cuantificación de la demanda y/o necesidades.*
4. *Conocimiento de la infraestructura existente.*
5. *Definición del alcance de las intervenciones.*
6. *Estudios básicos de alternativas.*
7. *Formulación y priorización de proyectos.*
8. *Planteamiento de una alternativa.*
9. *Comparación de alternativas y selección de alternativa viable.*
10. *Elaboración del plan de obras.*

-
11. *Determinación de costos del proyecto.*
 12. *Formulación de cronograma de implementación del proyecto.”* (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017)

5 CASO DE ESTUDIO. DISTRITO DE TUMACO NARIÑO

En el desarrollo de la metodología planteada para el desarrollo de Tesis se tiene los siguientes resultados:

5.1 Diagnóstico y Recopilación y análisis de estudios existentes.

La Ciudad de Tumaco se encuentra ubicada en el departamento de Nariño sobre la costa Pacífica, conocida como la Perla del Pacífico. En junio de 2018 el congreso otorgó a Tumaco la categoría de Distrito Especial, Industrial, Portuario, Biodiverso y Ecoturístico al municipio de Tumaco.



Figura 6 Ubicación Tumaco

La zona urbana de Tumaco se encuentra conformada por 3 sectores: zona continental, isla Tumaco e Isla el Morro, y una zona de ampliación denominada Nuevo Tumaco.



Figura 7 Distribución por zonas de Tumaco

5.1.1 Estudios de Acueducto Tumaco

El Fondo para el Desarrollo del Plan Todos Somos PAZcífico – FTSP celebró contrato de consultoría No. 57833-PTSP-013-2018 con la firma IEH GRUCÓN S.A. cuyo objeto es “**REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS DE LOS PROYECTOS PRIORIZADOS PARA LA OPTIMIZACIÓN Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO DEL MUNICIPIO DE TUMACO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO, EN EL MARCO DEL FONDO PARA EL DESARROLLO DEL PLAN TODOS SOMOS PAZCÍFICO**” por un valor de \$2.191.335.847, proyecto que busca establecer, diseñar y viabilizar las obras requeridas para optimizar el sistema de acueducto en todo el Distrito de Tumaco, y aumentar la continuidad de 1 hora 2 veces a la semana a 24 horas 7 días a la semana, además de aumentar la cobertura de un aprox. del 70% al 100%.

Análisis de los estudios: Este proyecto cuenta con **ESTUDIO DE POBLACIÓN Y DEMANDA**, los cuales serán la base para el presente estudio ya que se encuentran aprobados por interventoría y con aprobación y viabilización del MVCT.

5.1.2 Estudios de Alcantarillado Tumaco

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio a través de convenio, designó a Findeter como ejecutor de la consultoría para “**LA FORMULACIÓN, ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE SAN ANDRÉS DE TUMACO – DEPARTAMENTO**

DE NARIÑO”, quien celebró contrato de consultoría No. PAF-ATF-C-039-2015 con la firma DICONULTORIA S.A. y contrato de Interventoría No. PAF-ATF-I-087-2015 con la firma ING INGENIERIA S.A. para tal fin, por lo que el día 18 de enero de 2016 se dio inicio a la elaboración de los estudios y diseños, el cual se encuentra en ejecución.

Esta consultoría tiene como alcance los estudios y diseños de alcantarillado sanitario, y no existe ninguna consultoría que se encuentre realizando los estudios y diseños de la solución de drenaje de agua lluvia.

DICONULTORÍA expone en su documento del Diagnóstico del Distrito de Tumaco, que tan solo existe un 3.62% de alcantarillado construido, pero que además, esta infraestructura no cuenta con la capacidad requerida, ni se encuentra en buen estado, por lo que se requiere diseñar y construir el 100% del alcantarillado sanitario del Distrito de Tumaco.

En cuanto a sistema de tratamiento, la Corporación Autónoma de Nariño, aprobó un único punto para el tratamiento y vertimiento mediante emisario subfluvial, lo cual limita el comportamiento del sistema de alcantarillado, en el barrio denominado Los Ángeles California en la zona urbana.

La consultoría Di consultoría contratada por Findeter, ha pasado por un proceso de presentación de alternativas para el sistema de tuberías, en el cual basado en una restricción del tipo de suelo, se fundamentó en la imposibilidad de tener cotas de excavación con profundidades mayores a 3.5 mts y hasta máximo 5 mts, por lo que inicialmente la alternativa seleccionada en el año 2018 consistió en un sistema simplificado que descargue a un sistema convencional de redes primarias y colectores, sistema que incluyó más de 31 estaciones de bombeos requeridos para su funcionamiento, todos dependientes unos de otros; con lo que el MVCT, el FTSP y el Banco Mundial expresaron su gran preocupación al percibirse como un sistema altamente vulnerable al colapso en el momento de falla de servicio de alguna de las bombas, además de los altos costos de operación por en cuanto a energía, mantenimiento y administración de las 31 estaciones de bombeos.

Es así como la empresa consultora Diconsultoría durante el año 2019 ha venido desarrollado una alternativa de sistema de alcantarillado basado en colectores principales diseñados sin restricción alguna de profundidad e involucrando un sistema constructivo adicional “sistema de excavación sin zanja mediante el sistema denominado PIPE JACKING” con el fin de eliminar las restricciones de suelos.

Análisis de los estudios:

- **Estudios de suelos:** Findeter-Diconsultoría realizó estudios para el Plan Maestro de Alcantarillado, el cual concluye que principalmente los suelos de Tumaco son Arenas limosas, con baja capacidad portante y baja resistencia, con presencia de zonas licuables que coinciden principalmente con las zonas palafíticas. La gran conclusión de este estudio limita las profundidades del alcantarillado a proponer a máximo **3,5m de excavación**. Pese a esto la consultoría analizó y planteó la posibilidad de realizar excavaciones **hasta 5 m de profundidad con zanja abierta**.
- **Análisis de la topografía:** se cuenta con estudio topográfico completo, con carteras del levantamiento y curvas de nivel cada 0.25 m, lo cual permite una muy alta precisión, además cabe resaltar que esta topografía ya cuenta con aprobación de interventoría, con lo que es preciso utilizarla en los análisis de la presente tesis. Además, el levantamiento topográfico refleja que Tumaco se caracteriza por ser altamente plano, con diferencia de altura máxima de 1 metro.
- **Ubicación de la PTAR :** esta información es de vital importancia y Diconsultoría logró la concertación del punto de vertimiento con Corponariño, basado en estudios ambientales, con lo que la Corporación solamente aprobó la construcción de la PTAR en el predio denominado Los Ángeles California en la zona Continental y un emisario subfluvial a descargar en el Océano Pacífico tal como se muestra en la siguiente figura:

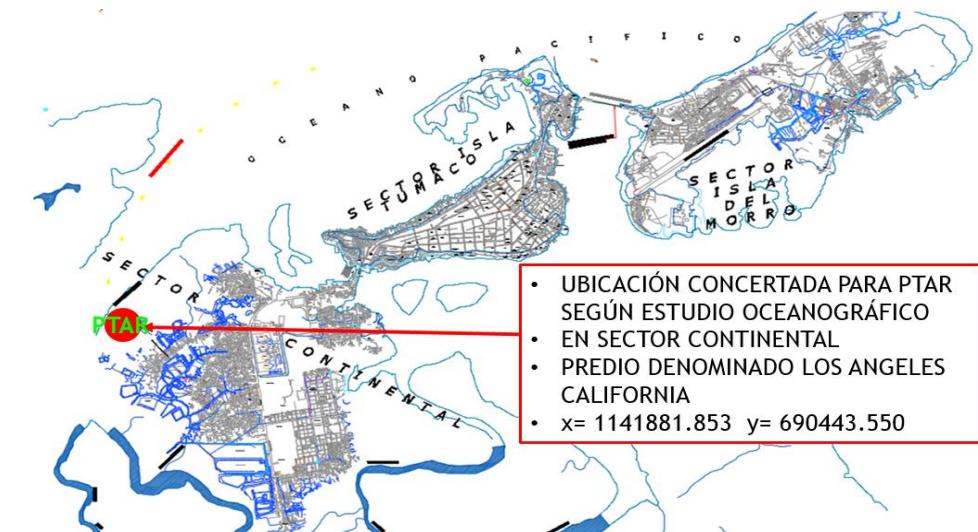


Figura 8 Ubicación PTAR proyectada

- **Plano de Zona Palafítica:** Además, la consultoría cuenta con el plano de distribución de la zona palafítica en el casco urbano del Distrito de Tumaco, el cual es indispensable para la formulación de la presente tesis:

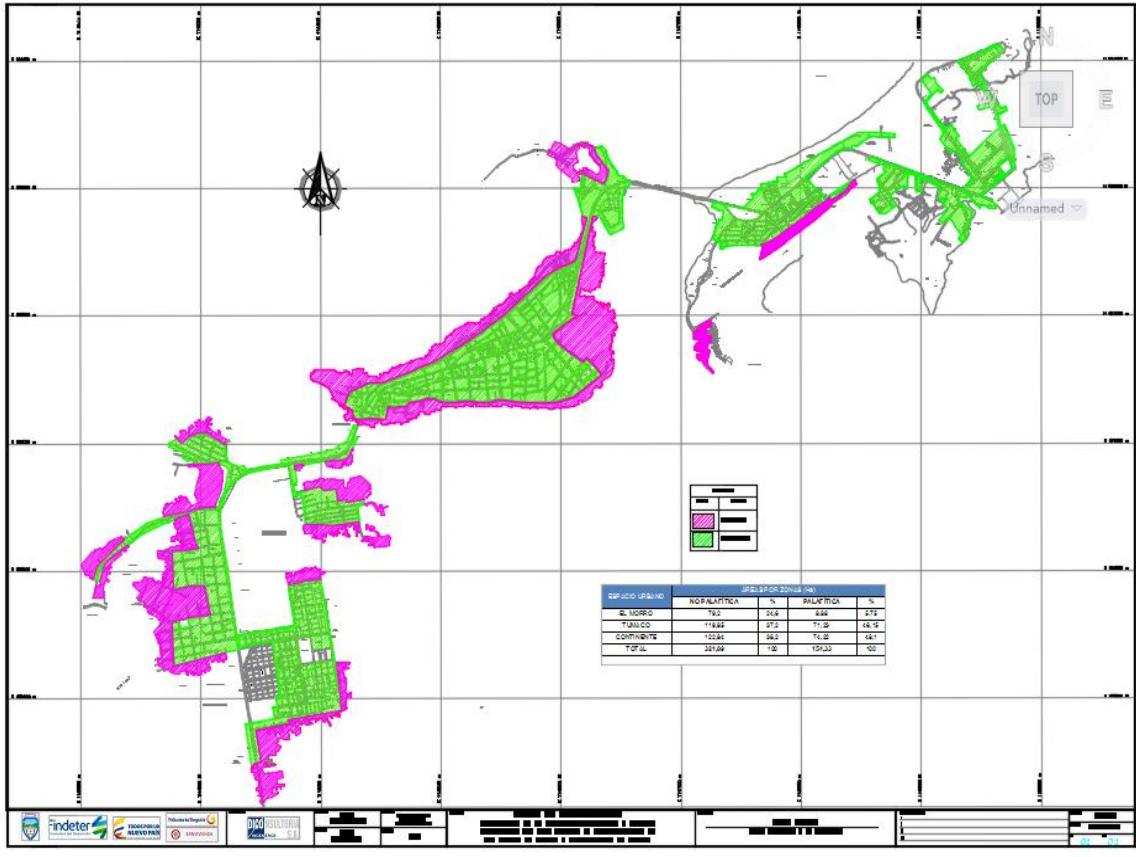


Figura 9 Distribución zona palafítica y no palafítica

- Áreas aferentes: Se percibe que el cálculo de caudales aferentes en los estudios y diseños del Plan Maestro de Alcantarillado de Diconsultoría no son las apropiadas, por lo que no se puede contar con esta información y debe ser re calculadas para el desarrollo de la tesis.

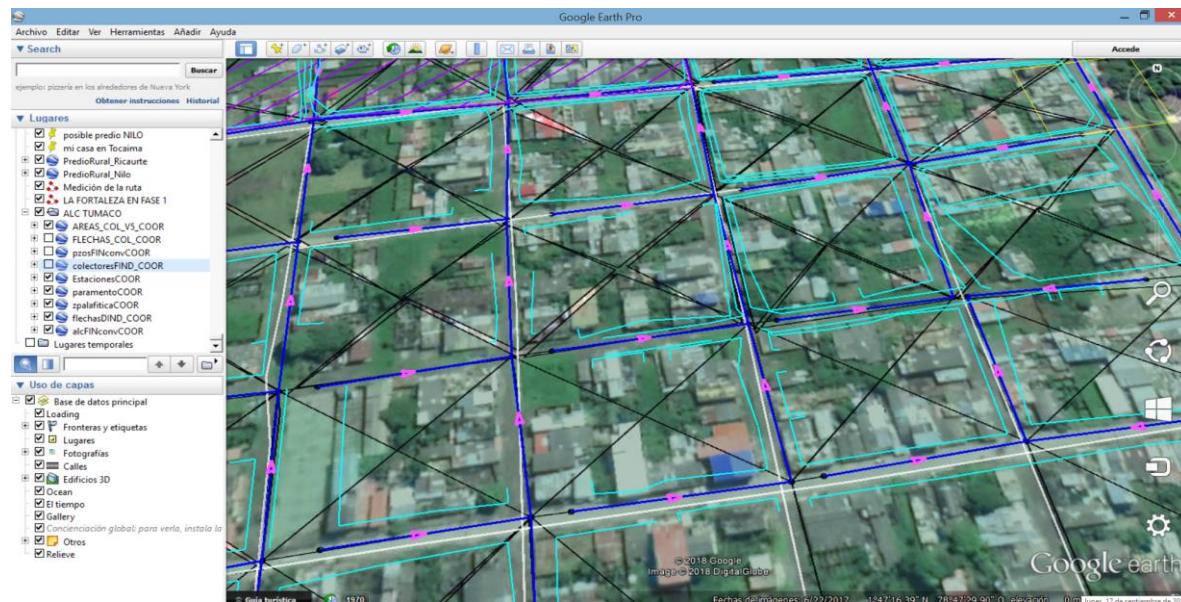


Figura 10 Comparación alternativas de distribución de Diconsultoría

- **Alternativa de diseño seleccionada con múltiples estaciones de bombeo:** Findeter, a través de la firma Diconsultoría presenta dos planteamientos de sistemas de Alcantarillado para Plan Maestro de Alcantarillado:
 - Sistema convencional con 38 Estaciones de Bombeo de Agua Residual.
 - Sistema simplificado con 21 Estaciones de Bombeo de Agua Residual.

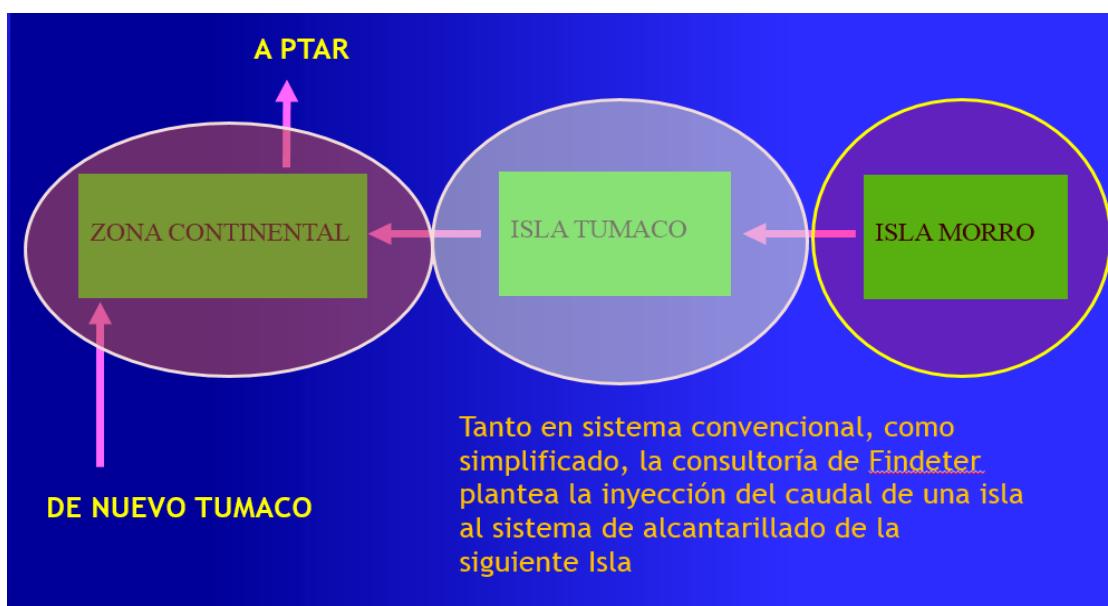


Figura 11 Alternativa General Diconsultoría

Estas alternativas se analizaron en la presente investigación y se percibe que ninguna de las soluciones son viables, ni técnicamente, ni financieramente, no sólo por la gran magnitud de bombeos dependientes unos de otros, sino que además al analizar la topología de cada uno se encuentra que el simplificado no presenta una economía tal respecto al convencional, pues plantea tuberías a lado y lado de la calzada lo que representa doble costo de inversión, pues lo que hace es duplicar el suministro e instalación de tuberías y duplicar la construcción de pozos.

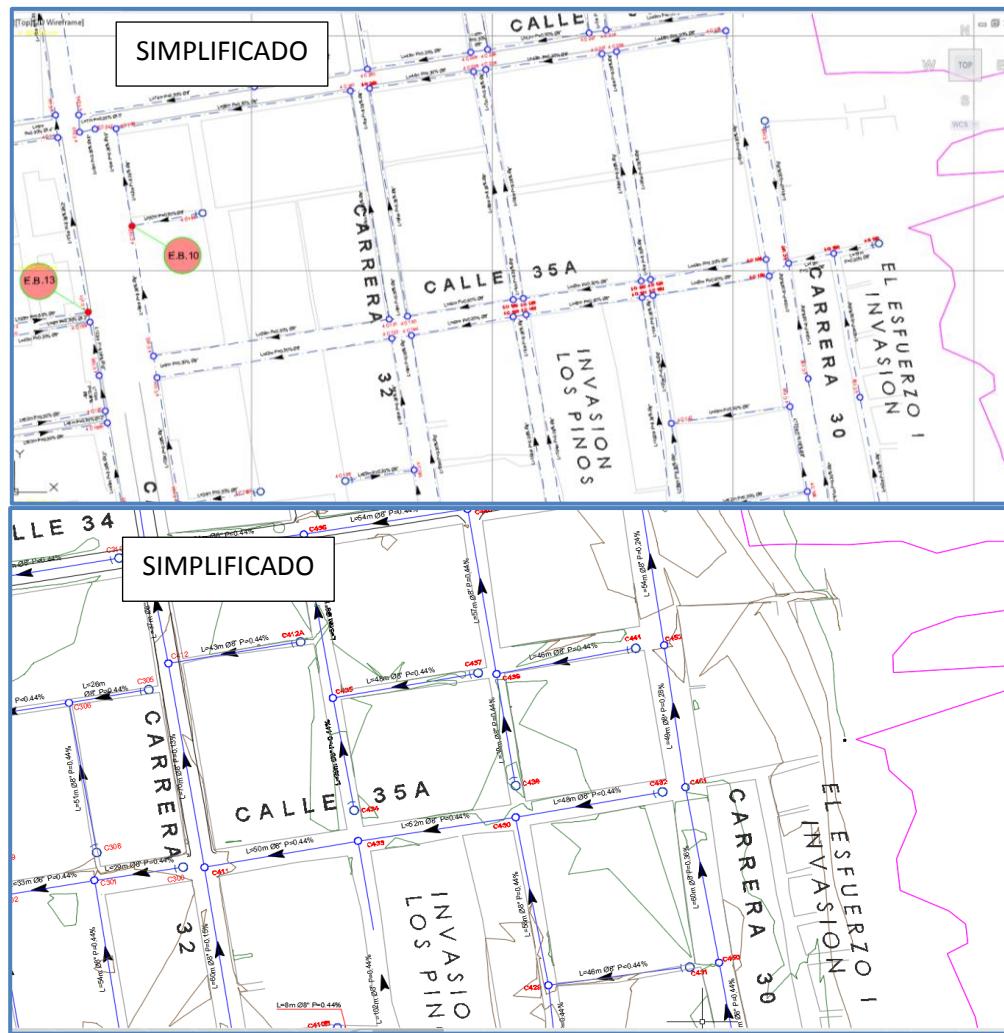


Figura 12 Comparación sistema convencional y simplificado de Diconsultoría

- **Alternativa de diseño con sistema de excavación sin zanja (Pipe Jacking):** pese a que a la fecha, la consultoría Diconsultoría aún no cuenta con un diseño del sistema alcantarillado doméstico y que no se encuentra definido el sistema de redes menores (convencional o no convencional), se percibe que esta solución tiene altos costos de inversión, en la cual a nivel de alternativa la consultoría determinó que el valor de las obras de alcantarillado ascienden a los \$430.000 millones de pesos, con lo que para Tumaco que cuenta actualmente con una población promedio de 120.000 habitantes, equivalentes a 28.600 usuarios, se tiene un valor per cápita de obras de aproximadamente 15 millones de pesos/usuario para la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, lo cual es un consto per cápita de inversión alto.
También, por la experiencia se presume que una vez la consultoría realice diseño a detalle, este costo aumentará, toda vez que este sistema constructivo obliga a tener colectores con profundidades mínimas de 6mts y diámetro mínimo de 24", además que tiene restricción de material de tubería y sólo permite tubería de acero.

Adicionalmente, este sistema incluye 3 estaciones de bombeo, donde cada cabeza hidráulica supera los 15 mts de profundidad, siendo así que los costos de energía podrían ser lo suficientemente para intuir que esta alternativa sea inviable en cuanto a costos de inversión y costos de operación.

Es así como a través de esta tesis se pretende formular una alternativa de diseño, con la ayuda de la herramienta de modelación UTOPIA creada por la Universidad de los Andes que permite implementar una concepción diferente del sistema de alcantarillado optimizada mediante la herramienta computacional.

5.2 Determinación de la población afectada

Se realizó análisis de la información contenida en el Plan Maestro Alcantarillado de Findeter a través de Diconsultoría y en el Plan de Obras e Inversiones que viene adelantando el FTSP con la firma IEH Grucón S.A., de donde se encontró que los cálculos de población son similares en los dos proyectos, pero los cálculos de Parámetros de diseño en el Plan Maestro de Alcantarillado se encuentran calculado con el RAS 2000 y resolución 2320 de 2009, mientras que el POI de Acueducto del Fondo Todos Somos PAZcífico con la firma IEH-Grucón S.A.S., se encuentra elaborado a la luz de la resolución 0330 de 2017, actualizado y verificado con los reportes de otros servicios como energía, aseo y sisbén, por lo que se concluye es conveniente trabajar con la información de población y parámetros de diseño de este último.

Con lo que a continuación se relaciona la proyección de población planteada en el POI 2018 elaborado por GRUCON:

Año	Tasa anual	Proyección [Hab]	Población flotante [Hab]	Población total [Hab]
2005	2.87%	84679	4234	88913
2010	2.73%	97547	4877	102424
2015	2.60%	111589	5579	117168
2020	2.47%	126782	6339	133121
2025	2.33%	142642	7132	149774
2030	2.20%	159433	7972	167404
2035	2.06%	177028	8851	185880
2040	1.93%	195272	9764	205035
2043	1.85%	206452	10323	216775

Tabla 2.- Proyección anual de población Distrito Tumaco

5.3 Cuantificación de la demanda y/o necesidades.

5.3.1 Dotación Neta y parámetros para el cálculo de la Demanda.

El POI 2018 elaborado por GRUCÓN - FTSP establece que a partir de búsqueda de información de consumo promedio del municipio del Distrito de Tumaco en el Sistema Único de Información-SUI, se determinó que la dotación neta residencial corresponde a **130,13 L/Hab*día**, mientras que la dotación neta para la población flotante corresponde al 50% del valor residencial, es decir 65,06 L/Hab*día, valores que el FTSP concertó con el MVCT.

Además, Grucón en su consultoría estableció los siguientes parámetros para el cálculo de la Demanda:

Parámetros Demanda de Agua	
Pérdidas Técnicas Máximas Admisibles (%)	25%
Porcentaje de Ajuste Población Flotante (%)	5%
Porcentaje de Ajuste Dotación Población Flotante	50%
Dotación Neta Residencial (L/Hab*día)	130.13
Dotación Neta Población Flotante (L/Hab*día)	65.06
Dotación Bruta Residencial (L/Hab*día)	173.51
Dotación Bruta Población Flotante (L/Hab*día)	86.75

Tabla 3.- Parámetros y Demanda Acueducto

5.3.2 Distribución espacial de población y caudales de acueducto.

Con la información anterior, y con la información contenida en el Plan de Ordenamiento Territorial del Distrito de Tumaco, Grucón estableció la distribución espacial de la población proyectada al año 2043.

Densidad Máxima 2043				
	Zona Continental	Isla Tumaco	Isla Morro	Nuevo Tumaco
Densidad Actual (Hab/ha)	183	565	145	0,00
Densidad Max (Hab/ha)	300	200	200	-
Hectáreas Residenciales (ha)	145	134	124	580
Población Max	43477	75959	24896	62120
Población Flotante	2174	3798	1245	3106

Tabla 4.- Distribución espacial de la población en Tumaco

Es así como la consultoría logró establecer los caudales de acueducto también distribuida espacialmente, así:

CAUDALES (2043)				
	Zona Continental	Isla Tumaco	Isla Morro	Nuevo Tumaco
Caudal Residencial (L/s)	104.77	183.04	59.99	149.7
Caudal Residencial Población Flotante (L/s)	2.6	4.9	1.5	3.7
Caudal No Residencial (L/s)	22.7	2.4	36	11
Caudal Total QMD (L/s)	130.1	190	97.5	164.5

Tabla 5.- Distribución espacial de caudales de acueducto en Tumaco

5.3.3 Cálculo de caudal de Alcantarillado Sanitario.

- Caudal Medio Diario de Acueducto (ya calculado por consultoría Grucón)

$$Q_{MDAc} = Q_{Residencial} + Q_{No\ Residencial} + Q_{flotante}$$

- Caudal Medio Diario de Alcantarillado:

$$Q_{MDAR} = FR * Q_{MDAc}$$

Donde según la Resolución 0330 de 2017 del MVCT, establece que cuando no se cuenta con mediciones, como en este caso, se debe adoptar un FR de 0.85.

- Caudal Máximo Horario de Alcantarillado:

$$Q_{MHAR} = FM * Q_{MDAR}$$

Con lo que según la Resolución 0330 de 2017, el FM debe calcularse haciendo mediciones de campo, teniendo en cuenta los patrones de consumo; y de todas formas, esta resolución establece que este factor se encuentra entre 1.4 y 3.8, por lo que se debe realizar un análisis para adoptar el factor de mayoración adecuado.

- Caudal de conexiones erradas:

$$Q_{CE} = 0.2 \text{ L/s} * Ha$$

- Caudal de conexiones erradas:

$$Q_{INF} = 0.3 \text{ L/s} * Ha$$

- Caudal de diseño:

$$Q_{Diseño} = Q_{MHAR} + Q_{CE} + Q_{INF}$$

Es así, como teniendo en cuenta que el Factor de Mayoración para el cálculo del caudal máximo horario se encuentra dentro de un rango de 1.4 a 3.8, se presenta a continuación el caudal de diseño de alcantarillado, para un caudal mínimo con FM=1.4, un caudal medio con FM= 2.6 y un caudal máximo con un FM= 3.8, así:

Caudales de alcantarillado (2043) con FM = 1.4				
	Zona Continental	Isla Tumaco	Isla Morro	Nuevo Tumaco
Población	43477	75959	24896	62120
Área (ha)	244.7	200.5	173.7	580.0
Caudal Total QMD (L/s) de Acueducto	130.15	190.02	97.49	164.45
FR	0.85	0.85	0.85	0.85
QMD (L/s) de Alcantarillado	110.6	161.5	82.9	170.2
FM (1.4-3.8) RAS	1.4	1.4	1.4	1.4

QMH (L/s) de Alcantarillado	154.8	226.1	116.0	195.7
Q conexiones erradas (L/s)	48.9	40.1	34.7	116
Q infiltración (L/s)	73.4	60.1	52.1	174
Q Diseño Alcantarillado (L/s)	277	326	202	485
Q Diseño Alcantarillado (L/s*ha)	1.13	1.63	1.17	0.83

Tabla 6.- Distribución espacial de caudal aguas residuales con FM=1.4

Caudales de alcantarillado (2043) con FM = 2.6				
	Zona Continental	Isla Tumaco	Isla Morro	Nuevo Tumaco
Población	43477	75959	24896	62120
Área (ha)	244.7	200.5	173.7	580.0
Caudal Total QMD (L/s) de Acueducto	130.15	190.02	97.49	164.45
FR	0.85	0.85	0.85	0.85
QMD (L/s) de Alcantarillado	110.6	161.5	82.9	170.2
FM (1.4-3.8) RAS	2.6	2.6	2.6	2.6
QMH (L/s) de Alcantarillado	287.6	419.9	215.4	363.4
Q conexiones erradas (L/s)	48.9	40.1	34.7	116
Q infiltración (L/s)	73.4	60.1	52.1	174
Q Diseño Alcantarillado (L/s)	410	520	302	653
Q Diseño Alcantarillado (L/s*ha)	1.67	2.59	1.74	1.13

Tabla 7.- Distribución espacial de caudal aguas residuales con FM=2.6

Caudales de alcantarillado (2043) con FM = 3.8

	Zona Continental	Isla Tumaco	Isla Morro	Nuevo Tumaco
Población	43477	75959	24896	62120
Área (ha)	244.7	200.5	173.7	580.0
Caudal Total QMD (L/s) de Acueducto	130.15	190.02	97.49	164.45
FR	0.85	0.85	0.85	0.85
QMD (L/s) de Alcantarillado	110.6	161.5	82.9	170.2
FM (1.4-3.8) RAS	3.8	3.8	3.8	3.8
QMH (L/s) de Alcantarillado	420.4	613.8	314.9	531.2
Q conexiones erradas (L/s)	48.9	40.1	34.7	116
Q infiltración (L/s)	73.4	60.1	52.1	174
Q Diseño Alcantarillado (L/s)	542	714	402	821
Q Diseño Alcantarillado (L/s*ha)	2.22	3.56	2.31	1.42

Tabla 8.- Distribución espacial de caudal aguas residuales con FM=3.8

5.4 Conocimiento de la infraestructura existente

Tal como lo expone la consultoría de Findeter – Diconsultoría “El casco urbano de Tumaco, dispone de muy baja cobertura en el sistema de alcantarillado colectivo para recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas residuales del 100% del casco urbano del municipio; solo alcanza un 3.62%, localizado en los Barrios Pradomar y La Florida del sector Isla del Morro, determinada con base en la longitud de colectores instalada/requerida.

La Isla Tumaco no cuenta con sistema de alcantarillado sanitario colectivo.

El sector Continental maneja los vertimientos de manera no convencional, mediante sistema condominial en Villa Esperanza y Cristo Rey.

En los tres sectores de Isla del Morro, Isla Tumaco y Continente se presenta soluciones mediante sistemas sépticos no tecnificados y/o mediante descargas directas al mar” (FINDETER-DICONULTORÍA, 2018)

Con lo que además, dentro de su informe de diagnóstico Findeter-Diconsultoría, reporta que la infraestructura instalada no es adecuada para el nuevo diseño de plan maestro, toda vez que no cumple con capacidades, profundidades ni dirección de flujo requerido. Con esto, la presente tesis toma como base que se requiere diseñar toda la infraestructura.

5.5 Definición del alcance de las intervenciones.

Para definir el alcance de las inversiones, se establece previamente el aspecto a tener en cuenta para la planificación y definición de alcance de las intervenciones:



Figura 13 Planificación y estructuración del sistema

Ahora bien, la alternativa a priorizar debe:



Figura 14 Parámetros para selección de alternativa de solución

Con el fin de influir en la disminución de la vulnerabilidad, en la presente tesis se propone que aunque cada isla drene a la siguiente, dentro de esta exista una sectorización hidráulica que permita disminuir la vulnerabilidad.

Además, como caso de estudio de la presente investigación, se realiza la priorización de la Isla de Tumaco, toda vez que es la Isla con mayor porcentaje de población y la cual genera mayor contaminación en la ciudad.



Figura 15 Esquema de propuesta de sistema general para Tumaco

También, la presente Tesis propone realizar análisis independiente la zona palafítica de la zona no palafítica o consolidada, así:

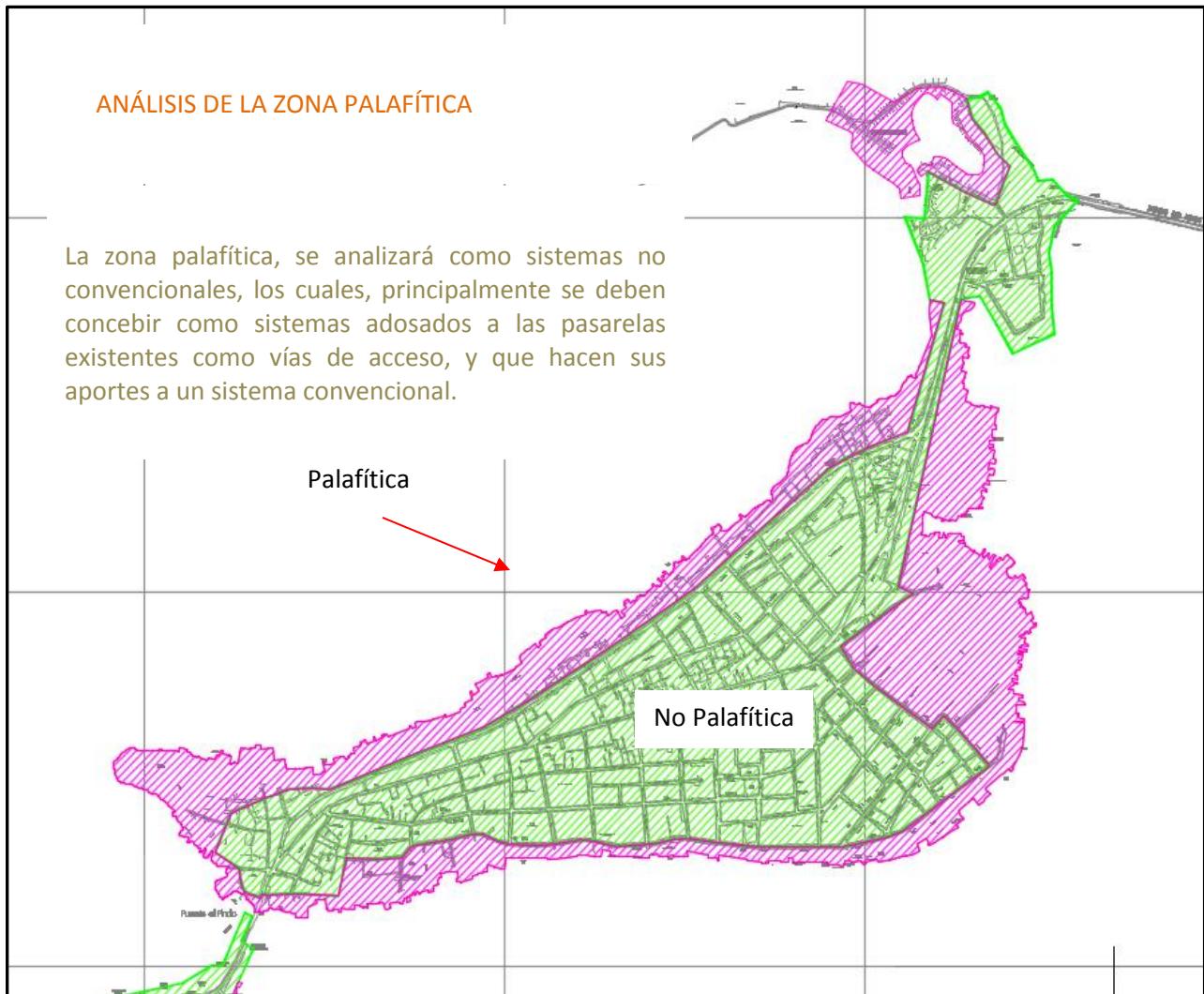


Figura 16 Análisis zona palafítica



Figura 17 Pasarelas en la zona palfítica

ANÁLISIS EN ZONA NO PALAFÍTICA

La zona No palafítica, tiene un comportamiento más organizado, en donde se puede concebir un sistema de

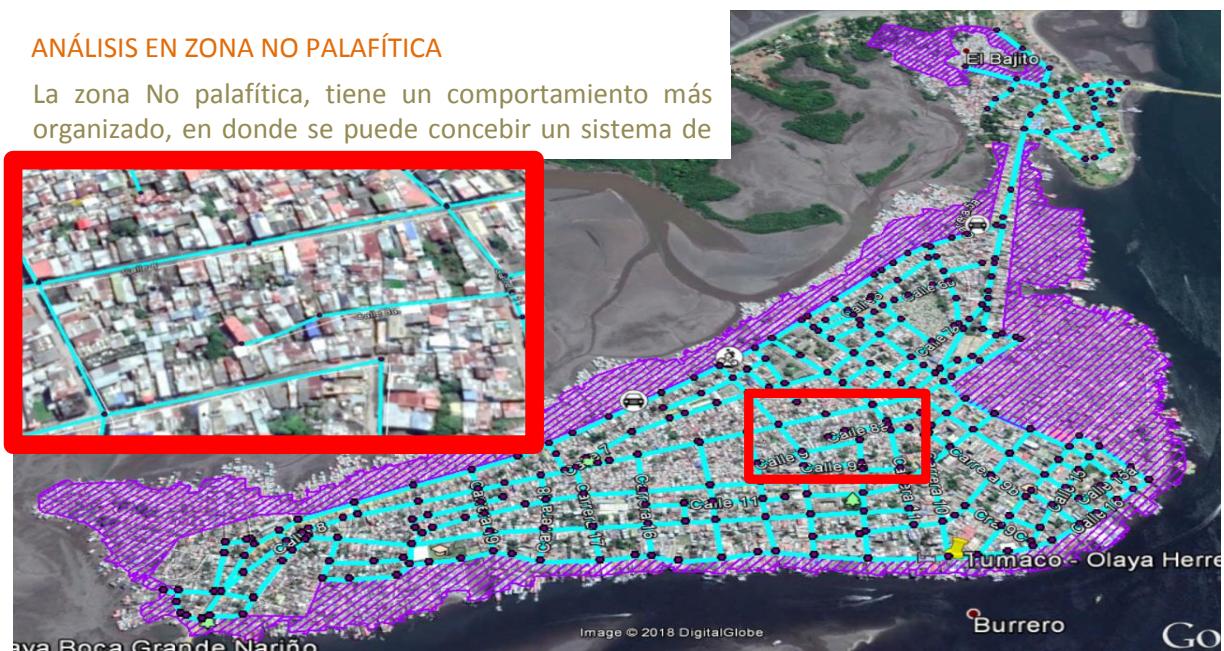


Figura 18 Zona no palafítica isla Tumaco

Convencional el cual tendrá los aportes del área palafítica como área aferente típica y en la zona No Palafítica, área de sistemas condominales que realicen sus aportes al sistema convencional como áreas aferentes.



Figura 19 Esquema de aportes al sistema convencional

5.6.1 Definición preliminar de la alternativa

Con el fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema y tener el menor número de bombeos, se establece la necesidad de concebir un sistema sectorizado, con lo que preliminarmente y con cálculos básicos se define una primera posibilidad de sectorización, la cual se comprobará mediante modelación optimizada con UTOPIA, así:

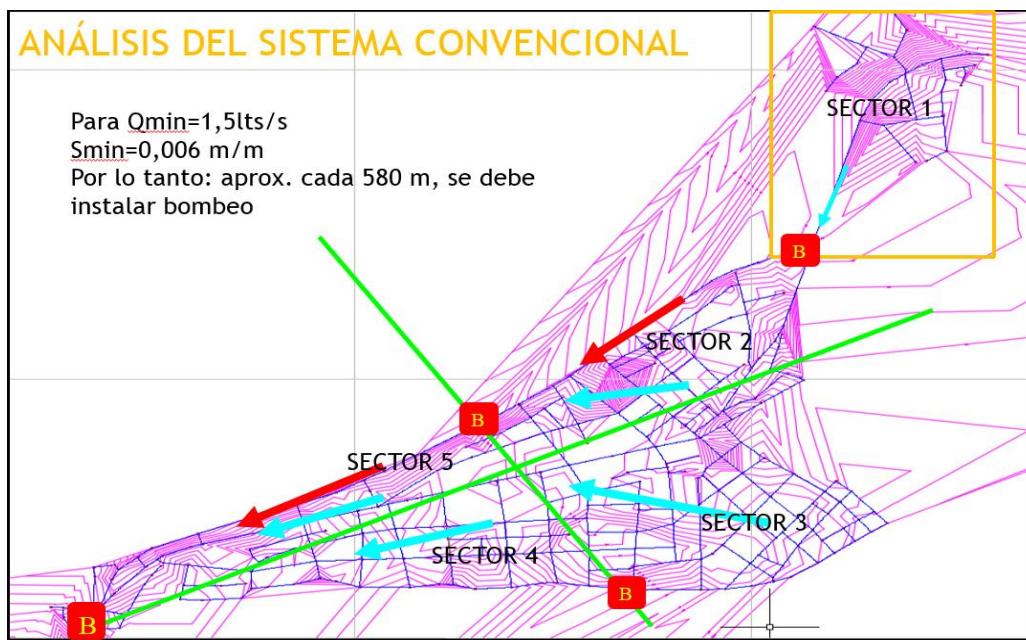


Figura 20 Definición preliminar de la alternativa

5.6.2 Creación de la topología

Con el fin de crear la topología con base en la información existente de topografía y manzaneo mediante planos de AutoCAD con curvas de nivel y coordenadas x y y, de la consultoría del Plan Maestro de Alcantarillado - Diconsultoría, se utiliza la herramienta Sewer-Gems, en la cual, siguiendo la tendencia de la topografía se creó la topología de cada sector a modelar (5 sectores), con el siguiente procedimiento:

1. Elaboración de archivos .dxf desde Autocad:
 - Desde el programa Autocad, se selecciona los pozos y se copian con ctrl+c
 - En un nuevo archivo de Autocad, se pega con la opción “Paste to Original Coordinates”.
 - Grabar como: Autocad 2004 .dxf
2. Asignación de cotas en el programa SEWER GEMS
 - Abrir el archivo .dxf desde Backgroud Layers → New → (seleccionar el archivo).
 - Se graba el archivo, en Save As
 - Verificar unidades en Tools → Options → Units, se modifican y se graban en Tools→Options→Units→Save. (La configuración de unidades se puede abrir en un nuevo proyecto Tools→Options→Units→Load
3. Creación del modelo de Nodos con la herramienta Model Builder en SEGWER GEMS:
 - Model Builder: New→CadFile→(Cargo los fondos).
 - Verificando que en Establish: 0.1m
 - Seleccionar en Key :<Label>
 - Y Finish
 - Con lo que se crea la red modelo de Nodos
 - 4.4. Creación de tablas en SEWER GEMS
 - Seleccionando el ícono Table→FlexTable→Type:Manhole
 - Seleccionar: Label-x-y-Elevation(Ground)-Elevation (Invert)
 - Ponerle nombre a la tabla y luego Click Derecho→Duplicate→As Shared Flex
 - A continuación Exportar → y se guarda .shp
4. Asignación de cotas en SEWER GEMS con la herramienta Trex
 - Seleccionando la herramienta Trex mediante el ícono, y se selecciona:
 - Data:DXFContours
 - File:Seleccionar el archivo de Curvas de nivel .dxf
 - Select elevent: Elevation

Con lo que los nodos ya cuentan con la asignación de la elevación del terreno con las curvas de nivel.

5.6.3 Concepción de los sectores en Isla Tumaco

En la presente tesis se busca plantear una alternativa de diseño que involucre la disminución en la vulnerabilidad del sistema, por lo que se plantea una sectorización tal que permita minizar la dependencia entre sistemas de bombeo, pero además se buscó la implementación de la herramienta informática UTOPIA para el diseño optimizado de cada uno de los sectores hidráulicos, teniendo como base la restricción por tipo de suelo para generar excavaciones máximas de 5mts, por lo que se planteó un escenario inicial de sectorización basado en la lógica de la topología de la isla y con una extensión basada en un primer cálculo básico con parámetros típicos mínimos de $Q=1.5\text{lps}$ y una $S=0.006\text{m/m}$.

De esta forma se plantearon 5 sectores hidráulicos, de la siguiente forma:

SECTOR 1: será el sector inicial del sistema en Isla Tumaco y será alimentado por el agua proveniente de Isla del Morro.

El ingreso y la salida se hacen cada uno por un único punto sobre la avenida principal, donde para la salida se instalará el bombeo para el aporte al siguiente sector.

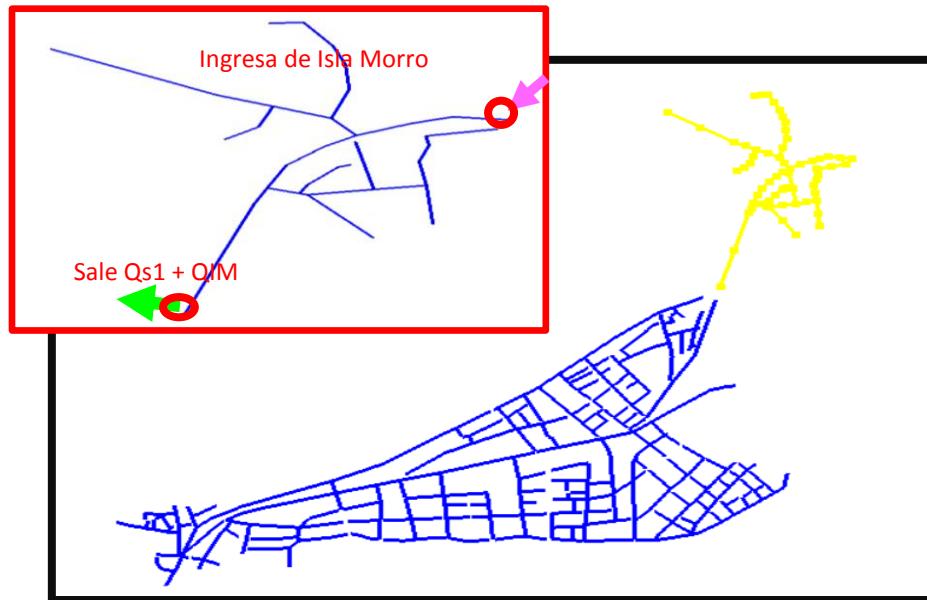


Figura 21 Sector 1 con trazado definido

SECTOR 2: este sector es alimentado por el sector 1, es decir al sector 2 ingresa el caudal propio del sector 1 + el caudal de Isla Morro. Además el sector 2 hace sus aportes al sector 5.

El ingreso y la salida se hacen cada uno por un único punto sobre la avenida la playa, donde para la salida se instalará el bombeo para el aporte al siguiente sector.

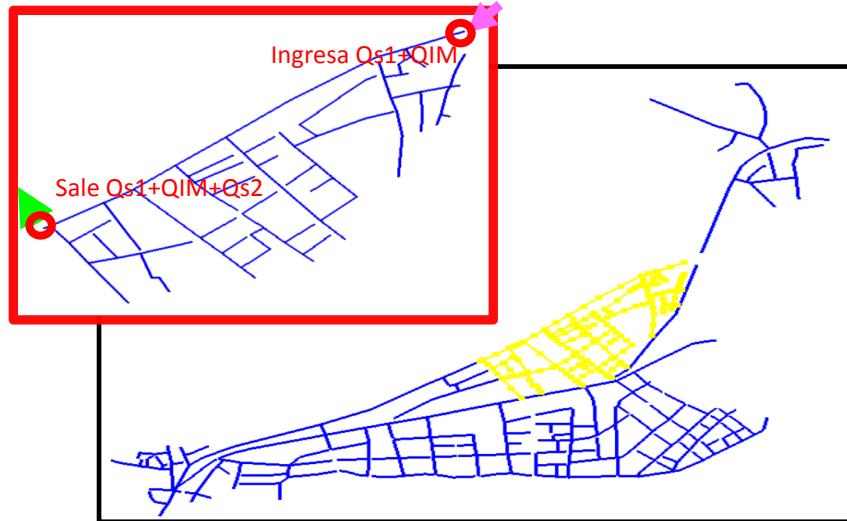


Figura 22 Sector 2 con trazo definido y colector principal por avenida La Playa

SECTOR 5: Este sector recibe las aguas del sector 2, por lo que a este llega la sumatoria del caudal de Isla Morro, el caudal propio del sector 1 y el caudal propio del sector 2. El caudal que sale del sector 5 se recolectará junto con el caudal del sector 4 para dirigirlos por una sola tubería hacia la zona continental mediante bombeo.

El ingreso y salida se hacen sobre el colector de la avenida la playa por un único punto cada uno, la salida es a través del bombeo hacia el siguiente sector.

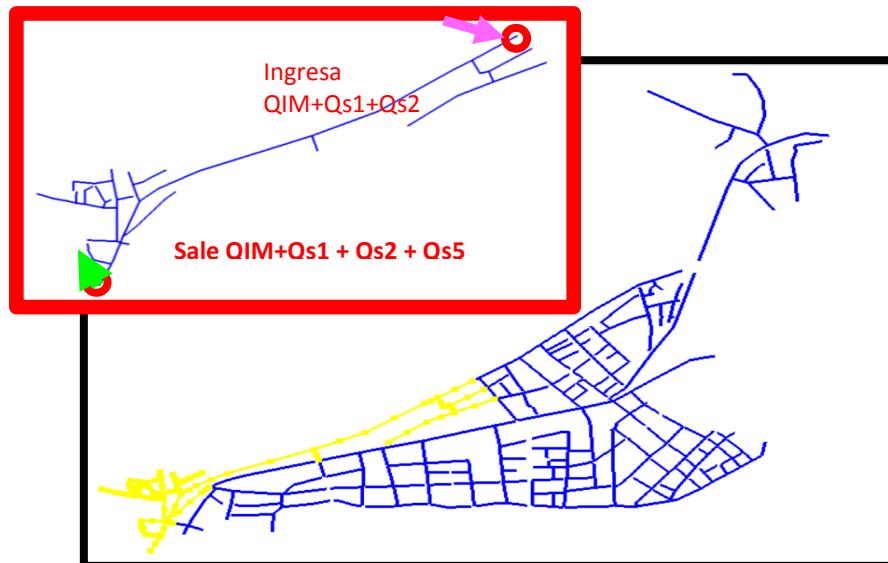


Figura 23 Sector 5 con trazo definido y colector principal por avenida La Playa

SECTOR 3: este sector no recibe aportes de otros sectores, aunque si realiza sus aportes al sector 4.

La salida se hace sobre el colector de la avenida de los estudiantes por un único punto a través de un bombeo.

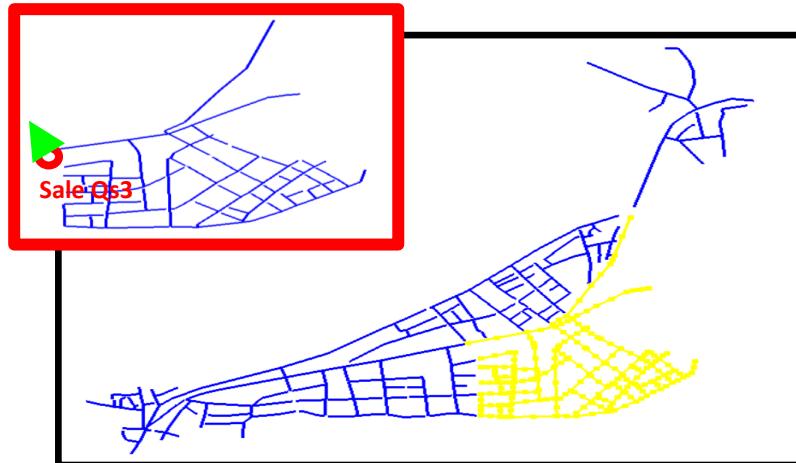


Figura 24 Sector 3 con trazado definido y colector principal por avenida de los Estudiantes

Sector 4: Este sector recibe las aguas del sector 3. El caudal que sale del sector 4 se recolectará junto con el caudal del sector 5 para dirigirlos por una sola tubería hacia la zona continental mediante bombeo. El ingreso y salida se hacen sobre el colector de la avenida de los estudiantes por un único punto cada uno.

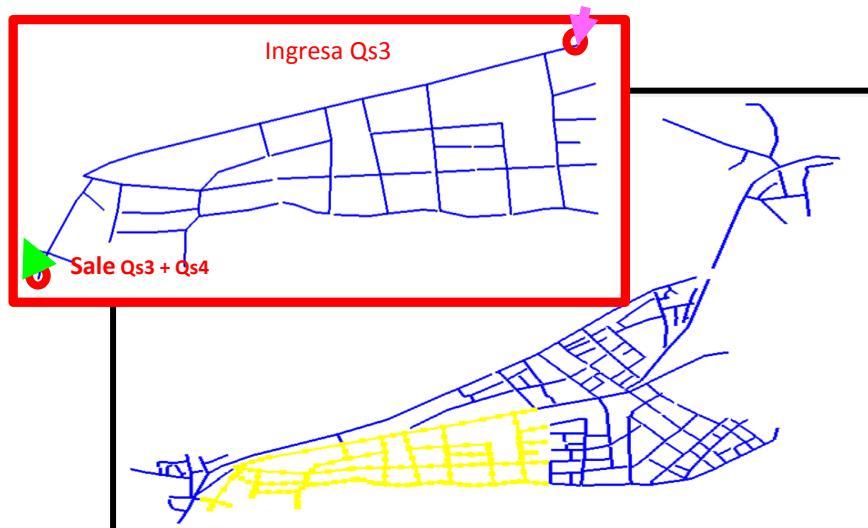


Figura 25 Sector 4 contrazulado definido y colector principal por avenida de los Estudiantes

5.6.4 Creación de áreas aferentes

Con la topología de la red en Sewer-Gems, se realiza el siguiente procedimiento para la creación de las áreas mediante Polígonos de Thiessen:

ROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIONE LOS POLIGONOS DE THIESSEN EN SEWER-GEMS

1. En ARC-GIS Crear un Archivo SHP de contornos, delimitando el área sobre la cual deseamos generar los polígonos de THIESSEN.
2. En SEWER-GEMS Buscar la herramienta: Thiessen Polygon 

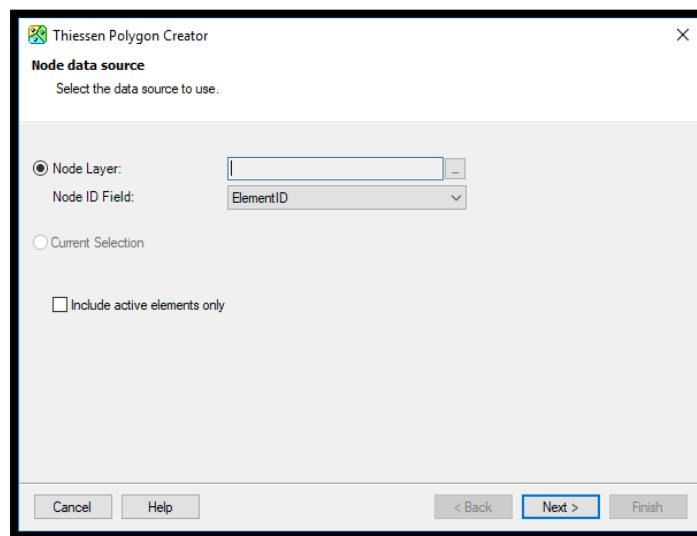


Figura 26 Creación de Polígonos de Thiessen

3. Seleccionar los elementos sobre los cuales se quieren se generen los polígonos, para nuestro caso: Manhole/All Elements.

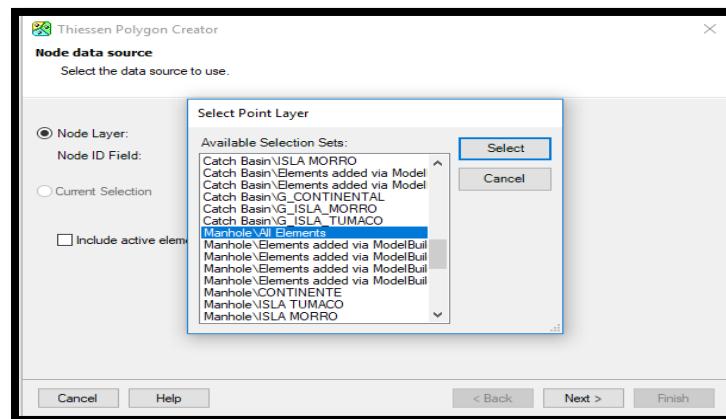


Figura 27 Selección de elementos para la creación de polígonos

4. Seleccionar el archivo SHP de contornos.
5. Seleccionar GENERAR POLÍGONOS con lo que se ha generado en SEWERGEMS un archivo .shp de las áreas.
6. Y para convertirlo en Modelo → con la herramienta MODEL BUILDER, tal como ya se ha explicado el uso de esta herramienta.

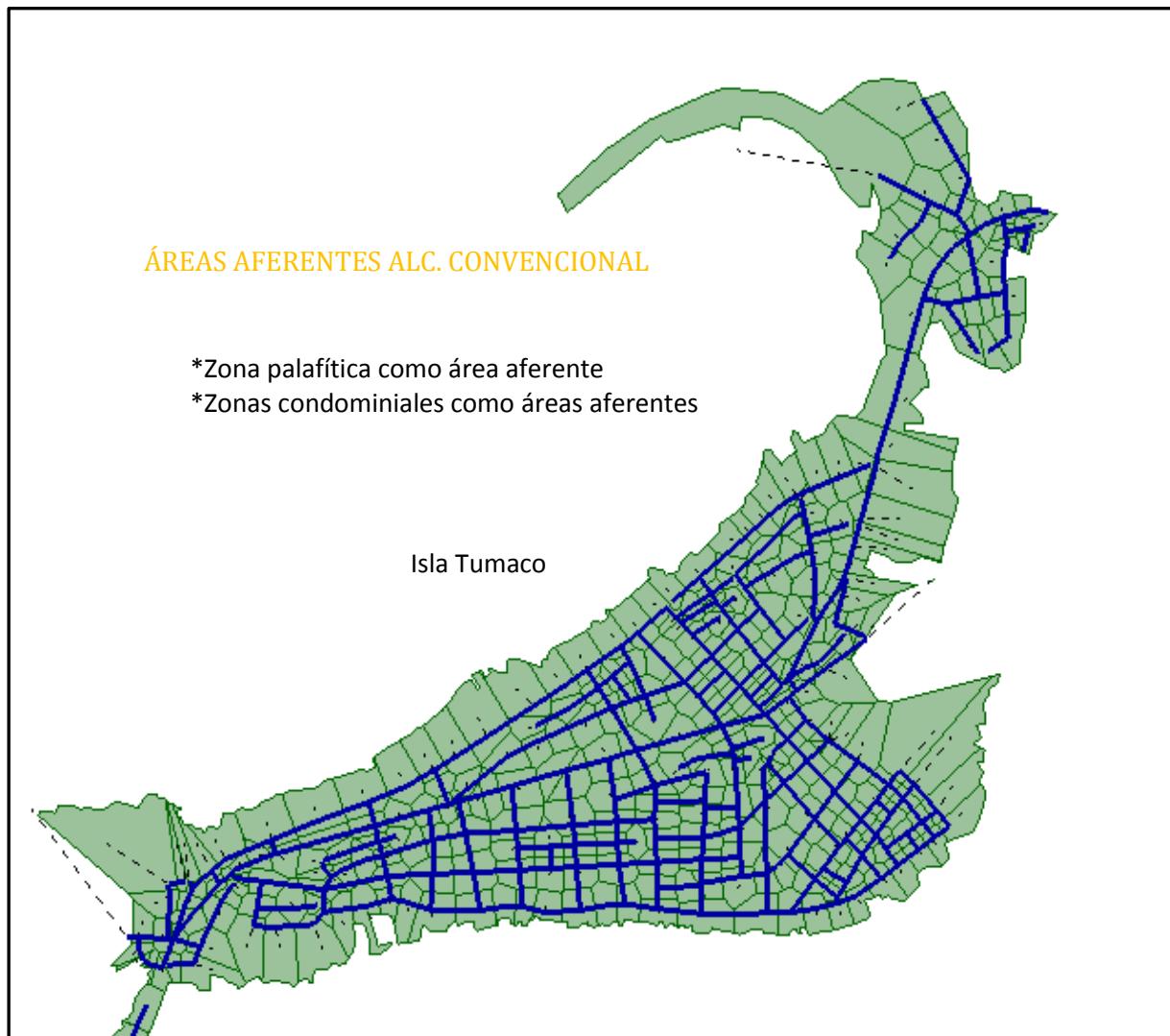


Figura 28 Áreas aferentes a cada nodo – Polígonos de Thiessen

5.6.5 Creación de archivos .TXT para modelación en UTOPIA

Se deben crear archivos txt para cada modelación, por sector, los cuales contienen la información de caudal, coordenadas x,y y z de los nodos del sistema y los tramos, tal como se muestra a continuación:

- Sector 1:

ID Q(lps)	x	y	z	Sections 33
Manholes 34				4 7
1 1.6 1146384.46	693129.98	1.7		1 12
2 3.8 1146217.79	692983.65	1.8		10 12
3 0.9 1146262.82	693019.9	1.8		12 25
4 17.4 1145984.79	693247.79	1.81		29 25
5 6 1146277.04	693323.45	1.81		25 32
6 2.6 1146323.16	693325.7	1.81		32 31
7 5 1146207.96	693112.81	1.92		30 33
8 1.1 1146363.09	693255.96	2.08		26 27
9 0.8 1146328.51	692821.72	2.1		27 29
10 1.2 1146282.6	693080.32	2.11		5 6
11 1.2 1146379.4	693202.53	2.17		6 8
12 1 1146360.6	693045.34	2.23		8 11
13 0.2 1146317.75	692825.68	2.3		11 1
14 1.2 1146417.49	692837.32	2.3		19 15
15 1.9 1146487.79	692849.19	2.32		17 15
16 0.4 1146328.73	692850.94	2.44		23 9
17 1 1146478.12	692919.05	2.48		14 9
18 0.4 1146486.91	692993.74	2.5		31 30
19 2.2 1146496.58	692736.04	2.5		13 30
20 0.7 1146491.3	692966.5	2.5		15 14
21 0.5 1146385.85	692909.16	2.77		28 14
22 0.4 1146369.37	692902.57	2.81		24 18
23 2.6 1146416.39	692696.5	2.83		18 20
24 1.4 1146582.7	693013.95	2.92		20 17
25 0.5 1146393.99	692995.25	2.98		21 22
26 0.5 1146602.68	693039.99	2.98		22 16
27 0.7 1146523.94	693049.55	3		9 13
28 0.4 1146392.88	692976.17	3.1		16 13
29 0.9 1146468.83	693030.99	3.02		2 3
30 1.1 1146274.69	692841.5	3.08		7 10
31 1 1146299.96	692907.37	3.09		3 10
32 0.7 1146350.05	692961.85	3.1		33 34
33 4.9 1146256.9	692794.01	3		
34 -06.2 1146161.12	692461.83	2.71		

Figura 29 Modelo de archivo txt para correr UTOPÍA

5.6.6.1 Parámetros establecidos en la modelación en Utopía

- Ecuación de Darcy
- Material de tubería PVC → $K_s = 0.0000015$
- Profundidad mínima a cota corona = 1.2 mts

- Velocidad máxima = 5 m/s (según Res. 0330 de 2017)
- Cortante mínimo = 1 Pa (según Res. 0330 de 2017 para la limitar la velocidad mínima y garantizar el arrastre de sólidos)
- Ecuación de optimización costos de Navarro

5.6.6.2 Diseño con versión de UTOPIA con concepto de Natalia Duque (diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que aproxima a la función de costos).

Para este primer ejercicio se trabajó con el planteamiento inicial de sectorización y comportamiento de red: es decir los 5 sectores planteados con sus dimensiones, topografía y vertimientos tal como se planteó en la primera hipótesis.

Para esto, se trabajó ingresando manualmente el trazado, intentando dar una lógica según la topografía del terreno.

Además se trabó con los siguientes diámetros:

0.227, 0.452, 0.595, 0.670, 0.747, 0.824, 0.9776, 1.054, 1.127, 1.202, 1.5, 2.0, 2.5

Además, se realizó modelación para las 3 posibilidades de caudales según del Factor de Mayoración de caudal máximo horario, con el fin de realizar un análisis de sensibilidad del comportamiento hidráulico.

QMH (para caudal máximo horario)		
FM	Q (lps) Isla Tumaco	Q (lps) Isla Morro
1.4	326	202
2.6	520	302
3.8	714	402

Tabla 9.- Resumen de caudales de diseño alcantarillado sanitario

Obteniendo los siguientes resultados para cada uno de los siguientes sectores

➤ SECTOR 1:

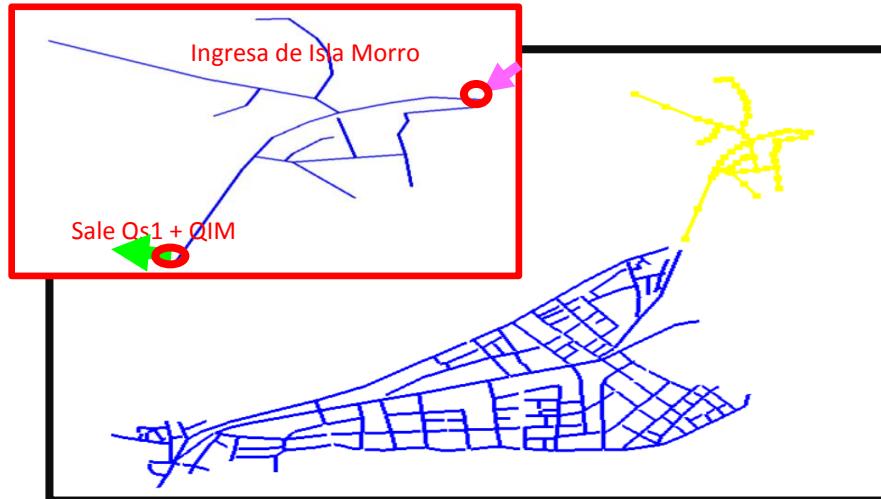


Figura 30 Sector 1 con trazado definido

Con el siguiente trazado dado:

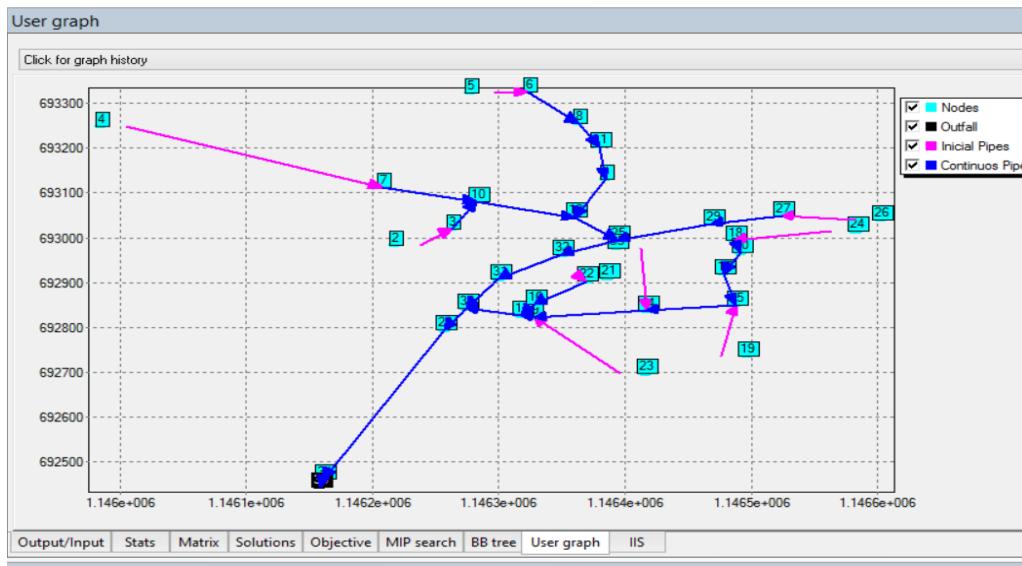


Figura 31 Trazado definido sector 1 – modelo UTOPÍA

Obteniendo el siguiente promedio de excavación en cada tramo:

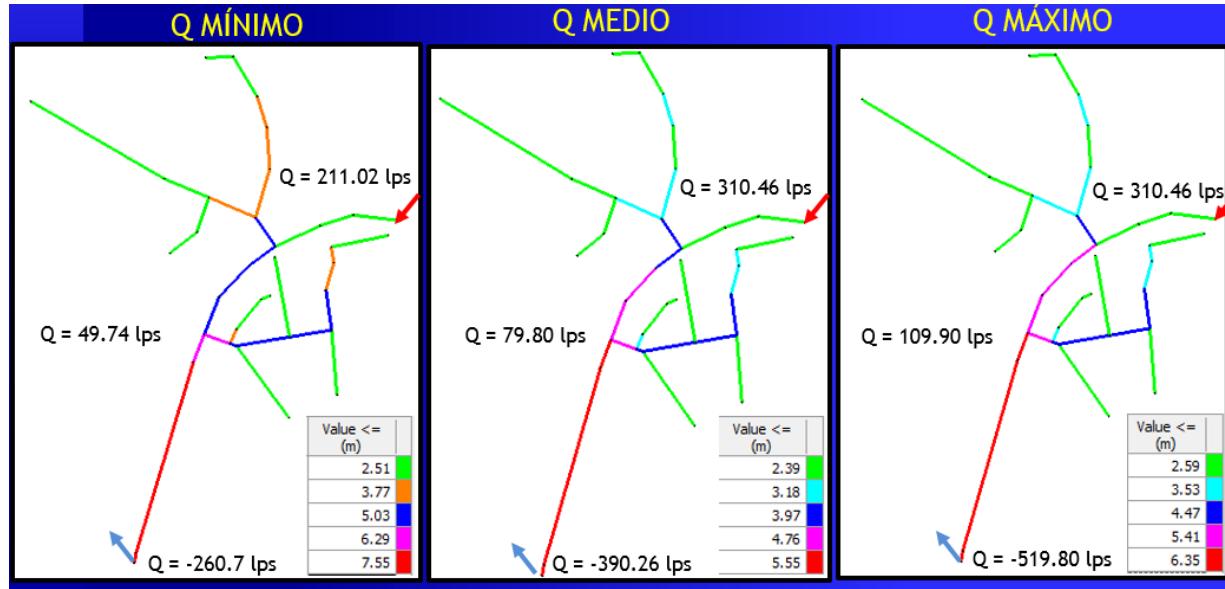


Figura 32 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 1 con metodología N. Duque
 Y los siguientes diámetros de diseño para cada tramo:

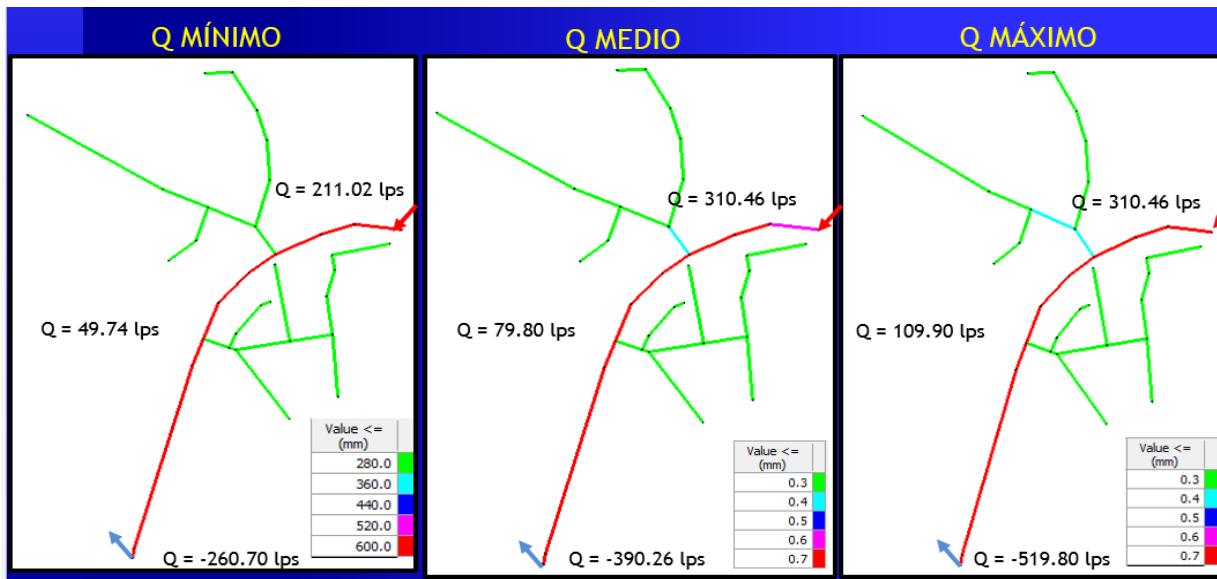


Figura 33 Diseño sector 1 – con metodología N. Duque

Encontrando que a menor caudal de diseño, la profundidad aumenta. De todas formas, con los 3 caudales, se encuentran profundidades superiores a los 5 metros.

➤ SECTOR 2:

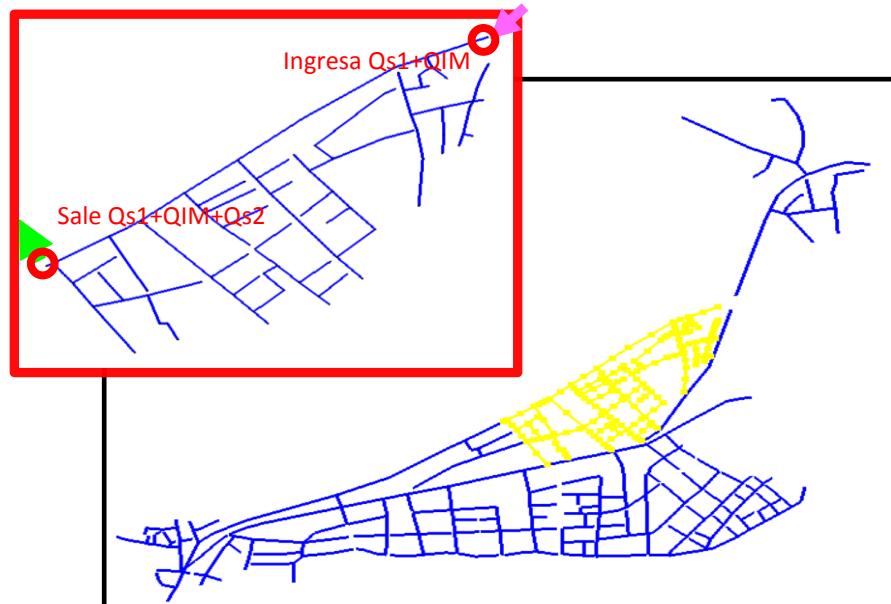


Figura 34 Sector 2 con trazado definido y colector principal por avenida La Playa

Con el siguiente trazado dado:

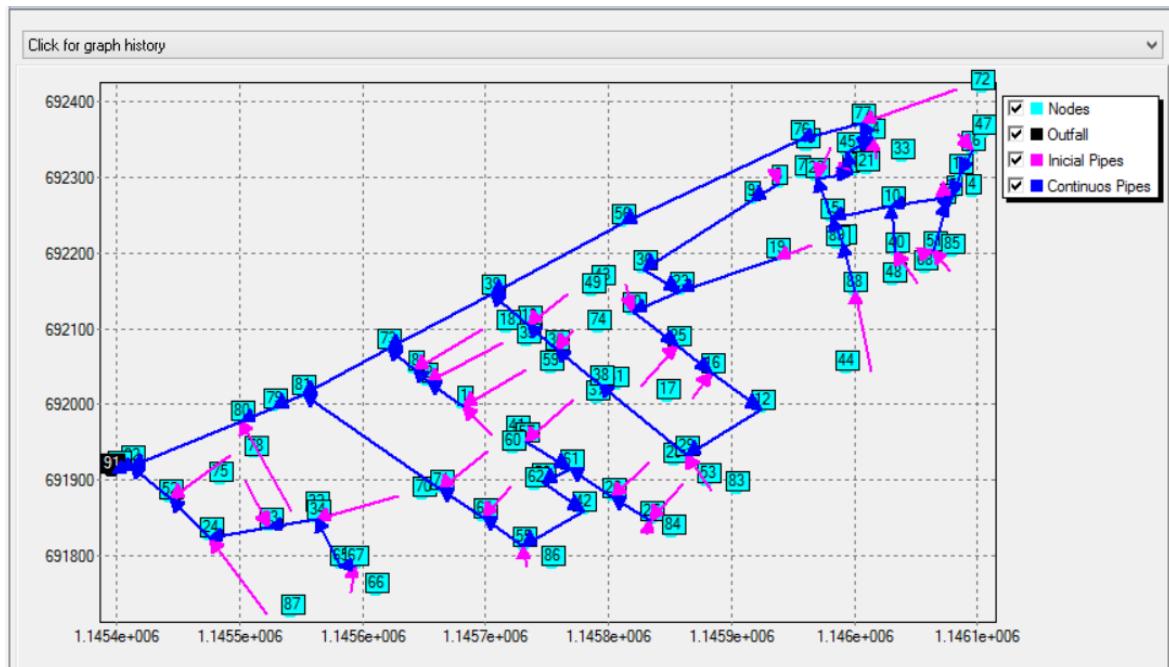


Figura 35 Trazado definido sector 2 - modelo UTOPÍA

Profundidad promedio de excavación por tramo obtenida de UTOPIA:

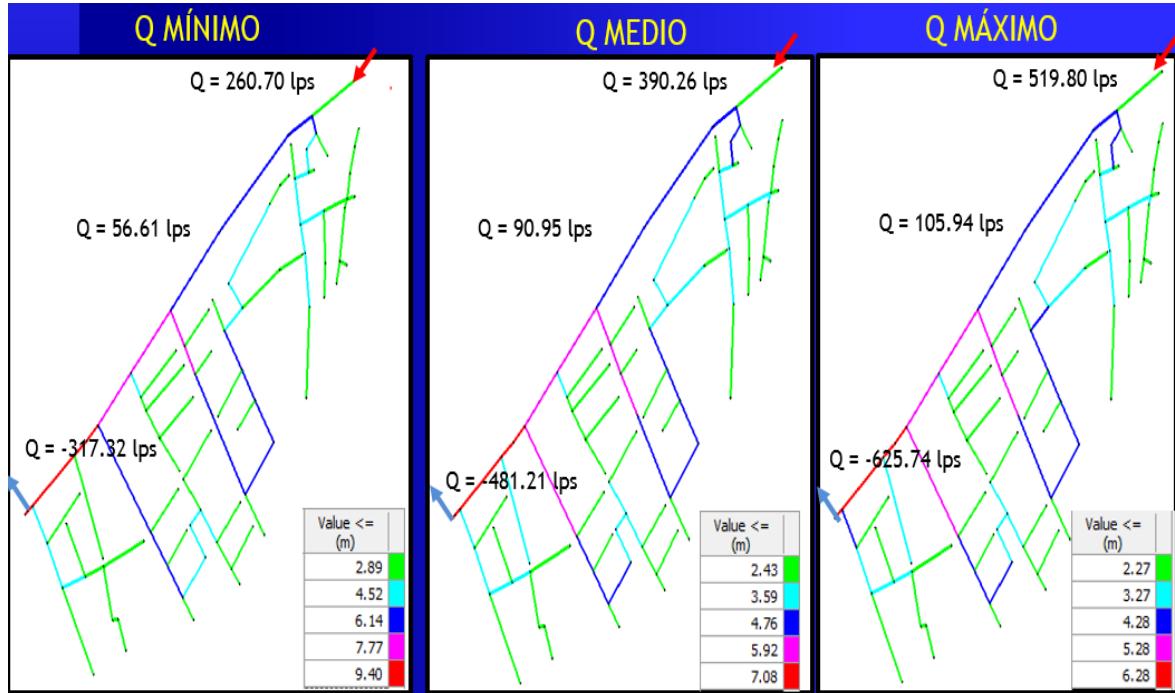


Figura 36 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 2 metodología N. Duque

Diámetro de diseño en cada tramo:

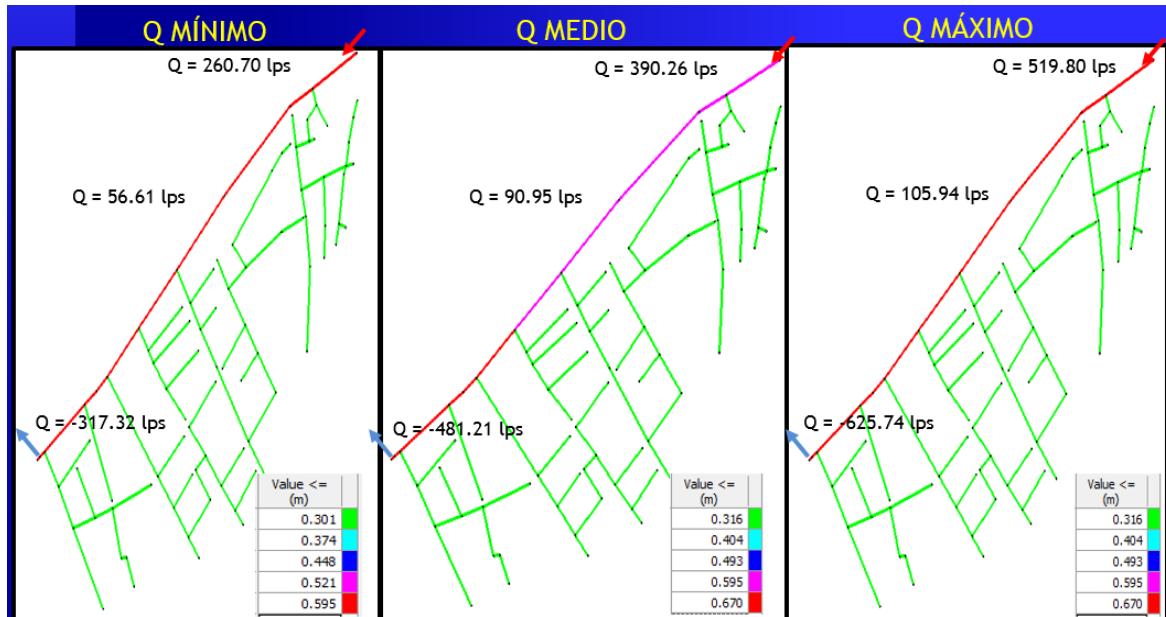


Figura 37 Promedio de excavación en cada tramo - Sector 2 con metodología N. Duque

➤ SECTOR 5:

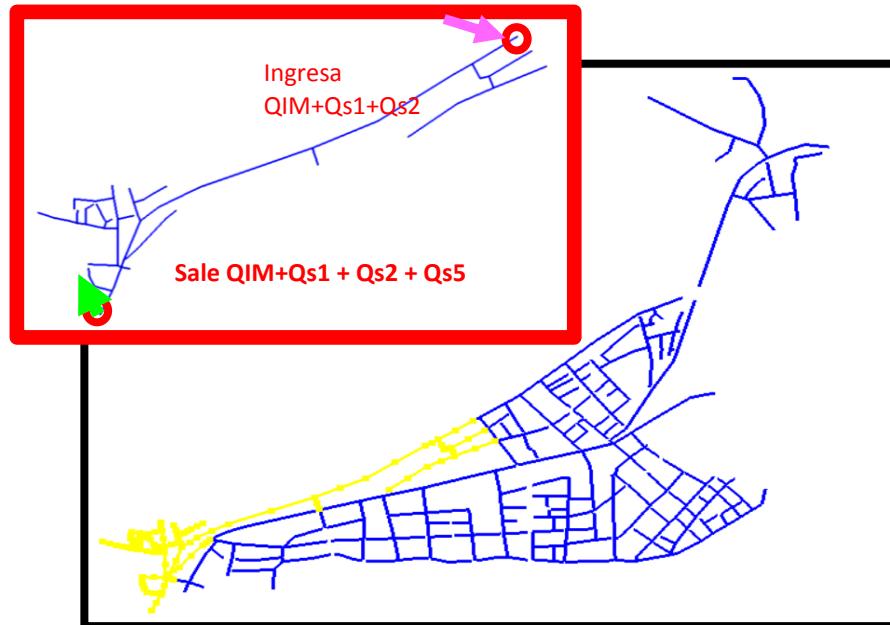


Figura 38 Sector 5 con trazado definido y colector principal por avenida La Playa

Con el siguiente trazado dado:

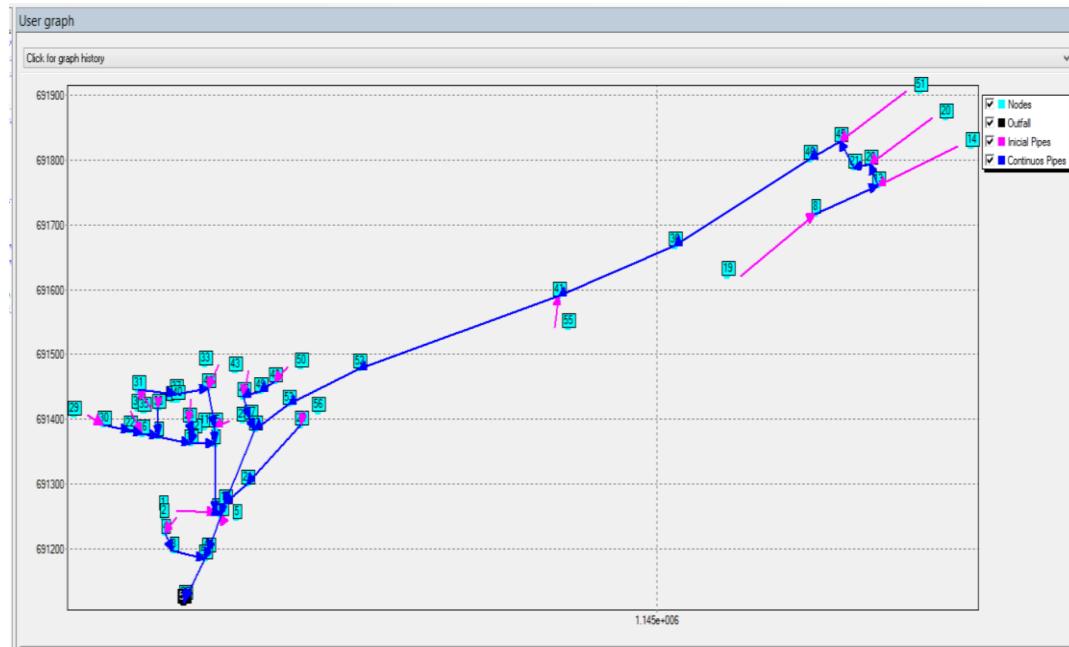


Figura 39 Trazado definido sector 5 - modelo UTOPÍA

Una vez realizada la modelación en UTOPIA se obtiene los siguientes promedios de excavación para

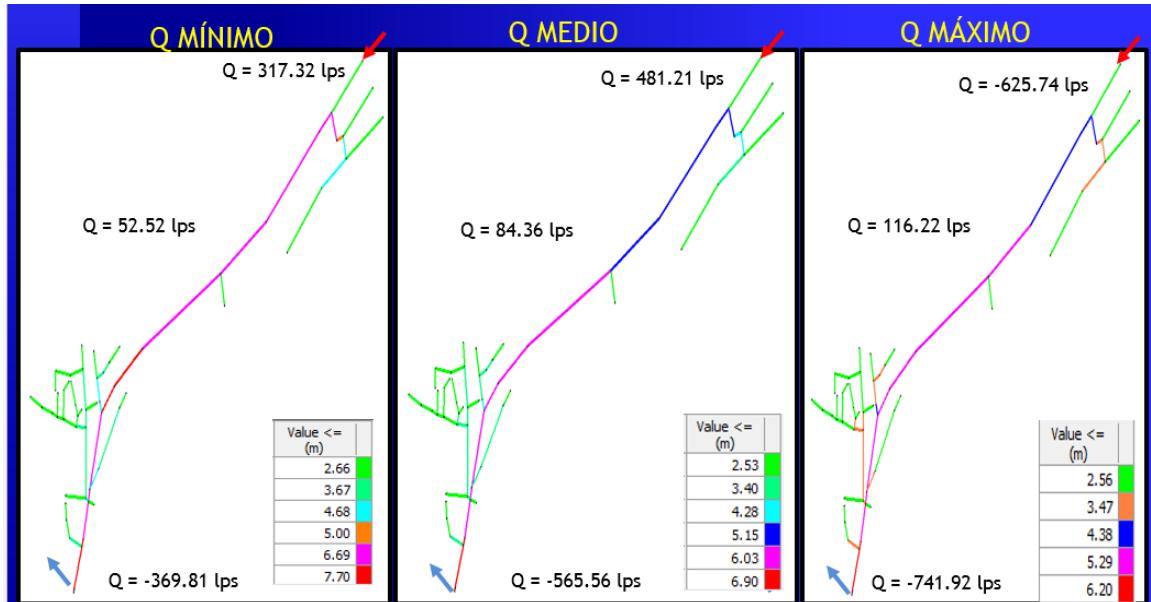


Figura 40 Promedio de excavación en cada tramo - Sector 5 con metodología N. Duque

Y se presentan los diámetros del diseño para cada tramo:

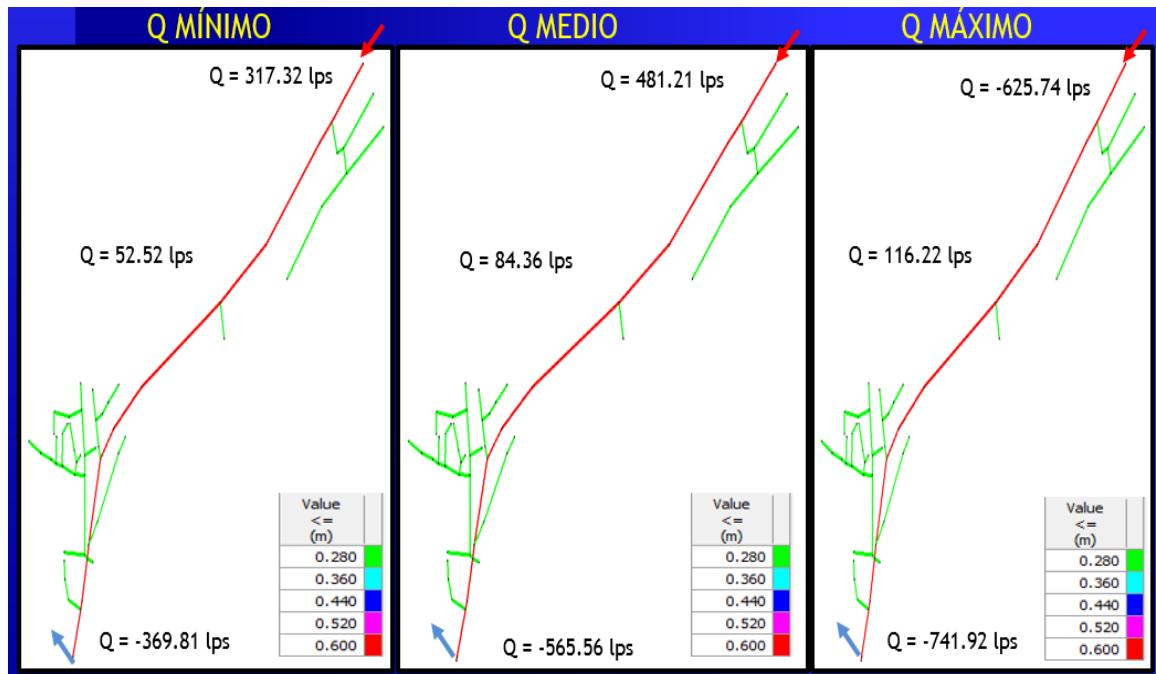


Figura 41 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 5 con metodología N. Duque

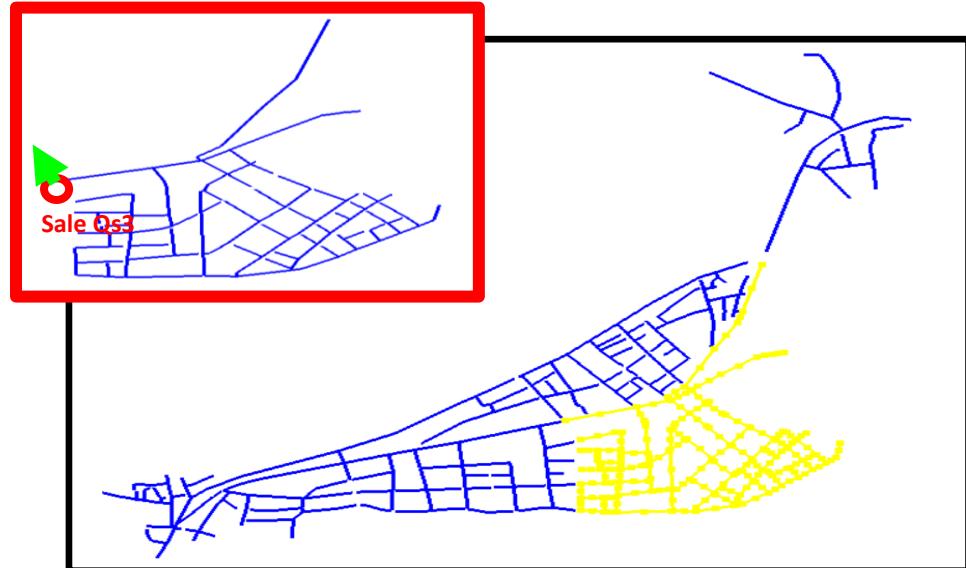
SECTOR 3:


Figura 42 Sector 3 con trazado definido y colector principal por evinida De Los Estudiantes

Con el siguiente trazado dado:

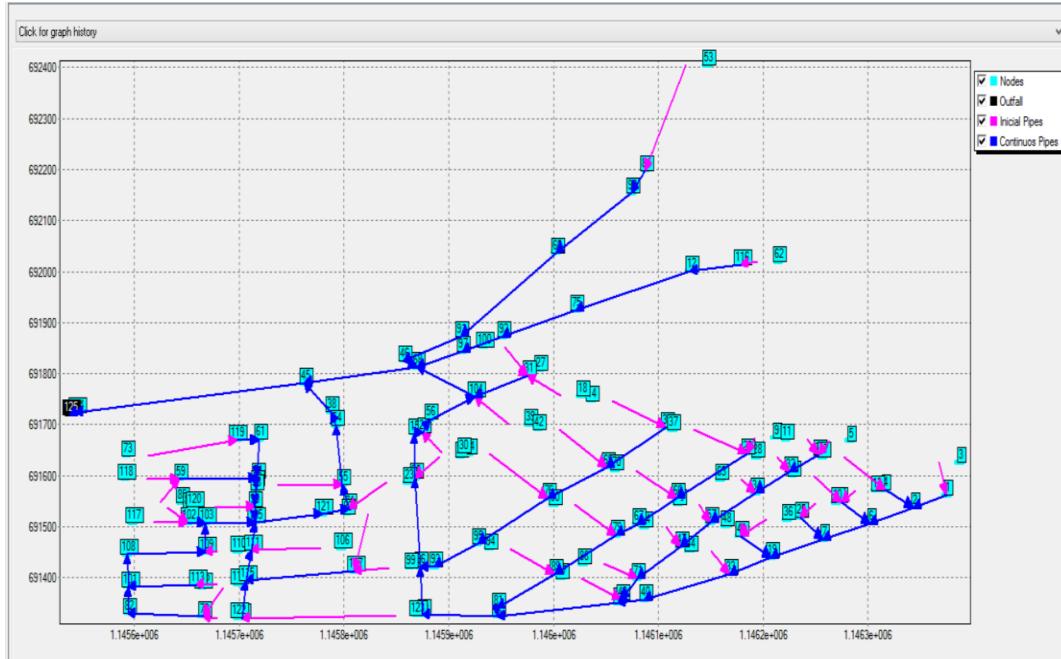


Figura 43 Trazado definido sector 3 – modelo UTOPÍA

Obteniendo en UTOPIA el siguiente diseño optimizado:

De donde a continuación se presentan las excavaciones promedio para cada tramo:

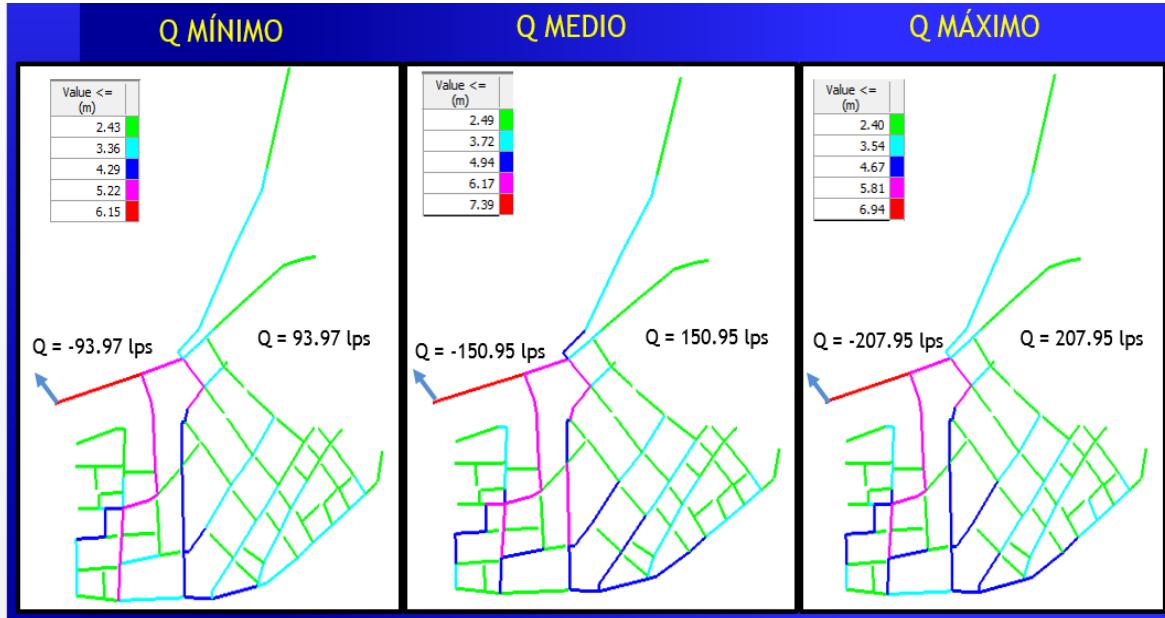


Figura 44 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 3 con metodología N. Duque

Y se presentan los diámetros del diseño para cada tramo:

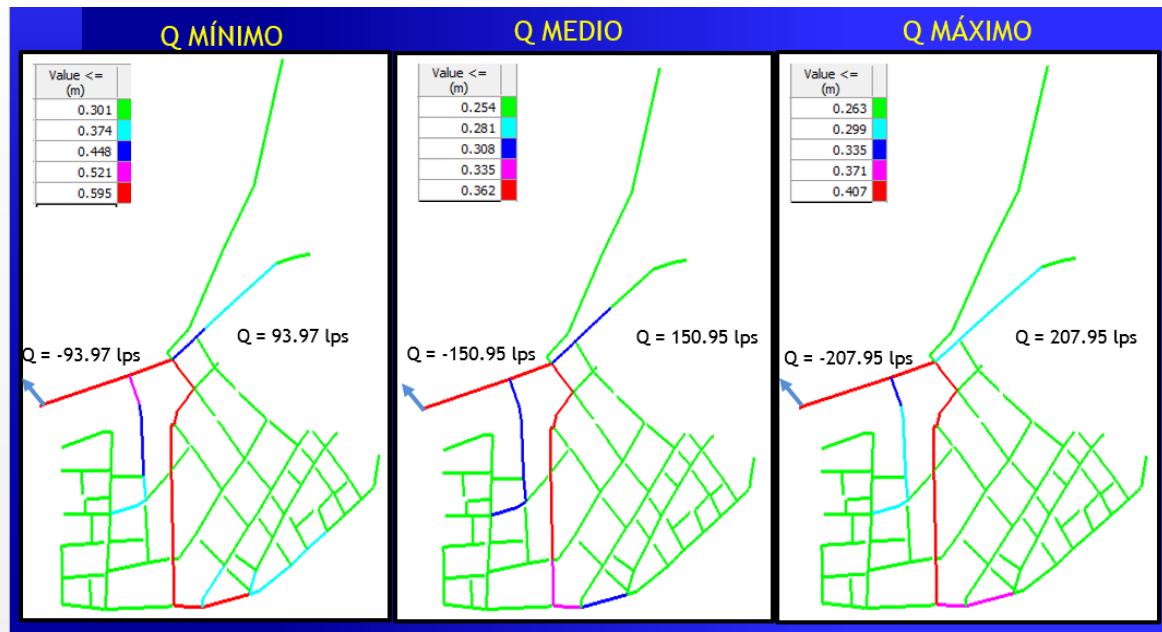


Figura 45 Promedio de excavación en cada tramo - Sector 3 con metodología N. Duque

➤ **Sector 4:**

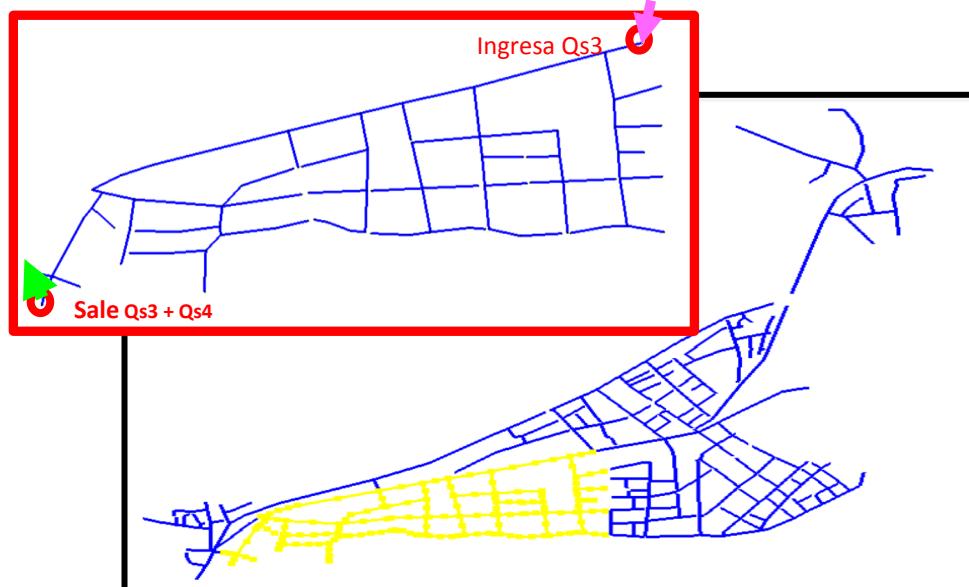


Figura 46 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 4 con metodología N. Duque

Con el siguiente trazado dado para el sector 4:

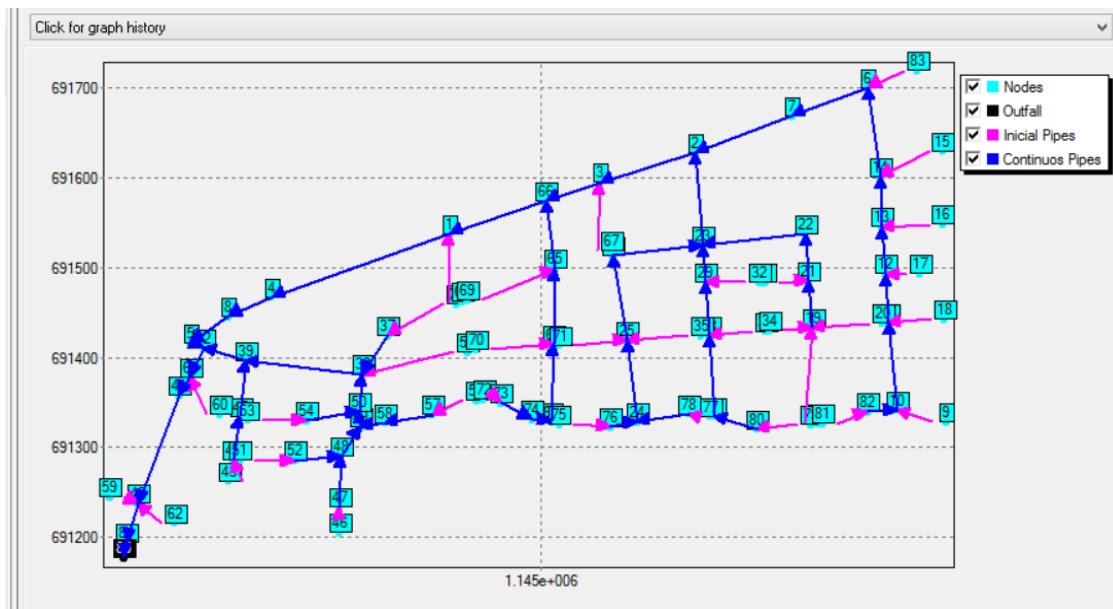


Figura 47 Trazado definido sector 4 – modelo UTOPÍA

Obteniendo los siguientes resultados de diseño optimizado con UTOPÍA:

Obteniendo en UTOPIA el siguiente diseño optimizado:

De donde a continuación se presentan las excavaciones promedio para cada tramo:

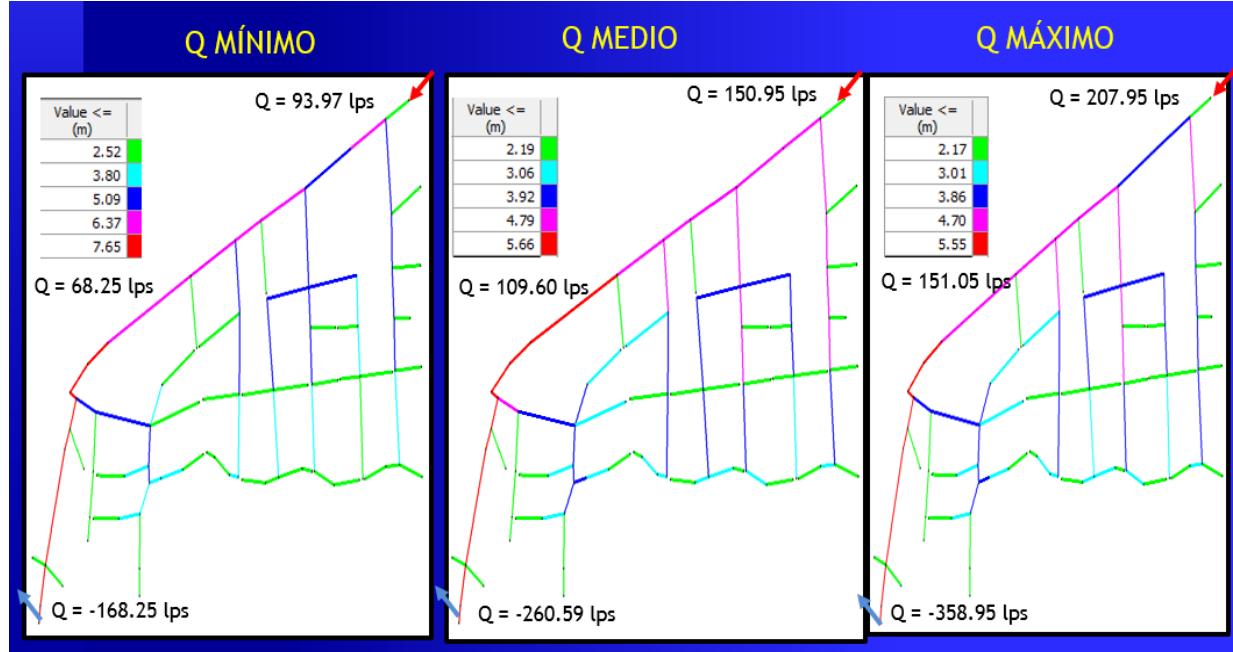


Figura 48 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 4 con metodología N. Duque

Y se presentan los diámetros del diseño para cada tramo:

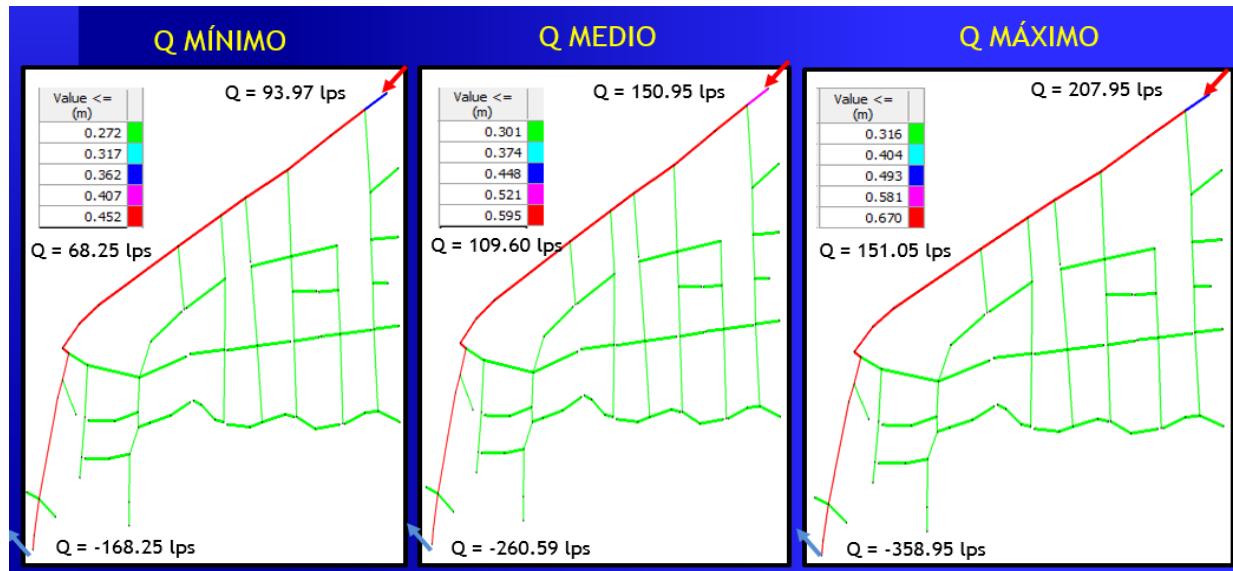


Figura 49 Promedio de excavación en cada tramo – Sector 4 con metodología N. Duque

Análisis:

- De este trabajo, se encontró que el comportamiento no es adecuado, el árbol principal no coincide por la vía principal en la que se hace el ingreso de agua y la salida, el sistema genera colector principal por vías no principales.
- Las profundidades son muy grandes y generan grandes excavaciones especialmente hacia la salida del sector, que se encuentra en vía principal. Se superan los 5 metros de profundidad.
- Se debe dar la posibilidad al programa UTOPIA de seleccionar su trazada para verificar una propuesta acorde con la función de costos.
- Se encontró la tendencia de que a medida que aumenta el caudal de diseño, las profundidades disminuyen.
- Paralelamente se analiza que diseñar con un factor de mayoración mínimo de 1.4 para el caudal de diseño de alcantarillado no permite prever las condiciones actuales del distrito de Tumaco donde hoy no existe un sistema de recolección de aguas lluvias por lo que puede llegar un importante caudal al sistema y otros aporte por falta de ordenamiento territorial, pero además también se analiza que trabajar no el Factor de mayo ración máximo de 3.8 es sobre diseñar el sistema y permitir que se realicen aporte no convenientes al sistema de alcantarillado sanitario, por lo que se decide diseñar con un **factor de mayoración de cauda de diseño de 2.6**.
- Se verificaron los parámetros de diseño y cumple con la normatividad del RAS resolución 0330 de 2017.

Por lo que de procedió a realizar nuevas modelaciones en un sector representativo para analizar la mejora, se seleccionó el sector 2 para realizar la prueba, modelando el sistema como una malla, permitiendo que el programa UTOPIA realice la selección del trazado.

- **Sector 2:**

Con las conclusiones de las anteriores modelaciones, se tiene:

Caudal de diseño:

QMH (caudal máximo horario)		
FM	Q (lps) Isla Tumaco	Q (lps) Isla Morro
2.6	520	302

Tabla 10.- Distribución espacial caudal alcantarillado – con FM de 2.6

Diámetros de diseño:

Además se trabó con los siguientes diámetros:

0.227,0.452,0.595,0.670,0.747,0.824,0.9776,1.054,.127,1.202,1.5,2.0,2.5

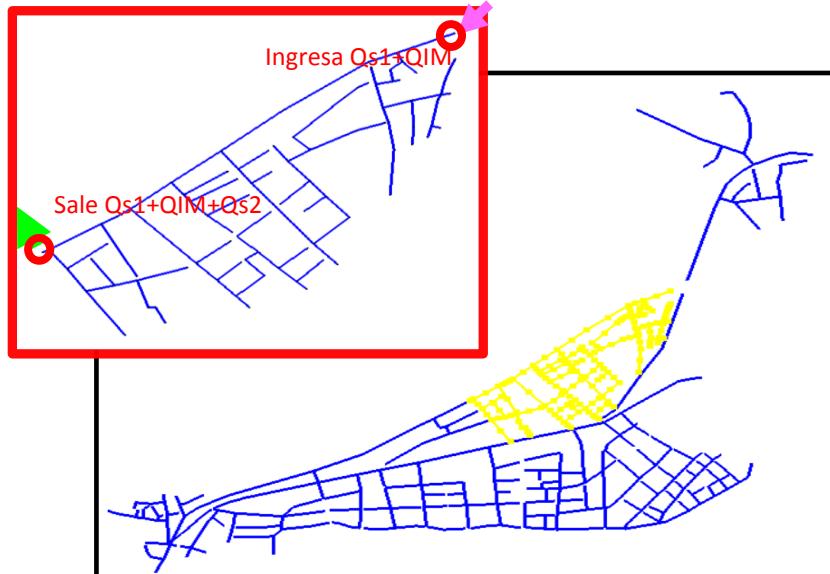


Figura 50 Sector 2 con colector principal por avenida La Playa

Planteando la configuración mediante malla de la siguiente manera:



Figura 51 Malla sector 2

Obteniendo con la herramienta UTOPIA, el siguiente:

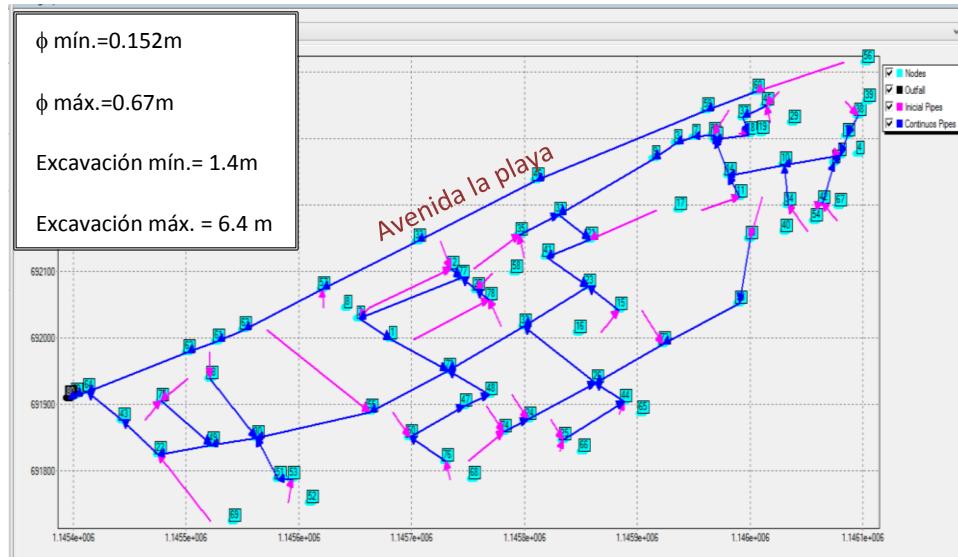


Figura 52 Trazado sector 2 por UTOPÍA - N. Duque

Se observó que continúa sin obtener el árbol principal por la vía principal denominada avenida la playa. Por lo que se procedió a verificar en terreno el comportamiento de esta vía.



Figura 53 Vista lateral de avenida La Playa

Análisis:

- Tanto con los resultados de las modelaciones en UTOPIA, como también se evidencia en terreno, se encuentra que la vía principal se encuentra predominantemente elevada, debido a la construcción de su estructura vial se encuentra una clara elevación No Natural del terreno, y las casas vecinas a esta vía se encuentran enterradas al nivel natural, por lo que se concluye que no debería modelarse con el nivel de la vía sino con un nivel natural de terreno. Además que la conformación de la estructura de esta vía para su construcción, conlleva a intuir que por lo menos existe 1 metro de relleno de materiales granulares de alta resistencia y capacidad portante. Es así como en la presente tesis se plantea darle un tratamiento diferente a las vías principales con conformación de vía estructural, disminuyendo la cota de la vía a una cota natural y que además permita lograr un diseño optimizado donde el colector principal se trace por dicha vía principal.
- Finalmente se concluye que es necesario realizar un diseño donde la selección del trazado involucre en su función objetivo la maximización de cantidad de tuberías a favor de la pendiente. Con lo que se propuso utilizar la metodología propuesta pro Jesús Zambrano en su tesis del año 2019, con lo que con la colaboración del alumno Andrés Aguilar, se realizó la programación del concepto de Jesús Zambrano en UTOPIA.

5.6.6.3 *Diseño con versión de UTOPIA con concepto de Jesús Zambrano (diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que maximiza la cantidad de tubería que va a favor del terreno).*

Con la colaboración del estudiante Andrés Aguilar se realizó programación en UTOPIA del concepto de Jesús Zambrano para la selección del trazado buscando favorecer la pendiente del terreno con el trazado, buscando así disminuir la altura de excavación.

Además, con lo concluido en el literal anterior, se procedió a modificar las cotas del terreno sobre las vías principales en donde se espera se diseñen los colectores principales, (avenida la playa y avenida de los estudiantes) conforme a que se logró entender que no se debe tener en cuenta la cota de rasante y subrasante para el diseño por encontrarse tan predominante elevada la cota de terreno con respecto a la cota natural del terreno y de las viviendas aledañas. Además se realizó el presente diseño con una malla de cada sector para que el software UTOPIA sea quien realice el trazado de todo el sistema.

➤ **Sector 1:** Modificando cotas en avenida principal

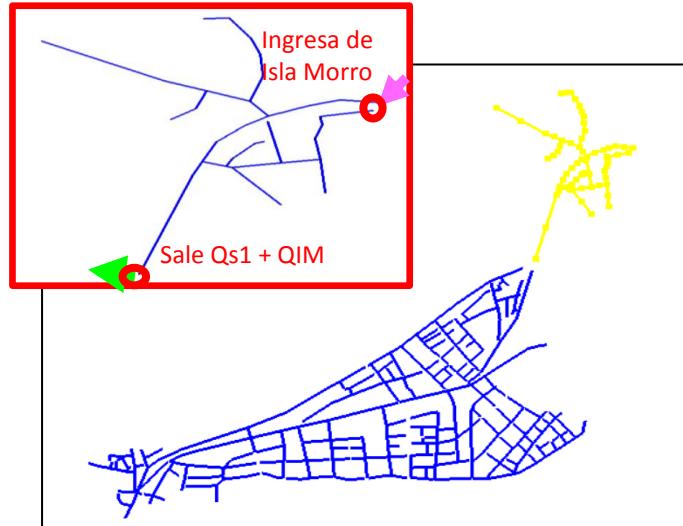


Figura 54 Sector 1 modificando cotas en avenida principal

Planteando malla para el sector 1:

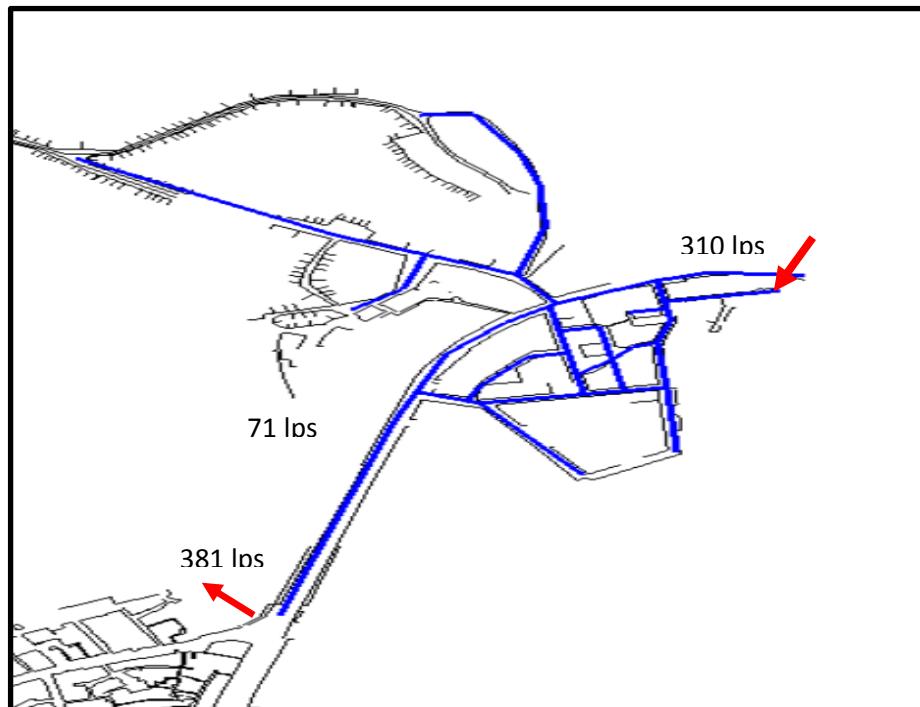


Figura 55 Sector 1 malla

Obteniendo el siguiente trazado con UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano:

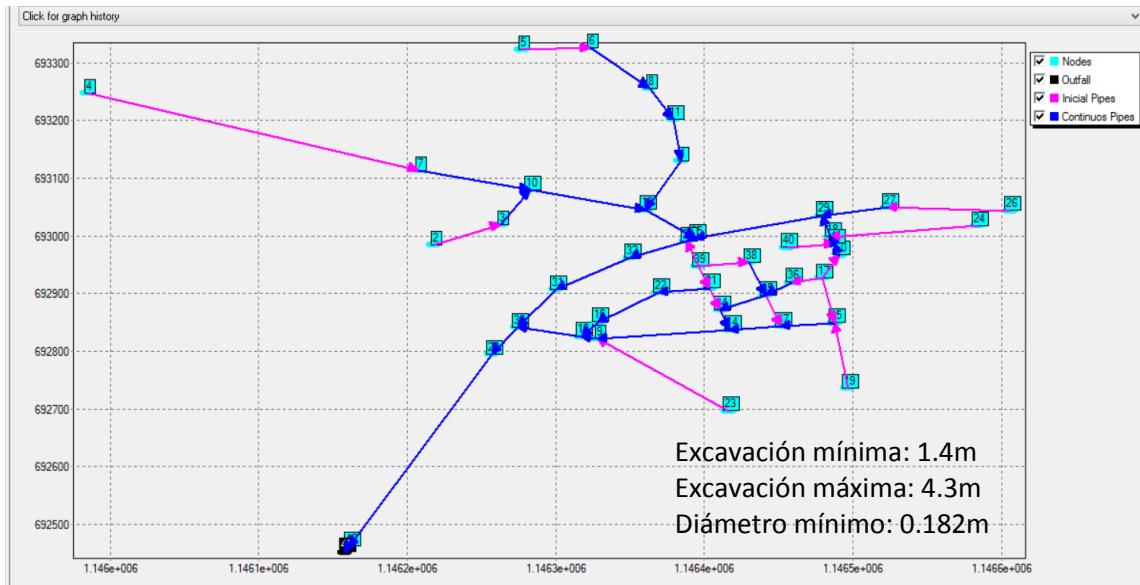


Figura 56 Trazado UTOPÍA sector 1 con metodología de Jesús Zambrano

Con la metodología de Jesús Zambrano, y modificando las cotas de la avenida la playa, disminuyendo en promedio en 40 cm las cotas, se encuentra un diseño con un buen trazado y con profundidades de excavación menores a 4.3 mts, con lo que se considera un buen diseño para el sector 1.

➤ **sector 2:**

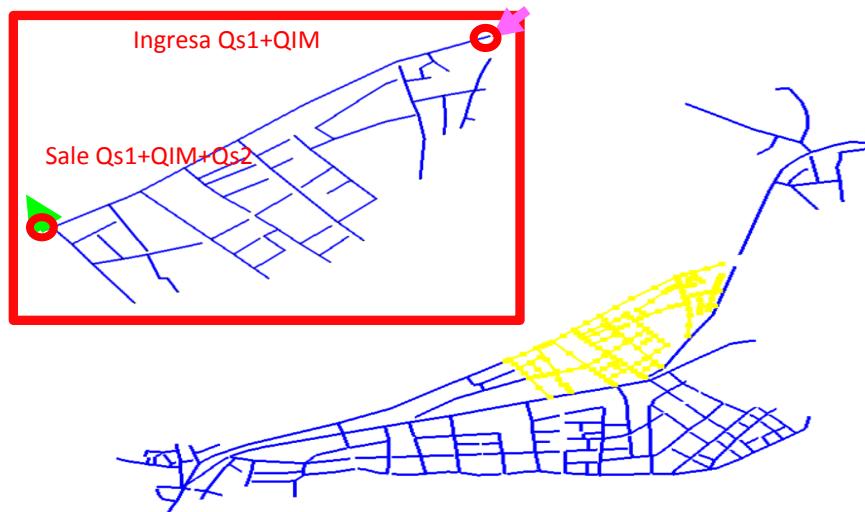


Figura 57 Sector 2 modificando cotas en avenida La Playa

Planteando la siguiente malla para el sector 2:

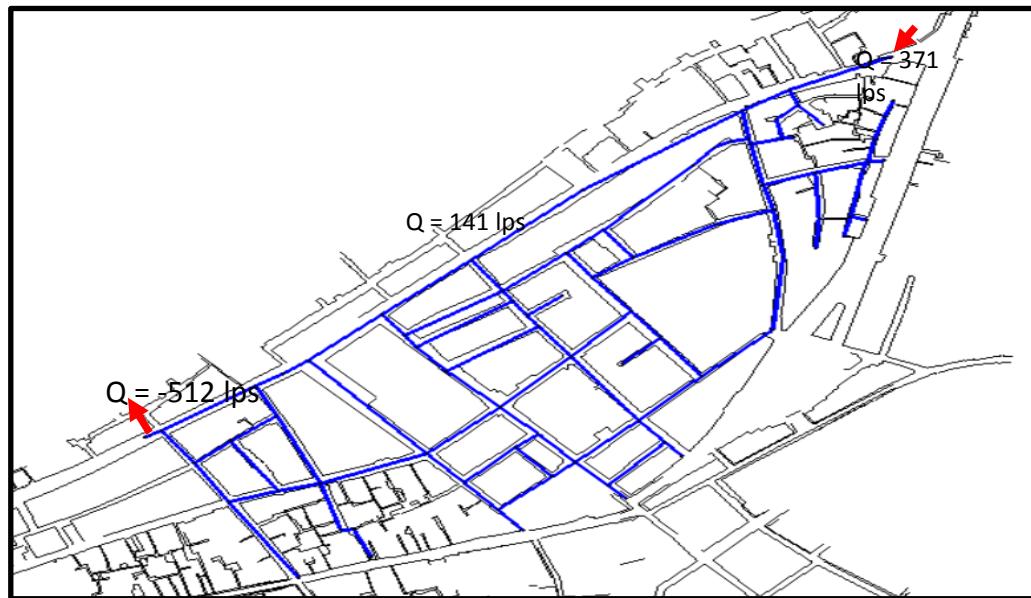


Figura 58 Sector 2 malla

Obteniendo en UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano el siguiente trazado:

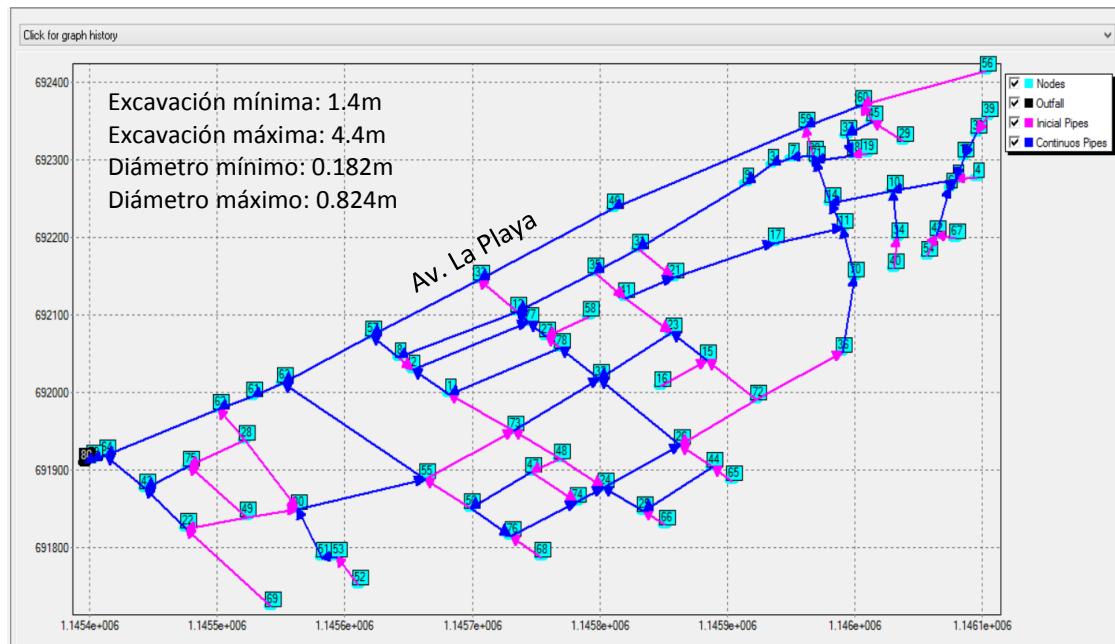


Figura 59 Trazado UTOPIA sector 2 con metodología de Jesús Zambrano

Con la metodología de Jesús Zambrano, y modificando las cotas de la avenida la playa, disminuyendo en promedio en 40 cm las cotas, se encuentra un diseño con un buen trazado y con profundidades de excavación menores a 4.4 mts, con lo que se considera un buen diseño para el sector 2.

➤ **Sector 5:** Con la siguiente conformación

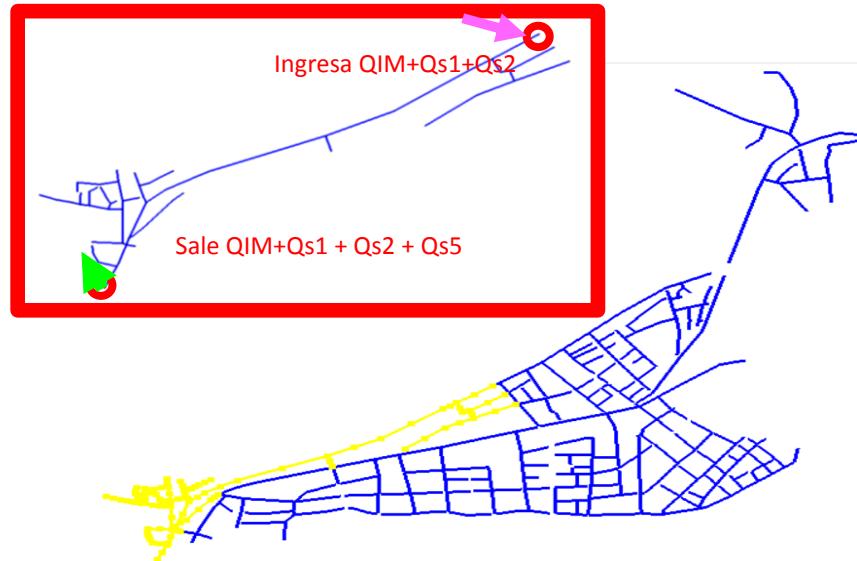


Figura 60 Sector 5 modificando cotas en avenida La Playa

Se elaboró la siguiente malla para el sector 5:

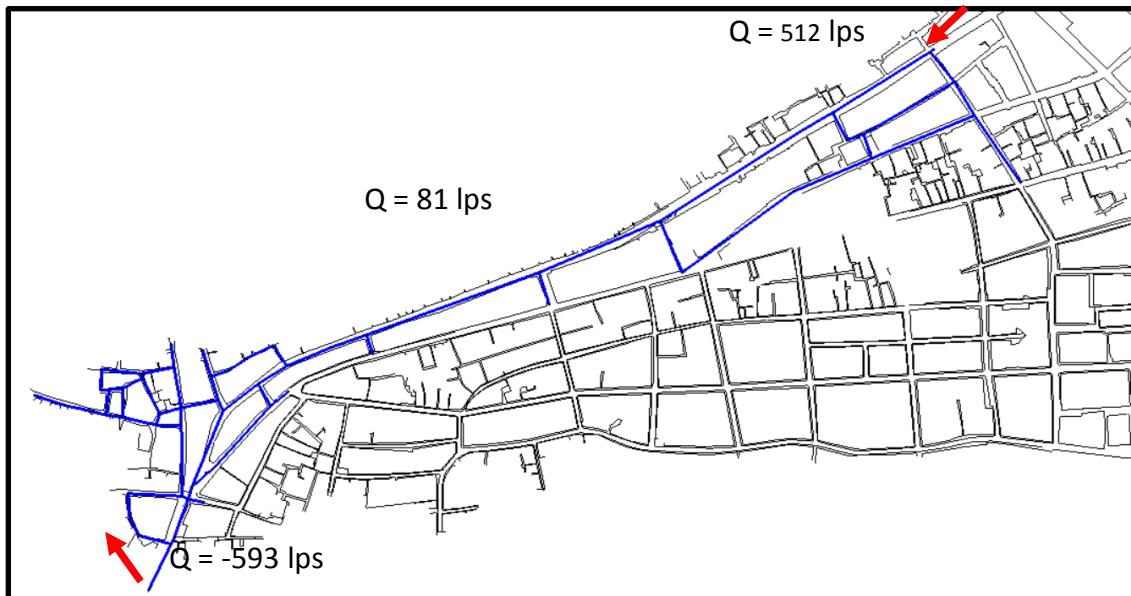


Figura 61 Sector 5 malla

Obteniendo en UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano el siguiente trazado:

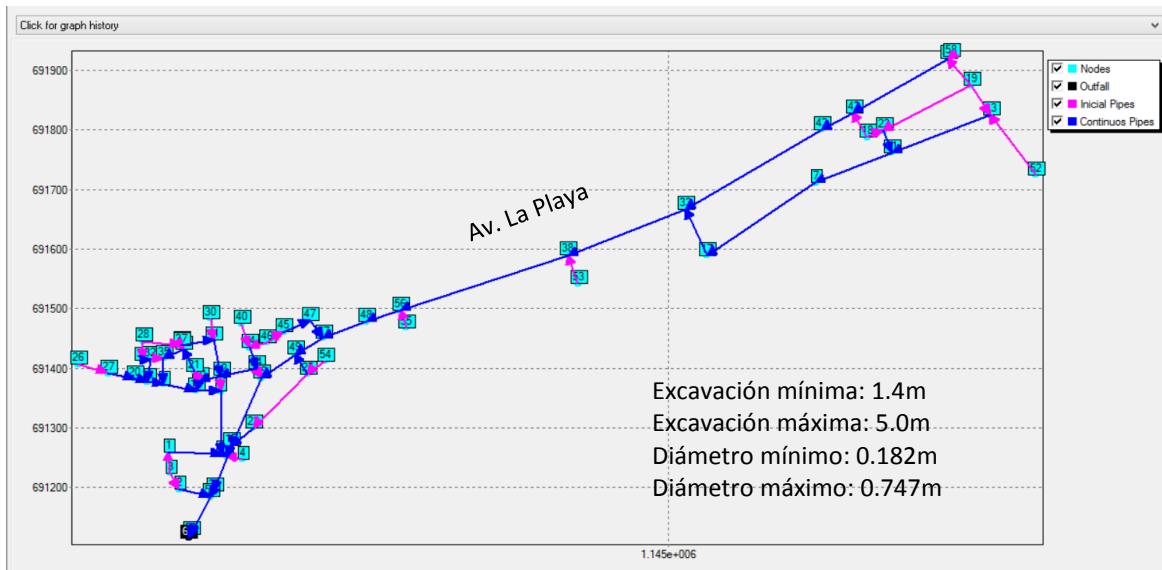


Figura 62 Trazado UTOPÍA sector 5 con metodología de Jesús Zambrano

Con la metodología de Jesús Zambrano, y modificando las cotas de la avenida la playa, disminuyendo en promedio en 40 cm las cotas, se encuentra un diseño con un buen trazado y con profundidades de excavación menores a 5 mts, con lo que se considera un buen diseño para el sector 5.

➤ Sector 3:

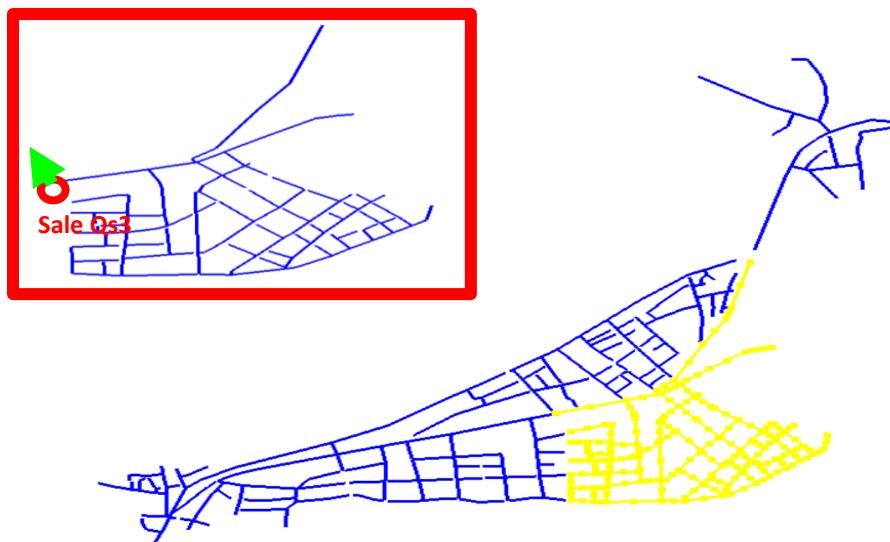


Figura 63 Sector 3 modificando cotas en avenida de Los Estudiantes



Se elaboró la siguiente malla para el sector 3:

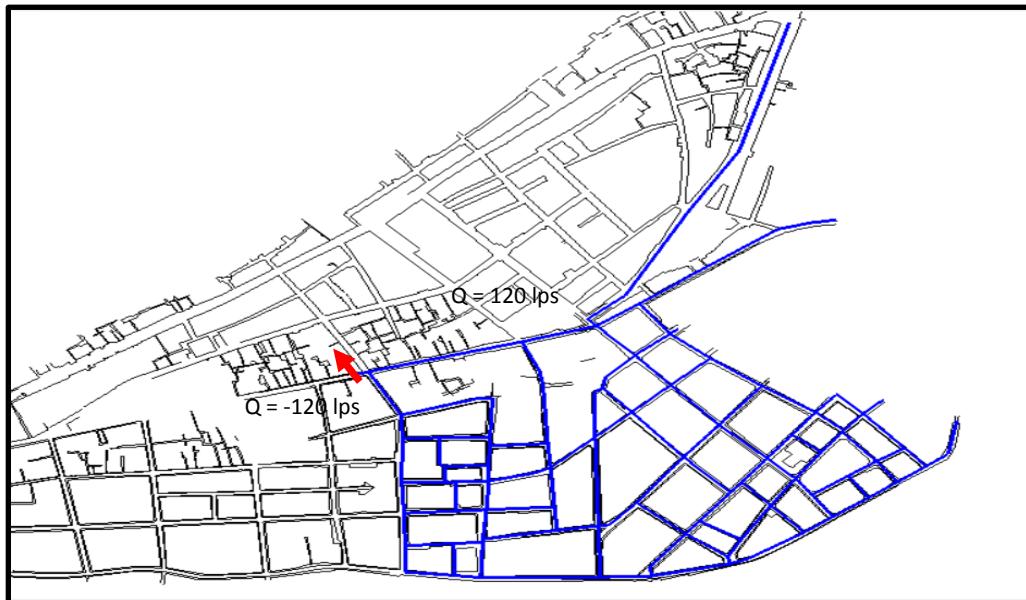


Figura 64 Sector 3 malla

Con lo que con la herramienta UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano, se obtuvo el siguiente trazado:

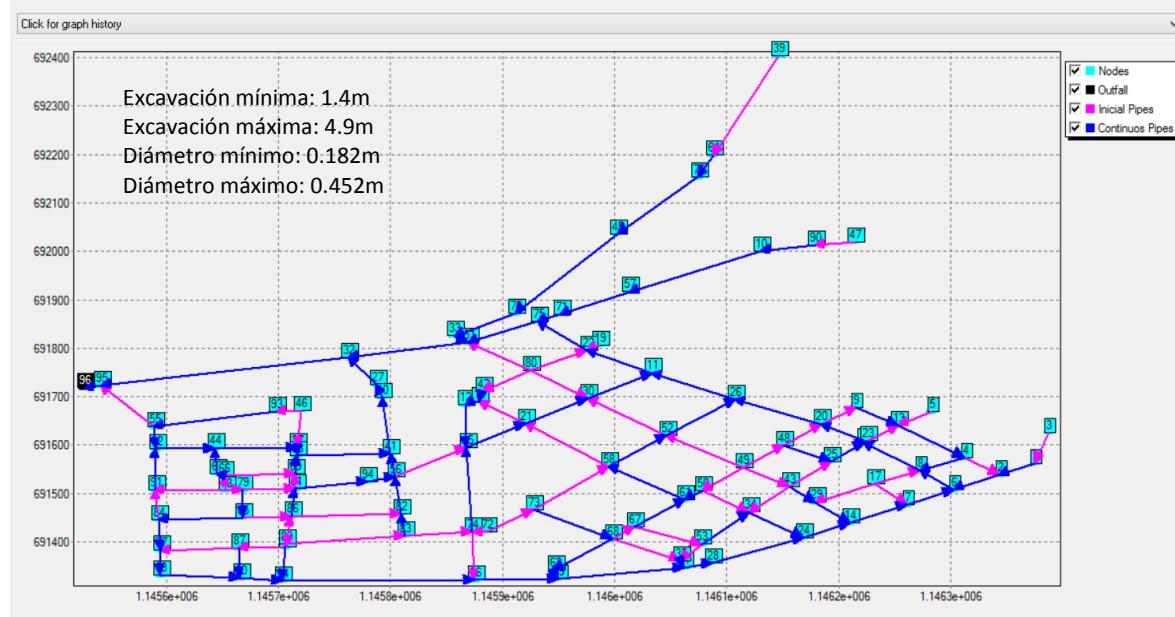


Figura 65 Trazado UTOPIÁ sector 3 con metodología de Jesús Zambrano

Con la metodología de Jesús Zambrano, y modificando las cotas de la avenida la playa, disminuyendo en promedio en 40 cm las cotas, se encuentra un diseño con un buen trazado y con profundidades de excavación menores a 5 mts, con lo que se considera un buen diseño para el sector 3.

➤ **Sector 4:**

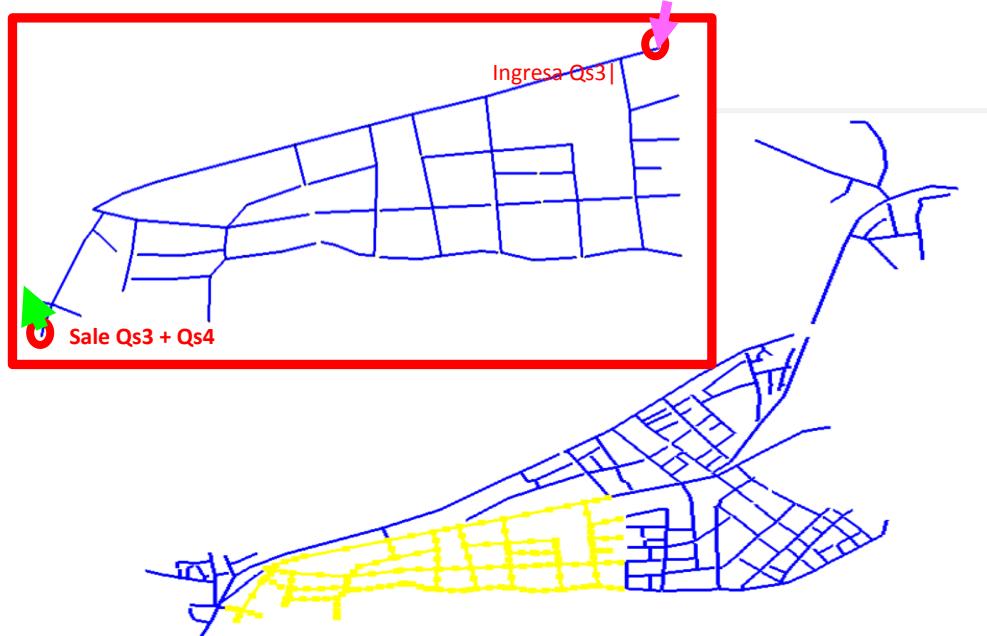


Figura 66 Sector 4 modificando cotas en avenida de Los Estudiantes

Obteniendo de la herramienta UTOPOA el siguiente trazado con la metodología de Jesús Zambrano:

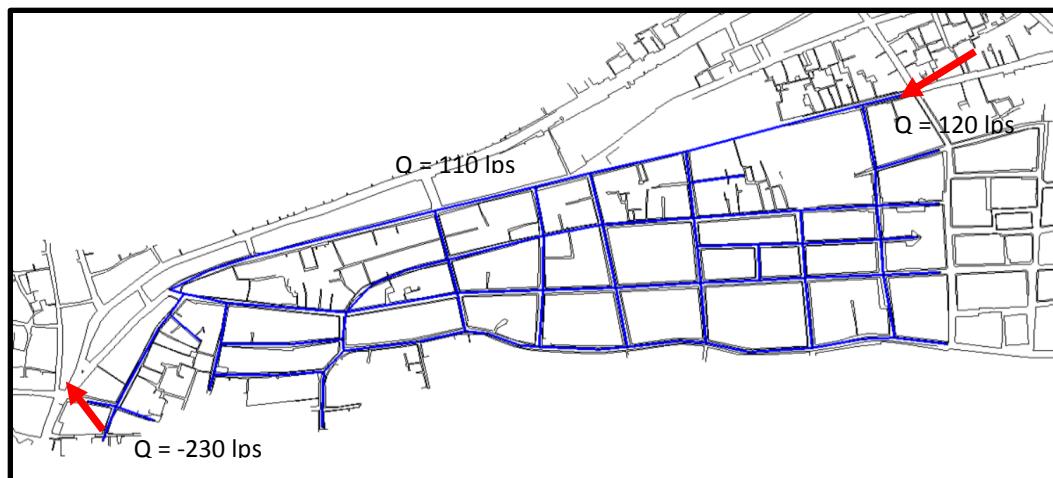


Figura 67 Sector 4 malla

Con lo que con la herramienta UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano, se obtuvo el siguiente trazado:

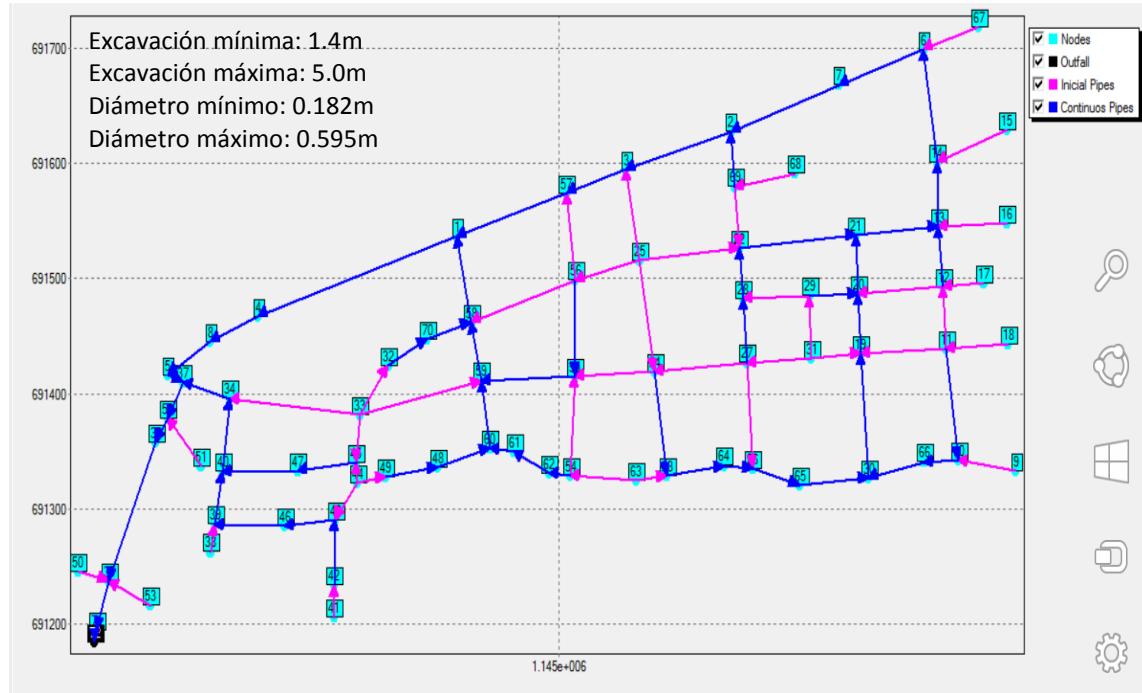


Figura 68 Trazado UTOPÍA sector 4 con metodología de Jesús Zambrano

Con la metodología de Jesús Zambrano, y modificando las cotas de la avenida la playa, disminuyendo en promedio en 40 cm las cotas, se encuentra un diseño con un buen trazado y con profundidades de excavación menores o igual a 5 mts, con lo que se considera un buen diseño para el sector 4.

De donde se concluye que este diseño es adecuado, aunque se propone verificar el comportamiento hidráulico si para los sectores se modifica los vertimientos realizándolos por la avenida del comercio, así:

VERIFICACIÓN DE SECTORES 3 Y 4 CON VERTIMIENTOS Y COLECTOR SOBRE AVENIDA DEL COMERCIO: modificando en promedio 40 cm las cotas de la avenida del comercio

➤ **Sector 3:**

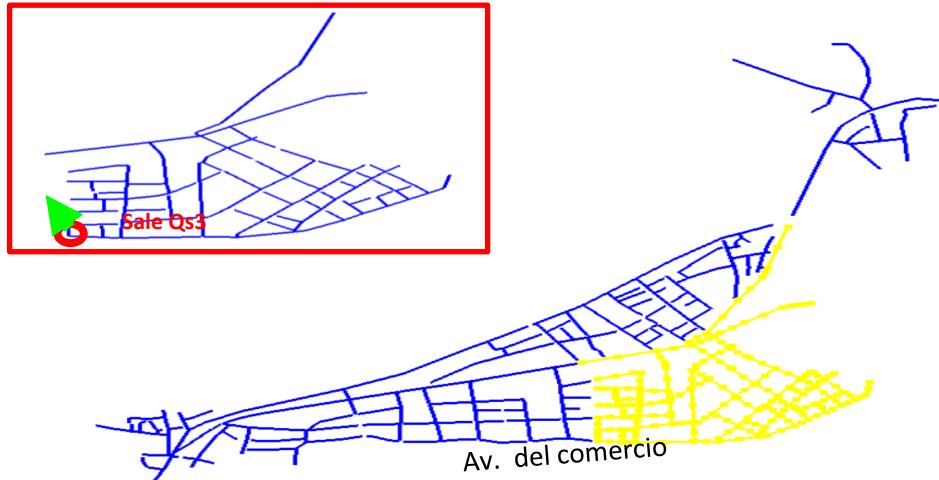


Figura 69 Sector 3 modificando cotas en avenida del Comercio

Obteniendo los siguientes resultados:

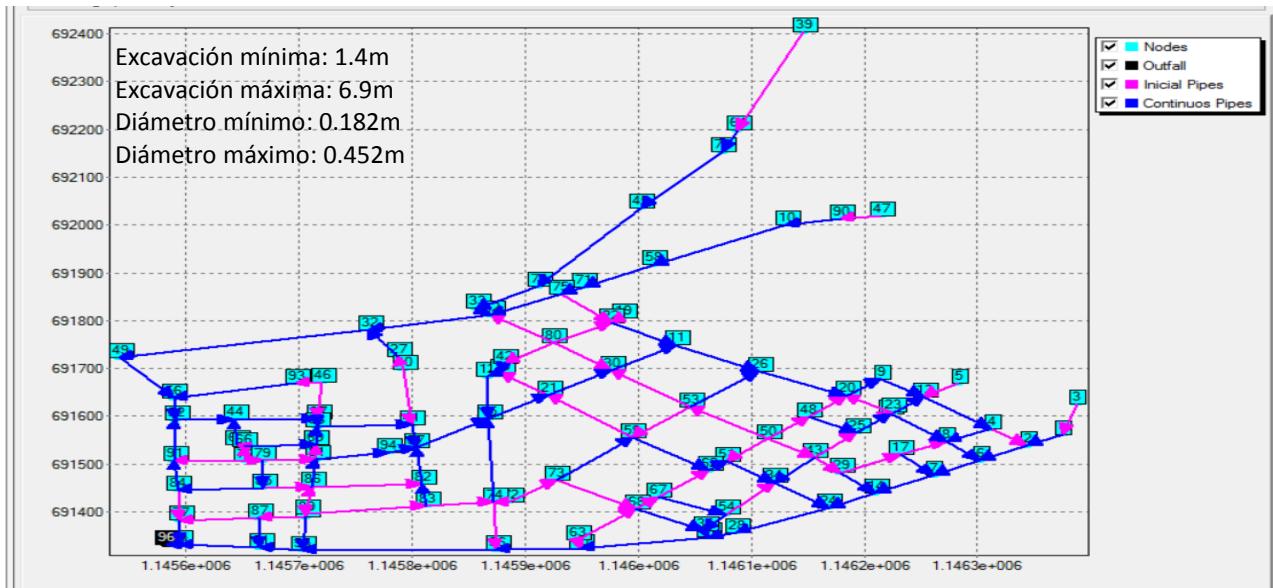


Figura 70 Trazado UTOPÍA sector 3 con metodología de Jesús Zambrano – colector en av. Del Comercio

Encontrando que las profundidades de excavación aumentan drásticamente, superando la restricción de 5 mts, con una excavación máxima 6.9mts.

- **Sector 4:** Igualmente se realiza modelación modificando en promedio 40 cm las cotas en la avenida del comercio, encontrando los siguientes resultados con el metodología de Jesús Zambrano:

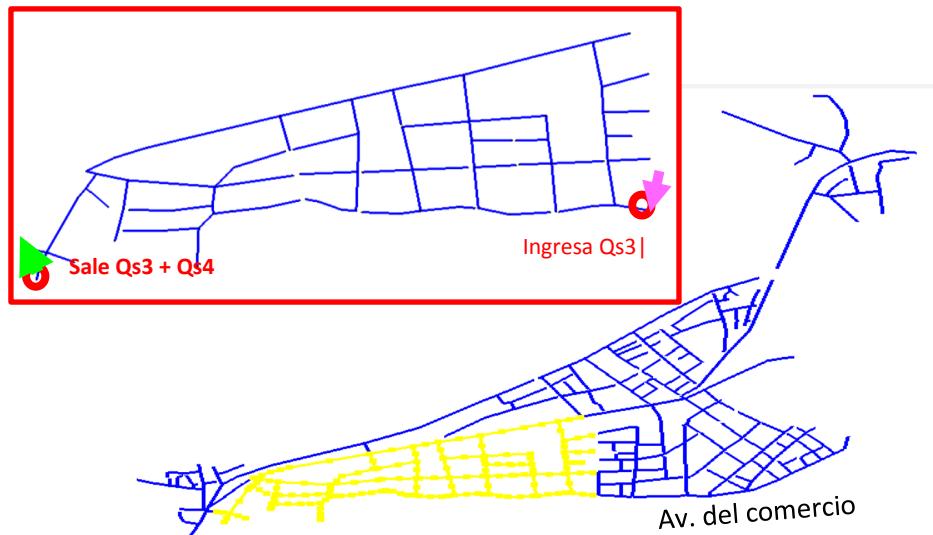


Figura 71 Sector 4 modificando cotas en avendia del Comercio

Obteniendo los siguientes resultados:

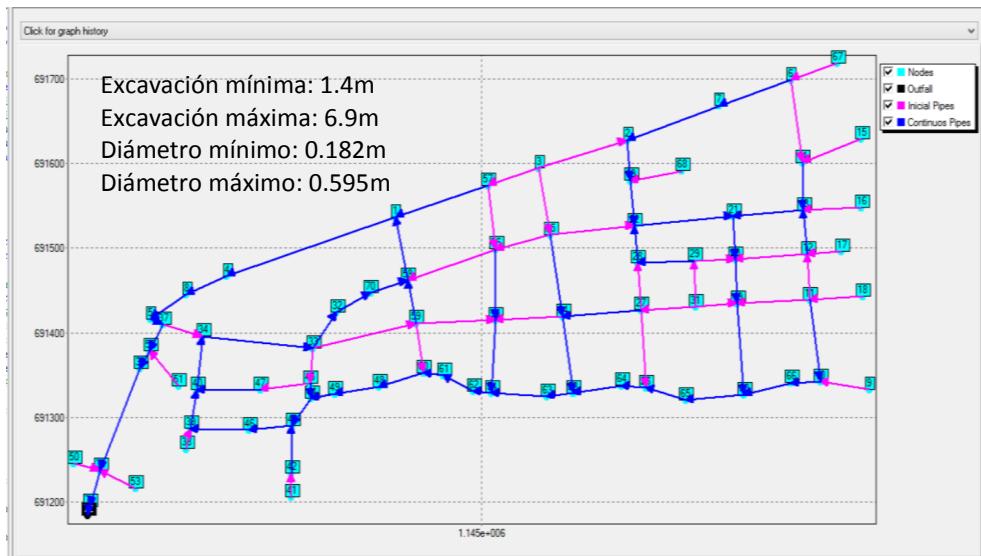


Figura 72 Trazado UTOPÍA sector 4 con metodología de jesús Zambrano – colector av. del Comercio

Encontrando igualmente que las profundidades de excavación aumentan drásticamente, superando la restricción de 5 mts, con una excavación máxima 6.9mts.

Análisis:

- Toda vez que la metodología de Jesús Zambrano maximiza la cantidad de tuberías a favor del terreno, se encuentra en este ejercicio diseños favorables a la necesidad de Tumaco que se refiere a minimizar la profundidad de excavación.
- Pese a que ya se cuenta con buen diseño del sistema de alcantarillado, aún se encuentran redes ramificadas, por lo que se propone realizar una penalización a las tuberías de inicio en la función objetivo para la selección del trazado.

5.6.6.4 *Diseño con versión de UTOPIA con concepto de Jesús Zambrano con penalización de cantidad de tuberías de inicio. (Diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que maximiza la cantidad de tubería que va a favor del terreno y penalización la cantidad de tuberías de inicio).*

Con la colaboración del estudiante Andrés Aguilar se realizó programación de la propuesta de penalización de cantidad de tuberías de inicio. Con lo que se realizó modelación de todos los sectores.

Se continuó trabajando con las cotas del terreno sobre las vía principales modificadas, en donde se espera se diseñen los colectores principales, (avenida la playa y avenida de los estudiantes) conforme a que se logró entender que no se debe tener en cuenta la cota de rasante y subrasante. También se trabajó con malla para que el programa realice la selección del trazado con los conceptos de Jesús Zambrano.

➤ **Sector 1: Modificando cotas en avenida principal**

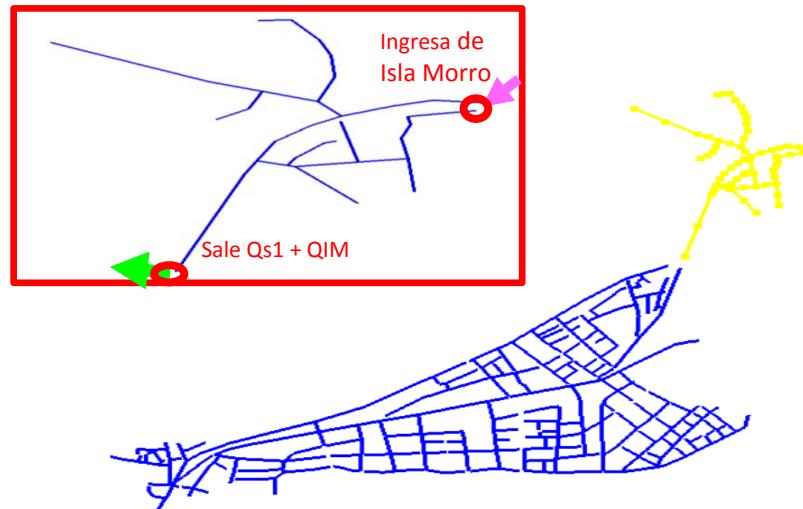


Figura 73 Sector 1 modificando cotas en avenida principal

Obteniendo e siguiente trazado:

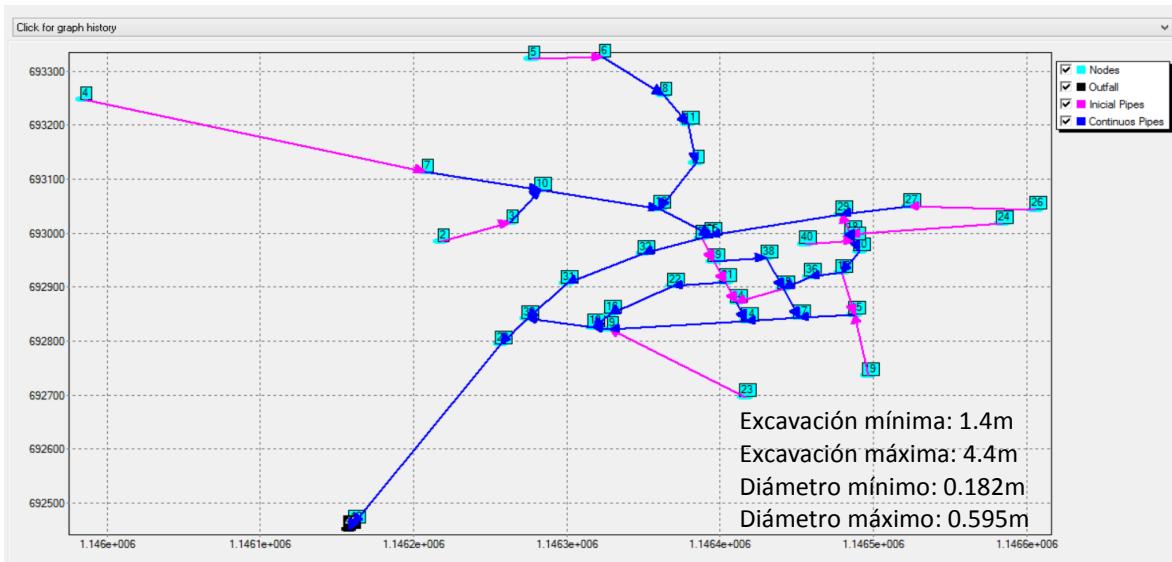


Figura 74 Trazado UTOPIA sector 1 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. principal

Realizando la inclusión de penalización de tramos iniciales se observa un pequeño cambio en el trazado, que implica en el sector 1 un aumento en la profundidad máxima de 10 cm.

➤ **Sector 2:**

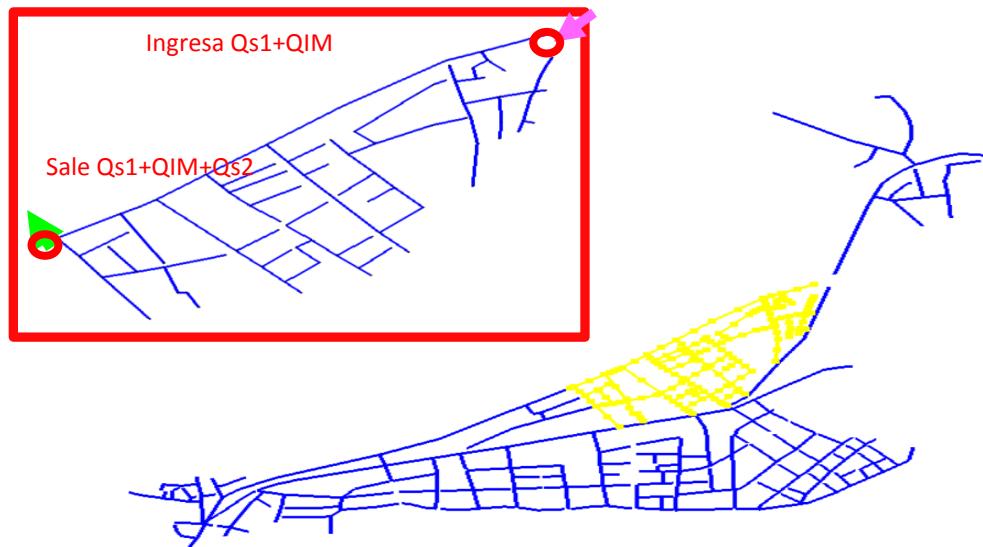


Figura 75 Sector 2 modificando cotas en avenida La Playa

Obteniendo en UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano con penalización de tramos de inicio, el siguiente trazado:

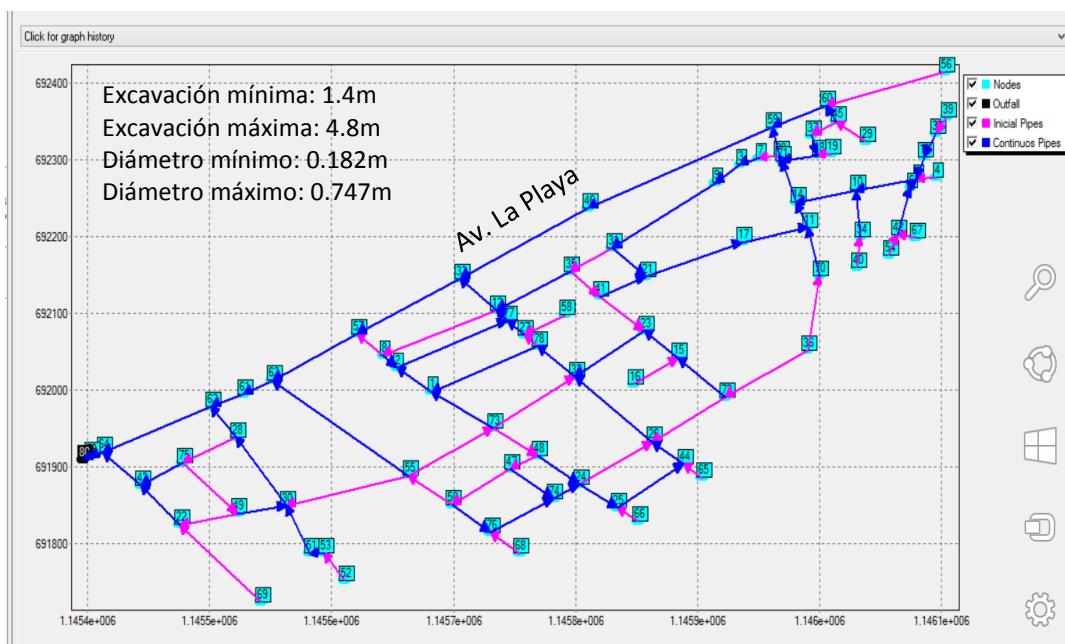


Figura 76 Trazado UTOPIA sector 2 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. La Playa

En donde respecto a la metodología anterior, se aumenta 40 cm de profundidad de excavación, aunque disminuye el diámetro máximo, toda vez que aumenta la velocidad.

- **Sector 5:** Con la siguiente conformación

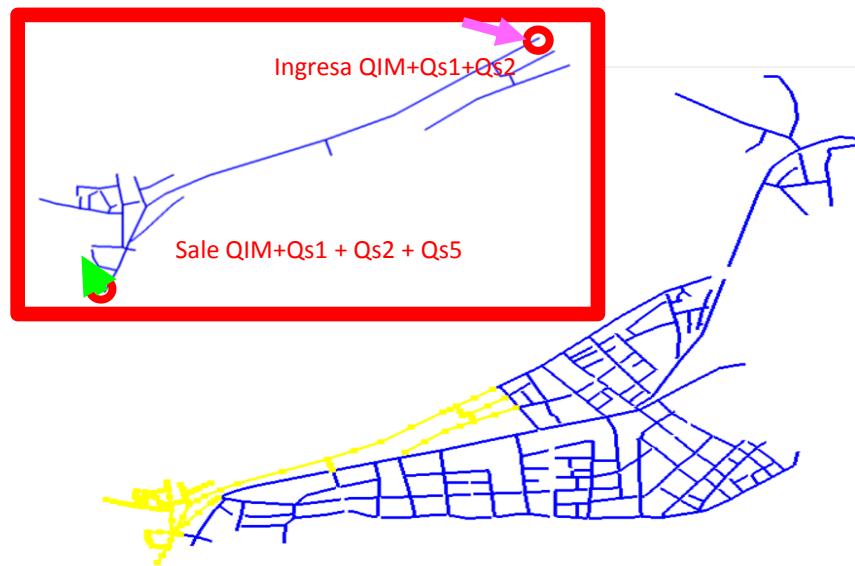


Figura 77 Sector 5 modificando cotas en avenida La Playa

Obteniendo en UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano con penalización de tramos de inicio, el siguiente trazado:

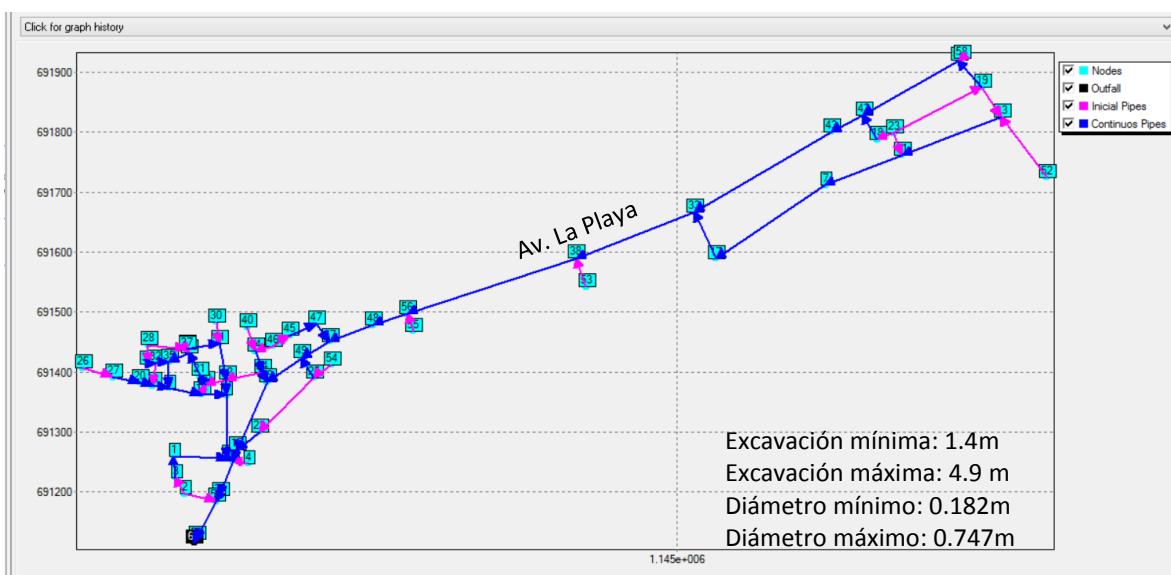


Figura 78 Trazado UTOPÍA sector 5 con metodología de Jesús Zmabrnano V2 – colector en av. La Playa

Con la metodología de Jesús Zambrano con penalización de tramos de inicio, y modificando las cotas de la avenida la playa, disminuyendo en promedio en 40 cm las cotas, a diferencia de los sectores 1 y 2, en este caso disminuyó la profundidad de excavación en 10 cm.

➤ Sector 3:

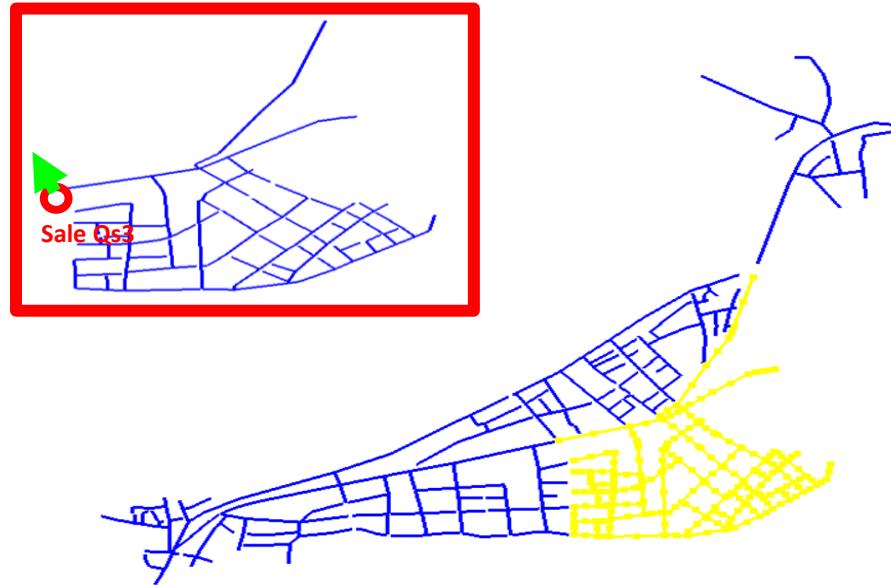


Figura 79 Sector 3 modificando cotas en avenida de los Estudiantes

Con lo que con la herramienta UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano con penalización de tramos de inicio, se obtuvo el siguiente trazado:

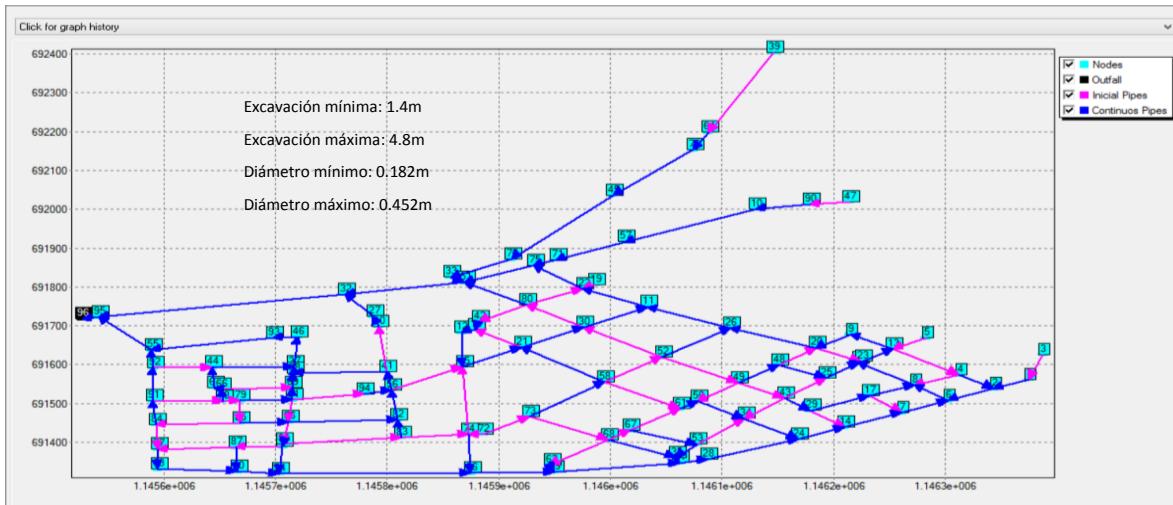


Figura 80 Trazado UTOPIÁ sector 3 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. de los Estudiantes

Para el sector 3, se presenta una disminución de 10 cm en la profundidad de excavación.

➤ **Sector 4:**

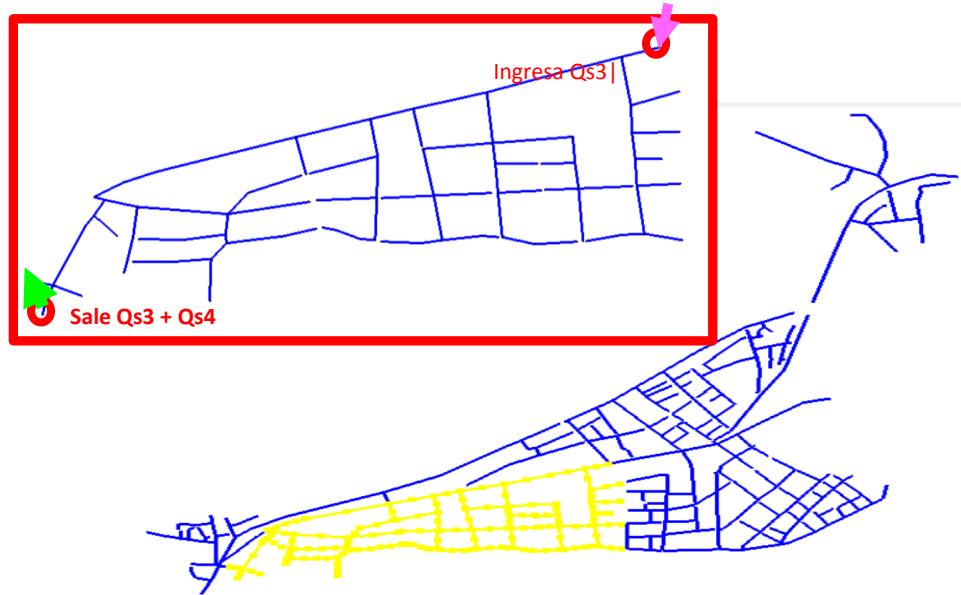


Figura 81 Sector 4 modificando cotas en avenida de los Estudiantes

Con lo que con la herramienta UTOPIA con metodología de Jesús Zambrano con penalización de tramos iniciales, se obtuvo el siguiente trazado:

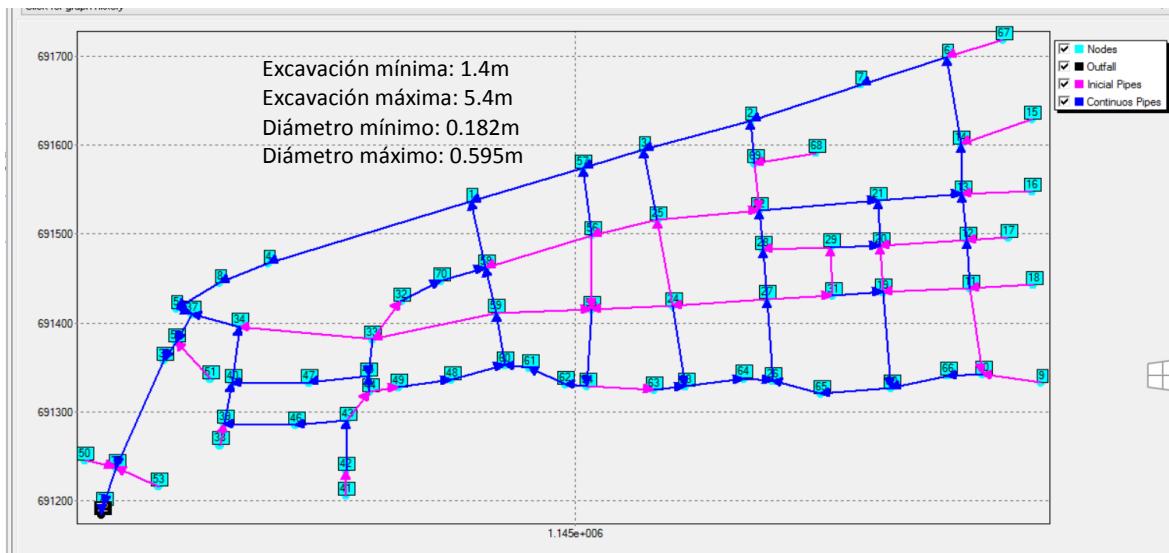


Figura 82 Trazado UTOPÍA sector 4 con metodología de Jesús Zambrano V2 – colector en av. de los Estudiantes

Obteniendo un aumento en la profundidad de excavación de 40 cmts respecto a la metodología anterior de Jesús Zambrano, conservando el mismo diámetro máximo.

Con estos diseños, se encuentra que el sector 4 sobrepasa la restricción de profundidad de excavación de 5 mts, por lo que se verificará la posibilidad de encontrar un mejor trazado que permita no sobrepasar la restricción de profundidad, modificando el lugar de vertimiento del sector 3 , así:

VERIFICACIÓN DE SECTORES 3 Y 4 CON VERTIMIENTOS Y COLECTOR SOBRE AVENIDA DEL COMERCIO: modificando en promedio 40 cm las cotas de la avenida del comercio

➤ **Sector 3:**

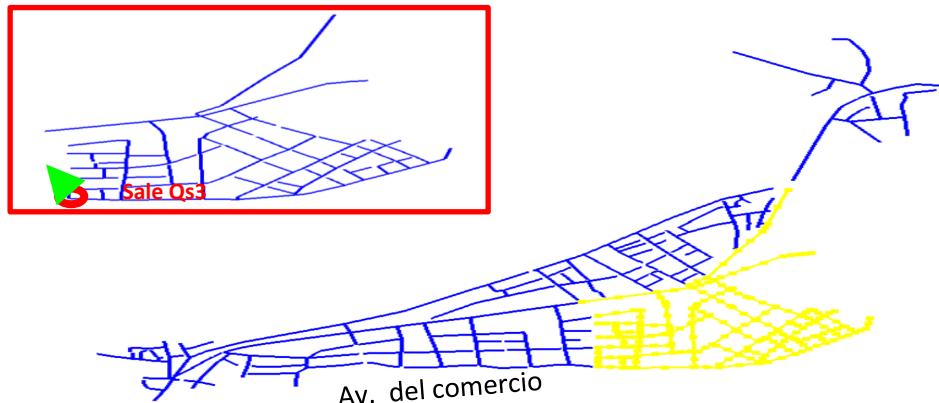


Figura 83 Sector 3 modificando cotas en avenida del Comercio

Obteniendo los siguientes resultados:

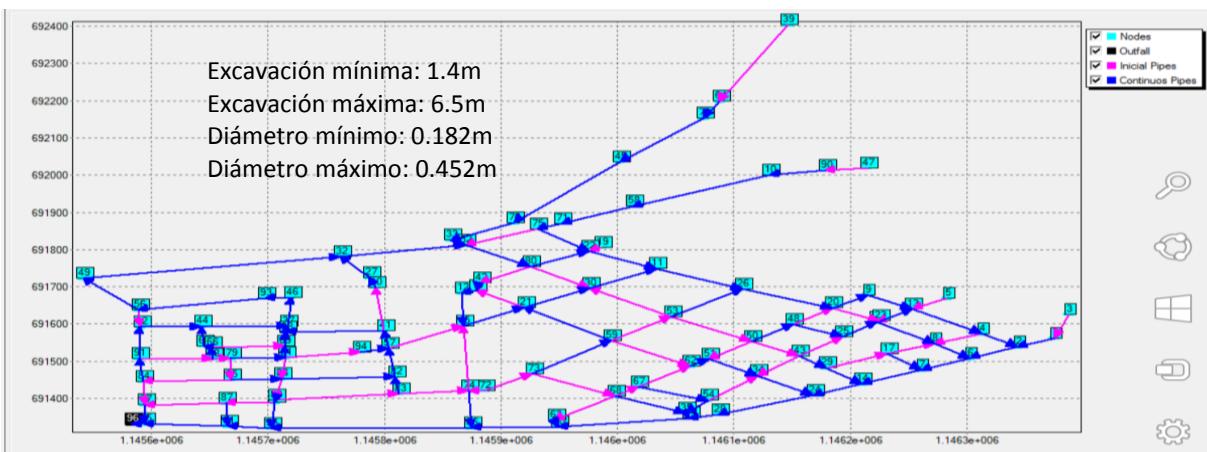


Figura 84 Trazado en UTOPIA sector 3 – colector principal av. del Comercio

Aunque supera la restricción de excavación, mejoró el comportamiento con la metodología implementada, disminuyendo 40 cmts la profundidad de excavación.

- **Sector 4:** Igualmente se realiza modelación modificando en promedio 40 cm las cotas en la avenida del comercio, encontrando los siguientes resultados con el metodología de Jesús Zambrano:

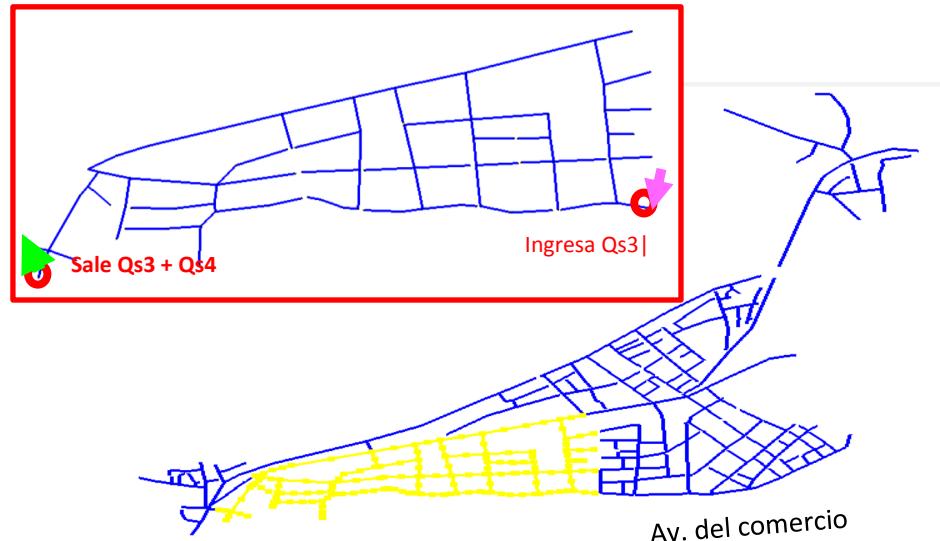


Figura 85 Sector 4 modificando cotas en avenida del Comercio

Obteniendo los siguientes resultados:

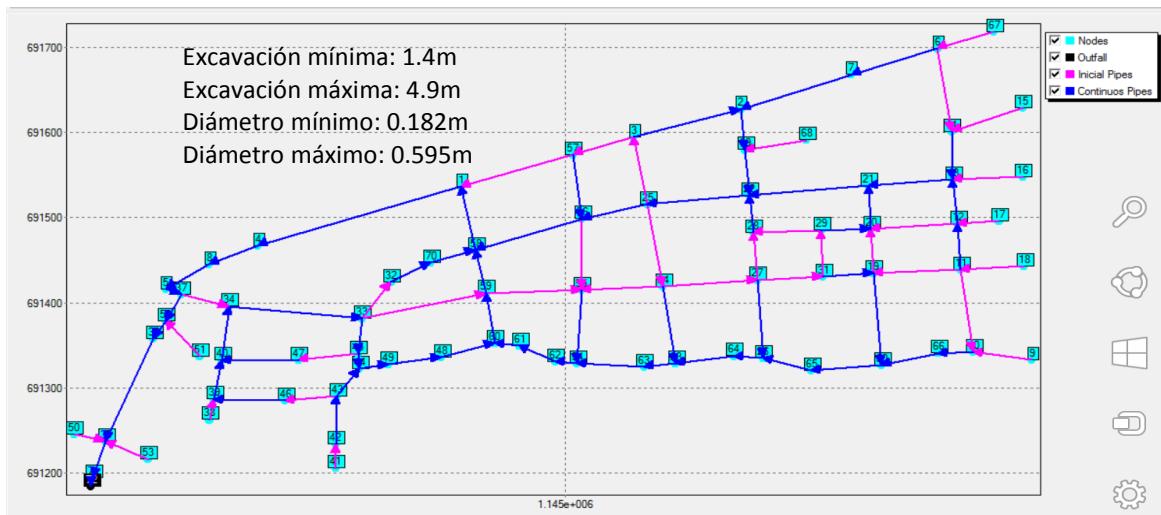


Figura 86 Trazado en UTOPÍA sector 4 – colector principal av. del Comercio

Encontrando que disminuyó la profundidad de excavación en 10 cm.

Análisis:

- Con esta metodología no se encuentran mejoras sustanciales, por el contrario, genera en alguno sectores mayores profundidades de excavación.
- Se encuentra nuevamente que el drenaje del colector principal por la avenida del comercio, genera un diseño con profundidades muy altas, siendo inviable esta alternativa.
- Este desarrollo investigativo conlleva a intuir que el problema se encuentra en el lugar en donde se ubique el bombeo hacia el siguiente sector, por lo que se realizó modelación del sector 3 el sistema de bombeo en un lugar central sobre la línea límite con el siguiente sector.
- Sector 3: Se construyó un sector 3 más pequeño y con un sistema de bombeo centrado sobre la línea límite con el sector 4 así:

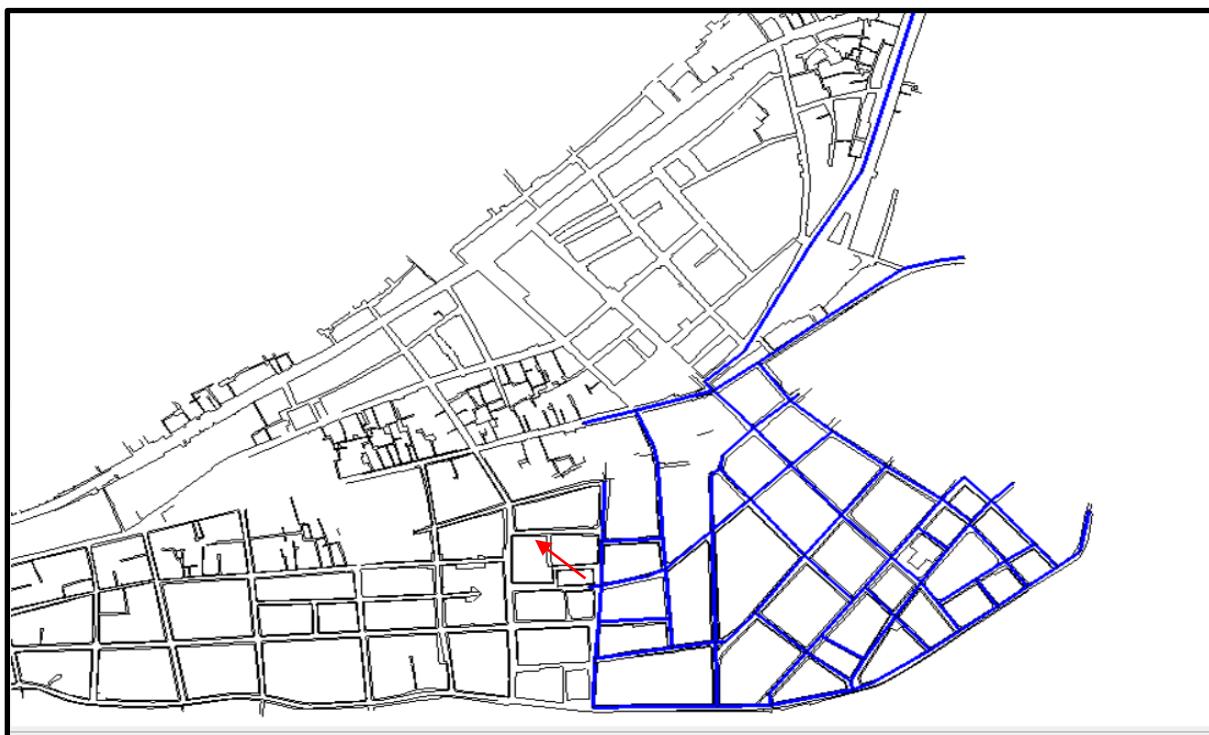


Figura 87 Malla sector 3 ubicando bomba centrada en el límite

Obteniendo en UTOPIA los siguientes resultados:

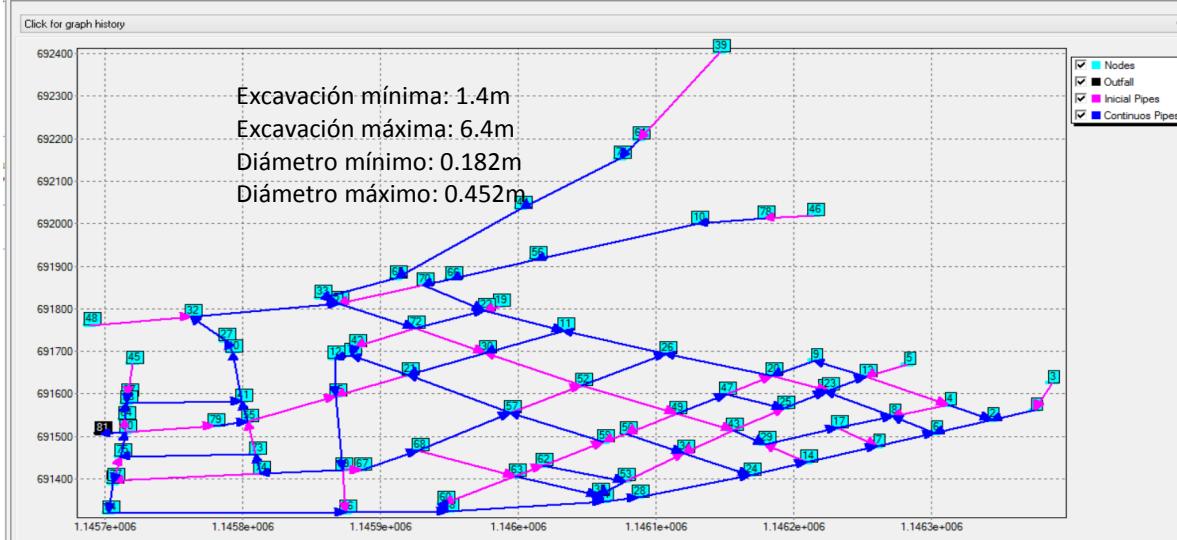


Figura 88 Trazado en UTOPIA sector 3 – con bombeo ubicado en la parte central del límite

Encontrando aún una gran profundidad de excavación, superando el límite drásticamente y encontrando que esta no es la solución para el sector 3.

6 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Tal como se expresó en el numeral anterior, de las metodologías para el diseño Optimizado utilizadas, se obtuvo el mejor diseño con la metodología de Jesús Zambrano (2019) con penalización de la cantidad de tramos iniciales. Además, también se concluyó que para el sector 1, sector 2 y sector 5 el colector principal debe trazarse por la avenida La Playa, y para el sector 3 y sector 4 por la avenida de Los Estudiantes.

Este diseño se caracterizó por no sobrepasar el límite de excavación de 5 mts para cada sector y se concluyó que para las cotas de las vías principales (avenida La Playa y avenida De Los Estudiantes) no deberá tenerse en cuenta la rasante y subsasante.

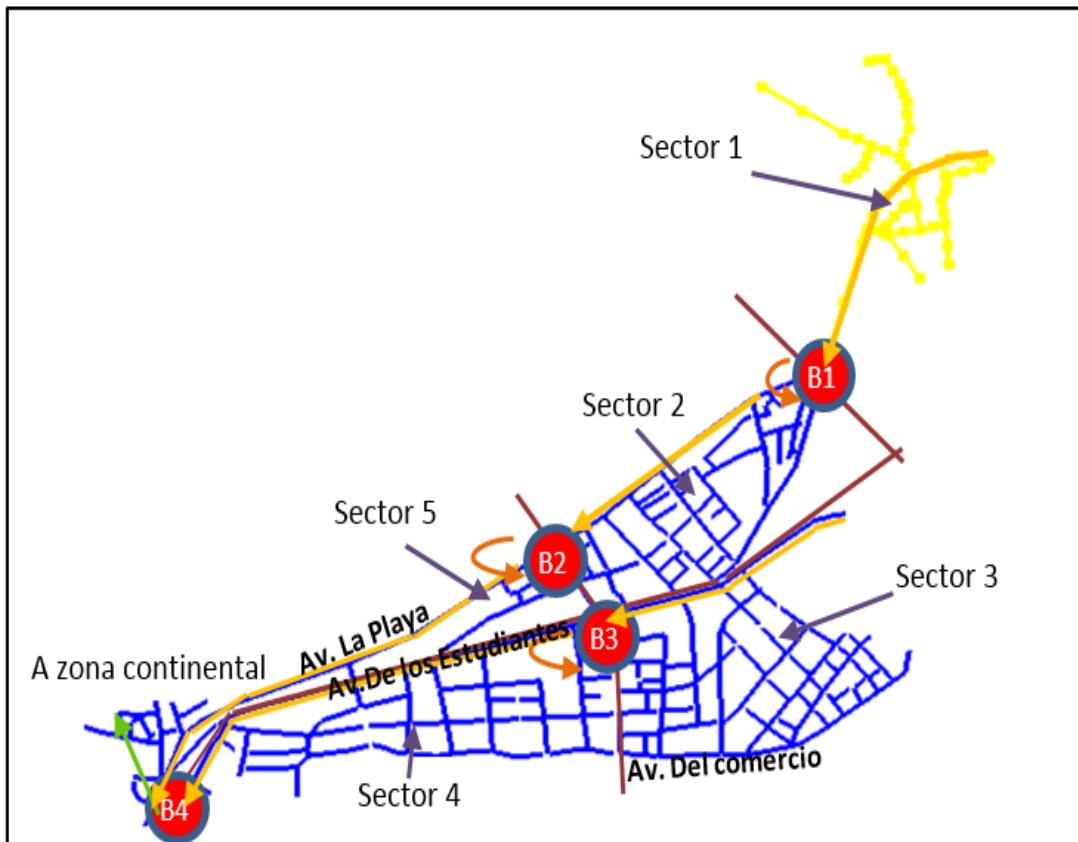


Figura 89 Alternativa presentada en la tesis

Es así, como ahora se requiere analizar este resultado en cuanto a sus costos de operación de bombeo.

6.1 Cálculo de los costos de energía

Donde los datos de entrada se establecen en la siguiente tabla, y el valor de Kw/h se obtuvo de un recibo del servicio de energía de la empresa operadora del servicio de acueducto Aguas de Tumaco S.A. E.S.P.

DATOS	
Ro (Kg/m ³)=	997
g (m/s ²)=	9.81
Eficiencia=	0.7
Tiempo(horas)=	24
Valor (\$ Kw/h)=	\$ 461

Bomba No.	Sector k	Sector l	Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tubería		H (m)	Q (m ³ /s)	Potencia Bomba Wat	Potencia mensual Kw/hr	Costo Mensual \$
						Cota batea i (m)	Cota batea j (m)					
B1	1	2	17	28	42	98.55	97.9	2.85	0.371	14.774	10.637	\$ 4.903.637
			74	56	60	100.75	100.5					
B2	2	5	58	64	79	97.65	97.6	3.1	0.512	22.177	15.967	\$ 7.360.905
			68	51	42	100.7	100.45					
B3	3	4	108	32	95	97.2	96.85	3.65	0.12	6.120	4.406	\$ 2.031.298
			90	67	6	100.5	100.35					
B4	4	CÁMAR A	44	35	71	96.85	96.75	3.868	0.823	44.479	32.025	\$ 14.763.382
	5		61	50	59	97.4	97.28					
	I. Tumaco	Contинente	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	100.618					
										COSTO TOTAL =	\$ 29.059.222	

Tabla 11.- Cálculo de potencia y costos de bombeo - alternativa de la tesis

6.2 Comparación de costos de energía de bombeo.

Para el caso de la alternativa planteada por Diconsoltoria-Findeter en la cual los colectores principales se diseñan sin restricción de excavación, y que por el contrario se involucra un sistema constructivo de excavación sin zanja (Pipe-Jacking) donde la profundidad mínima es de 6 mts. Aunque hoy no se cuenta con el diseño de los colectores por parte de Diconsoltoria, por la longitud de la Isla de Tumaco mayor a 2 Km, la profundidad máxima en el lugar de Bombeo hacia la zona continental superará los 10 mts de profundidad, por lo que se elaboró tabla de costos de operación del bombeo para profundidades mayores a 10 mts.

H (m)	Q (m ³ /s)	Potencia Bomba Wat	Potencia mensual Kw/hr	Costo Mensual \$	Sobre Costo Operación \$
10	0.823	114991.56	82793.92	\$ 38.167.998	31%
11	0.823	126490.71	91073.31	\$ 41.984.798	44%
12	0.823	137989.87	99352.71	\$ 45.801.598	58%
13	0.823	149489.03	107632.10	\$ 49.618.398	71%
14	0.823	160988.18	115911.49	\$ 53.435.197	84%
15	0.823	172487.34	124190.88	\$ 57.251.997	97%

Tabla 12.- Cálculo de costos alternativa sin zanja - Findeter

Es así como se encuentra que la alternativa presentada mediante la presente tesis de investigación es viable en cuanto a costos de operación de bombeo, ya que sus costos, son notablemente menores que la alternativa de Findeter con metodología de excavación sin zanja.

7 CONCLUSIONES

El análisis de la factibilidad de sistemas de alcantarillado sin la operación de bombas en zonas muy planas, toma importancia en poblaciones como Tumaco, toda vez que las condiciones tanto sociales como topológicas son desfavorables para la definición de la alternativa de solución del sistema de alcantarillado. Es así como la presente tesis se dedica a estudiar la situación de Tumaco, los estudios y diseños existentes para la solución de la problemática de alcantarillado y la propuesta de una nueva alternativa de solución viable.

Encontrando así que actualmente Tumaco no cuenta con un sistema de alcantarillado, por lo que se requiere realizar el diseño del 100% del sistema, por lo que Findeter en convenio con el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio viene adelantando los estudios y diseños del Plan Maestro de Alcantarillado dónde planteó inicialmente una alternativa de solución que involucra mas de 31 sistemas de bombeo dependientes unos de otros y una segunda alternativa que conlleva a incluir un sistema constructivo de excavación sin zanja.

La presente investigación se desarrolló con la metodología de la resolución 0330 de 2017 para la formulación de proyectos, por lo que en la tesis se describe paso a paso el desarrollo de la metodología hasta llegar a obtener los datos necesarios para el diseño y la creación de los archivos txt requeridos por el programa UTOPIA de diseño optimizado.

En el desarrollo de la metodología se conllevó a priorizar una de las 3 islas que conforman el distrito de Tumaco, por la magnitud de población y extensión territorial del distrito de Tumaco que hoy cuenta en total con más de 120.000 habitantes. Y se planteó una sectorización hidráulica de 5 sectores para la Isla de Tumaco.

Con la sectorización planteada se inició el diseño optimizado en UTOPIA con la metodología de Natalia Duque, concluyendo principalmente que no es una metodología adecuada para una zona plana. Y en el desarrollo de los intentos de diseño se desarrollaron otras conclusiones importantes para aplicar en la mejora del planteamiento y desarrollo de la alternativa de solución de alcantarillado, como lo es que para las vías principales que han sido construidas formalmente no se debe tener en cuenta las cotas de rasante y subrasante toda vez que se encuentran superiores a la cota natural del terreno y de las viviendas.

Seguido a ello, se implementó el diseño optimizado en UTOPIA con la metodología de Para el diseño optimizado de Jesús Zambrano donde al implementar una función para la selección del trazado que da prioridad a la topografía del terreno, y al modificar las cotas de las vías principales que se encuentran elevadas, se logró encontrar diseños adecuados que no sobrepasan los límites de

excavación permitidos, es decir menores a 5 metros. Concluyendo así que la metodología de Jesús Zambrano es una metodología adecuada para el diseño optimizado en terrenos muy planos.

Finalmente se realizó cuantificación de costos de operación de los sistemas de Bombeo concluyendo que la alternativa de solución mediante sectorización y diseño optimizado con UTOPIA, requiere menores costos de operación que la alternativa planteada por FINDETER que involucra sistema constructivo de excavación sin zanja, el cual supera en un 40% los costos de operación.

Finalmente se concluye en general que para grandes poblaciones no es posible tener sistemas de alcantarillado con zanja abierta sin la inclusión de sistemas de bombeo, pero si existe alternativas de solución como la presentada que puede ser replicable a otras zonas donde se disminuya la vulnerabilidad de los sistemas de bombeo y se disminuyan los costos de operación por la inclusión de bombas.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda gestionar con CorpoNariño para el caso de Tumaco, y con las demás Corporaciones Autónomas Regionales de cada departamento, la posibilidad de tener varios puntos de tratamiento y vertimiento de aguas residuales, con el fin de manejar sistemas por cuencas de aguas y así lograr una mayor disminución de bombeos o eliminarlos.
- Se recomienda estructurar y construir proyectos piloto de sistemas no convencionales que sean representativos para la región, concluir y aplicar lo aprendido a la estructuración de proyectos, que igualmente debe ser construidos por fases.
- Se recomienda implementar una reconstrucción cartográfica del distrito de Tumaco, toda vez que no se cuenta con este tipo de información actualizada.
- Se debe realizar una topografía de alta precisión para el desarrollo de diseños de alcantarillado en terrenos muy plano.
- Se debe continuar mediante el desarrollo de otras tesis el tema desarrollado en la presente tesis, incluyendo la posibilidad de que el sistema UTOPÍA sea capaz de ubicar el punto óptimo para realizar bombeo, límites de sectorización e involucrar ecuación de costos para sistema constructivo de excavación sin zanja.

9 REFERENCIAS

(s.f.).

- B.B.V.L Deepak. (2016). Development of in-pipe robots for inspection and cleaning tasks. *Emerald*, 30.
- Carmona, R. P. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Bogotá: ECOE ediciones.
- Csaba Ékes, B. N. (2011). GPR GOES UNDERGROUND: PIPE PENETRATING RADAR. *NASTT*, 10.
- Cualla, R. A. (2004). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- David Ayala-Cabrera, M. H.-G. (2011). Location of buried plastic pipes using multi-agent support based on GPR images. *Science Direct*, 8.
- David Rollinson, H. C. (2016). Pipe Network Locomotion with a Snake Robot. *Journal of Field Robotics*, 15.
- Day, D. (2017). Drones for Transmission Infrastructure Inspection and Mapping Improve Efficiency. *Electric Transmission and Gas Pipelines*, 5.
- DUQUE, N. (2015). TESIS DE MAESTRIA. *METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO OPTIMIZADO DE REDES DE ALCANTARILLADO*. BOGOTÁ, COLOMBIA: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.
- E.Pittona, P. C. (2014). An experimental study of stratified-dispersed flow in horizontal pipes. *Science Direct*, 10.
- Eli Leinov, M. J. (2015). Ultrasonic isolation of buried pipes. *Science Direct*, 15.
- FINDETER-DICONULTORÍA. (2018). PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE TUMACO. *PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE TUMACO*.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (enero de 08 de 2018). Obtenido de <http://www.igac.gov.co:10040/wps/wcm/connect/Web+-+Areas+Estrategicas/Areas+Estrategicas/Areas+Estrategicas/Subdireccion+de+Geografia+y+Cartografia/Formatos+y+Escalas+de+Mapas/FormatosyEscalasdeMapas>
- Ming-Der Yang, T.-C. S. (2009). Segmenting ideal morphologies of sewer pipe defects on CCTV images for automated diagnosis. *Science Direct*, 12.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. *RAS 2da Versión*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. *RAS 2da Edición*.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (8 de junio de 2017). Resolución 0330. *Resolución 0330*.

NATALIA DUQUE. (2015). TESIS DE MAESTRIA. *METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO OPTIMIZADO DE REDES DE ALCANTARILLADO*. BOGOTÁ, COLOMBIA: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

Q. Hoarau, G. A. (2016). Robust adaptive detection of buried pipes using GPR. *Science Direct*, 13.

Ralph Bernstein, M. O. (2000). Imaging radar maps underground objects in 3-D. *IEEE*, 5.

senseFly. (s.f.). *senseFly*. Obtenido de
https://www.sensefly.com/fileadmin/user_upload/sensefly/documents/brochures/eBee_es.pdf

Wu, I. (1975). Design on Drip Irrigation Main Lines. *Journal of the Irrigation and Drainage Division, ASCE*.

Xin Li, M. I. (2012). On Optimizing Autonomous Pipeline Inspection. *IEEE TRANSACTIONS ON ROBOTICS*, 11.

ZAMBRANO, J. (2019). TESIS DE MAESTRIA. *DISEÑO OPTIMIZADO DE REDES DE DRENAJE URBANO*. BOGOTÁ, COLOMBIA: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

ZAMBRANO, J. (s.f.). TESIS DE MAESTRIA. *DISEÑO OPTIMIZADO DE REDES DE DRENAJE URBANO*. BOGOTÁ, COLOMBIA: UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

10 ANEXOS

10.1 Tablas de diseño con versión de UTOPIA con concepto de Natalia Duque (diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que aproxima a la función de costos).

10.1.1 Sector 1

SECTOR 1 DISEÑO PARA FM =1.4 (Q. ISLA TUMACO=326 LPS Y Q. ISLA MORRO= 202 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cota batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	2	3	I	0.227	100.25	99.65	101.75	101.75	1.5	2.1	0.01	57.81	0.13	0.79	1.86	1.77
2	3	10	C	0.227	99.65	99.15	101.75	102.25	2.1	3.1	0.01	63.58	0.16	0.79	1.75	1.58
3	10	12	C	0.227	99.15	98.95	102.25	102.25	3.1	3.3	0.00	85.48	0.53	0.81	1.35	0.84
4	4	7	I	0.227	100.75	99.9	102.25	102.5	1.5	2.6	0.00	260.82	0.33	0.77	1.35	1.05
5	7	10	C	0.227	99.9	99.65	102.5	102.25	2.6	2.6	0.00	81.41	0.41	0.83	1.50	1.00
6	5	6	I	0.227	100.3	99.91	101.8	101.81	1.5	1.9	0.01	46.18	0.15	0.79	1.78	1.63
7	6	8	C	0.227	99.91	99.39	101.81	102.29	1.9	2.9	0.01	80.36	0.18	0.75	1.55	1.44
8	8	11	C	0.227	99.39	99.09	102.29	102.09	2.9	3	0.01	55.86	0.21	0.76	1.49	1.33
9	11	1	C	0.227	99.09	98.74	102.09	101.54	3	2.8	0.00	72.73	0.23	0.77	1.48	1.27
10	1	12	C	0.227	98.74	98.35	101.54	102.25	2.8	3.9	0.00	87.94	0.26	0.78	1.48	1.22
11	12	25	C	0.227	98.35	98.18	102.25	102.98	3.9	4.8	0.00	60.20	0.62	0.95	1.78	0.87
12	25	32	C	0.595	98.18	98.07	102.98	103.17	4.8	5.1	0.00	55.19	0.57	1.46	3.14	0.89

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo	Diámetro (I/C)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
13	32	31	C	0.595	98.07	97.92	103.17	103.22	5.1	5.3	0.00	74.01	0.57	1.48	3.18	0.90
14	31	30	C	0.595	97.92	97.83	103.22	103.13	5.3	5.3	0.00	70.55	0.66	1.23	2.16	0.67
15	19	15	I	0.227	101	99.43	102.5	102.43	1.5	3	0.01	113.50	0.10	0.75	1.88	1.98
16	21	22	I	0.227	100.84	100.5	102.34	102.4	1.5	1.9	0.02	17.75	0.09	0.85	2.42	2.31
17	22	16	C	0.227	100.5	99.52	102.4	102.42	1.9	2.9	0.01	65.71	0.09	0.78	2.00	2.05
18	16	13	C	0.227	99.52	99.1	102.42	102	2.9	2.9	0.02	27.55	0.10	0.80	2.11	2.08
19	23	9	I	0.227	101.4	99.3	102.9	102	1.5	2.7	0.01	152.99	0.10	0.75	1.87	1.97
20	24	18	I	0.227	101.3	99.9	102.8	102.5	1.5	2.6	0.01	97.91	0.10	0.76	1.93	2.01
21	18	20	C	0.227	99.9	99.5	102.5	102.5	2.6	3	0.01	27.59	0.10	0.77	1.95	2.02
22	20	17	C	0.227	99.5	98.8	102.5	102.5	3	3.7	0.01	49.25	0.10	0.76	1.92	2.00
23	17	15	C	0.227	98.8	98.03	102.5	102.43	3.7	4.4	0.01	70.53	0.12	0.77	1.83	1.80
24	15	14	C	0.227	98.03	97.65	102.43	102.25	4.4	4.6	0.01	71.30	0.21	0.75	1.48	1.32
25	14	9	C	0.227	97.65	97.2	102.25	102	4.6	4.8	0.00	90.34	0.25	0.81	1.62	1.29
26	9	13	C	0.227	97.2	97.1	102	102	4.8	4.9	0.01	11.47	0.25	1.07	2.84	1.71
27	13	30	C	0.227	97.1	96.93	102	103.13	4.9	6.2	0.00	45.87	0.35	0.84	1.58	1.11
28	30	28	C	0.452	96.93	96.6	103.13	103	6.2	6.4	0.01	50.71	0.65	2.30	8.29	1.46
29	28	34	C	0.452	96.6	94.75	103	102.75	6.4	8	0.01	345.72	0.70	2.13	7.03	1.26
30	34	35	C	0.452	94.75	94.64	102.75	102.74	8	8.1	0.01	18.78	0.69	2.22	7.65	1.34
31	26	27	I	0.595	101.2	101.1	103	103	1.8	1.9	0.00	79.32	0.61	1.19	2.06	0.69
32	27	29	C	0.595	101.1	101	103	103	1.9	2	0.00	58.15	0.55	1.35	2.67	0.83
33	29	25	C	0.595	101	100.88	103	102.98	2	2.1	0.00	82.94	0.58	1.26	2.31	0.75
34	33	14	I	0.227	101.3	99.35	102.8	102.25	1.5	2.9	0.01	141.03	0.10	0.75	1.88	1.98

SECTOR 1 DISEÑO PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO=520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	2	3	I	0.227	100.25	99.85	101.75	101.75	1.5	1.9	0.0069	57.809	0.179	0.785	1.681	1.492
2	3	10	C	0.227	99.85	99.55	101.75	102.25	1.9	2.7	0.0047	63.576	0.233	0.759	1.452	1.253
3	10	12	C	0.284	99.55	99.35	102.25	102.25	2.7	2.9	0.0023	85.485	0.493	0.916	1.616	0.884
4	4	7	I	0.227	100.75	100.1	102.25	102.5	1.5	2.4	0.0025	260.816	0.466	0.794	1.324	0.888
5	7	10	C	0.227	100.1	99.95	102.5	102.25	2.4	2.3	0.0018	81.405	0.639	0.771	1.174	0.695
6	5	6	I	0.227	100.3	100.01	101.8	101.81	1.5	1.8	0.0063	46.176	0.208	0.818	1.744	1.437
7	6	8	C	0.227	100.01	99.59	101.81	102.29	1.8	2.7	0.0052	80.363	0.234	0.800	1.612	1.319
8	8	11	C	0.227	99.59	99.39	102.29	102.09	2.7	2.7	0.0036	55.864	0.292	0.751	1.332	1.098
9	11	1	C	0.227	99.39	99.14	102.09	101.54	2.7	2.4	0.0034	72.727	0.324	0.779	1.394	1.075
10	1	12	C	0.227	99.14	98.85	101.54	102.25	2.4	3.4	0.0033	87.939	0.355	0.800	1.435	1.050
11	12	25	C	0.327	98.85	98.78	102.25	102.98	3.4	4.2	0.0012	60.199	0.602	0.766	1.037	0.602
12	25	32	C	0.67	98.78	98.67	102.98	103.17	4.2	4.5	0.0020	55.193	0.598	1.614	3.629	0.891
13	32	31	C	0.67	98.67	98.52	103.17	103.22	4.5	4.7	0.0020	74.007	0.596	1.626	3.685	0.900
14	31	30	C	0.67	98.52	98.43	103.22	103.13	4.7	4.7	0.0013	70.551	0.703	1.352	2.487	0.656
15	19	15	I	0.227	101	99.83	102.5	102.43	1.5	2.6	0.0103	113.497	0.124	0.765	1.786	1.759
16	21	22	I	0.227	100.84	100.5	102.34	102.4	1.5	1.9	0.0192	17.752	0.089	0.846	2.424	2.305
17	22	16	C	0.227	100.5	99.72	102.4	102.42	1.9	2.7	0.0119	65.711	0.109	0.755	1.815	1.859

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
18	16	13	C	0.227	99.72	99.4	102.42	102	2.7	2.6	0.0116	27.545	0.131	0.841	2.119	1.879
19	23	9	I	0.227	101.4	99.8	102.9	102	1.5	2.2	0.0105	152.989	0.119	0.751	1.742	1.764
20	24	18	I	0.227	101.3	99.9	102.8	102.5	1.5	2.6	0.0143	97.909	0.095	0.764	1.933	2.009
21	18	20	C	0.227	99.9	99.6	102.5	102.5	2.6	2.9	0.0109	27.593	0.119	0.767	1.816	1.799
22	20	17	C	0.227	99.6	99.1	102.5	102.5	2.9	3.4	0.0102	49.249	0.128	0.774	1.810	1.751
23	17	15	C	0.227	99.1	98.53	102.5	102.43	3.4	3.9	0.0081	70.528	0.161	0.798	1.789	1.599
24	15	14	C	0.227	98.53	98.25	102.43	102.25	3.9	4	0.0039	71.296	0.286	0.777	1.436	1.150
25	14	9	C	0.227	98.25	98	102.25	102	4	4	0.0028	90.337	0.371	0.750	1.248	0.959
26	9	13	C	0.227	98	97.9	102	102	4	4.1	0.0087	11.466	0.318	1.227	3.478	1.713
27	13	30	C	0.227	97.9	97.73	102	103.13	4.1	5.4	0.0037	45.874	0.449	0.952	1.919	1.089
28	30	28	C	0.595	97.73	97.5	103.13	103	5.4	5.5	0.0045	50.713	0.584	2.232	7.247	1.329
29	28	34	C	0.595	97.5	96.45	103	102.75	5.5	6.3	0.0030	345.714	0.675	1.909	5.186	1.018
30	34	35	C	0.595	96.45	96.34	102.75	102.74	6.3	6.4	0.0059	18.785	0.551	2.483	9.067	1.539
31	26	27	I	0.595	101.2	101	103	103	1.8	2	0.0025	79.318	0.625	1.702	4.166	0.965
32	27	29	C	0.67	101	100.9	103	103	2	2.1	0.0017	58.151	0.577	1.481	3.075	0.838
33	29	25	C	0.67	100.9	100.78	103	102.98	2.1	2.2	0.0014	82.936	0.612	1.386	2.666	0.752
34	33	14	I	0.227	101.3	99.35	102.8	102.25	1.5	2.9	0.0138	141.028	0.096	0.755	1.884	1.978

SECTOR 1 DISEÑO PARA FM =3.8 (Q. ISLA TUMACO=714 LPS Y Q. ISLA MORRO= 402 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	2	3	I	0.227	100.25	99.95	101.75	101.75	1.5	1.8	0.0052	57.809	0.225	0.779	1.546	1.312
2	3	10	C	0.227	99.95	99.65	101.75	102.25	1.8	2.6	0.0047	63.576	0.274	0.833	1.668	1.260
3	10	12	C	0.327	99.65	99.55	102.25	102.25	2.6	2.7	0.0012	85.485	0.589	0.763	1.033	0.609
4	4	7	I	0.227	100.75	100.2	102.25	102.5	1.5	2.3	0.0021	260.816	0.595	0.806	1.298	0.767
5	7	10	C	0.284	100.2	100.05	102.5	102.25	2.3	2.2	0.0018	81.405	0.535	0.841	1.338	0.770
6	5	6	I	0.227	100.3	100.11	101.8	101.81	1.5	1.7	0.0041	46.175	0.271	0.772	1.440	1.176
7	6	8	C	0.227	100.11	99.79	101.81	102.29	1.7	2.5	0.0040	80.363	0.295	0.796	1.495	1.158
8	8	11	C	0.227	99.79	99.59	102.29	102.09	2.5	2.5	0.0036	55.864	0.345	0.821	1.525	1.095
9	11	1	C	0.227	99.59	99.34	102.09	101.54	2.5	2.2	0.0034	72.727	0.384	0.851	1.592	1.067
10	1	12	C	0.227	99.34	99.05	101.54	102.25	2.2	3.2	0.0033	87.939	0.422	0.872	1.635	1.035
11	12	25	C	0.362	99.05	98.98	102.25	102.98	3.2	4	0.0012	60.199	0.622	0.829	1.167	0.604
12	25	32	C	0.67	98.98	98.87	102.98	103.17	4	4.3	0.0020	55.193	0.732	1.702	3.931	0.796
13	32	31	C	0.67	98.87	98.72	103.17	103.22	4.3	4.5	0.0020	74.007	0.729	1.716	3.994	0.805
14	31	30	C	0.67	98.72	98.53	103.22	103.13	4.5	4.6	0.0027	70.551	0.658	1.932	5.125	0.992
15	19	15	I	0.227	101	100.13	102.5	102.43	1.5	2.3	0.0077	113.494	0.155	0.759	1.638	1.552
16	21	22	I	0.227	100.84	100.5	102.34	102.4	1.5	1.9	0.0192	17.752	0.089	0.846	2.424	2.305
17	22	16	C	0.227	100.5	99.82	102.4	102.42	1.9	2.6	0.0103	65.709	0.131	0.793	1.885	1.773
18	16	13	C	0.227	99.82	99.6	102.42	102	2.6	2.4	0.0080	27.544	0.168	0.811	1.828	1.595
19	23	9	I	0.227	101.4	100.1	102.9	102	1.5	1.9	0.0085	152.986	0.146	0.768	1.712	1.624

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
20	24	18	I	0.227	101.3	99.9	102.8	102.5	1.5	2.6	0.0143	97.909	0.095	0.764	1.933	2.009
21	18	20	C	0.227	99.9	99.6	102.5	102.5	2.6	2.9	0.0109	27.593	0.139	0.844	2.097	1.829
22	20	17	C	0.227	99.6	99.2	102.5	102.5	2.9	3.3	0.0081	49.248	0.157	0.787	1.756	1.599
23	17	15	C	0.227	99.2	98.83	102.5	102.43	3.3	3.6	0.0052	70.527	0.210	0.753	1.472	1.314
24	15	14	C	0.227	98.83	98.55	102.43	102.25	3.6	3.7	0.0039	71.296	0.337	0.850	1.644	1.148
25	14	9	C	0.227	98.55	98.3	102.25	102	3.7	3.7	0.0028	90.337	0.443	0.818	1.420	0.943
26	9	13	C	0.227	98.3	98.2	102	102	3.7	3.8	0.0087	11.466	0.376	1.341	3.975	1.701
27	13	30	C	0.227	98.2	98.03	102	103.13	3.8	5.1	0.0037	45.874	0.541	1.032	2.166	1.048
28	30	28	C	0.67	98.03	97.9	103.13	103	5.1	5.1	0.0026	50.713	0.696	1.912	4.981	0.936
29	28	34	C	0.67	97.9	97.25	103	102.75	5.1	5.5	0.0019	345.713	0.805	1.669	3.760	0.704
30	34	35	C	0.67	97.25	97.14	102.75	102.74	5.5	5.6	0.0059	18.785	0.541	2.669	10.101	1.578
31	26	27	I	0.67	101.1	101	103	103	1.9	2	0.0013	79.318	0.795	1.366	2.520	0.585
32	27	29	C	0.67	101	100.9	103	103	2	2.1	0.0017	58.151	0.699	1.567	3.347	0.765
33	29	25	C	0.67	100.9	100.78	103	102.98	2.1	2.2	0.0014	82.936	0.752	1.456	2.871	0.663
34	33	14	I	0.227	101.3	99.35	102.8	102.25	1.5	2.9	0.0138	141.028	0.096	0.755	1.884	1.978

10.1.2 Sector 2

SECTOR 2 DISEÑO PARA FM =1.4 (Q. ISLA TUMACO=326 LPS Y Q. ISLA MORRO= 202 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
46	53	27	I	0.227	101.25	100.3	102.53	102.5	1.28	2.2	0.0140	67.67	0.096	0.759	1.906	1.992
47	27	26	C	0.227	100.3	99.7	102.5	102.5	2.2	2.8	0.0137	43.75	0.096	0.753	1.872	1.970
48	26	61	C	0.227	99.7	99.15	102.5	102.75	2.8	3.6	0.0108	50.74	0.122	0.778	1.855	1.801
49	61	58	C	0.227	99.15	98.95	102.75	102.66	3.6	3.71	0.0070	28.43	0.172	0.774	1.652	1.500
50	58	42	C	0.227	98.95	98.55	102.66	102.5	3.71	3.95	0.0081	49.61	0.171	0.825	1.882	1.605
51	42	55	C	0.227	98.55	98.15	102.5	102.6	3.95	4.45	0.0060	67.23	0.196	0.770	1.572	1.394
52	55	64	C	0.227	98.15	97.85	102.6	102.75	4.45	4.9	0.0061	49.20	0.221	0.836	1.788	1.421
53	64	71	C	0.227	97.85	97.55	102.75	102.75	4.9	5.2	0.0057	52.30	0.246	0.862	1.845	1.385
54	71	81	C	0.227	97.55	96.91	102.75	103	5.2	6.09	0.0038	166.76	0.295	0.782	1.441	1.137
55	59	1	I	0.227	101.26	100.01	102.75	102.37	1.49	2.36	0.0146	85.62	0.095	0.769	1.965	2.029
56	1	2	C	0.227	100.01	99.44	102.37	102.25	2.36	2.81	0.0133	42.78	0.107	0.793	2.011	1.967
57	2	8	C	0.227	99.44	99.26	102.25	102.25	2.81	2.99	0.0095	18.90	0.142	0.801	1.875	1.715
58	8	73	C	0.227	99.26	99	102.25	102.75	2.99	3.75	0.0074	35.27	0.175	0.800	1.756	1.538
59	60	71	I	0.227	101.25	100.15	102.75	102.75	1.5	2.6	0.0142	77.30	0.095	0.762	1.926	2.005
60	62	64	I	0.227	101.35	100.55	102.64	102.75	1.29	2.2	0.0137	58.44	0.096	0.752	1.869	1.968
61	66	67	I	0.227	101.25	100.65	102.82	102.75	1.57	2.1	0.0151	39.82	0.094	0.778	2.013	2.059
62	67	65	C	0.227	100.65	100.45	102.75	102.8	2.1	2.35	0.0165	12.14	0.099	0.838	2.304	2.166
63	65	34	C	0.227	100.45	99.8	102.8	102.5	2.35	2.7	0.0100	64.83	0.126	0.764	1.769	1.738

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
64	34	63	C	0.227	99.8	99.45	102.5	102.75	2.7	3.3	0.0087	40.21	0.163	0.832	1.942	1.661
65	63	24	C	0.227	99.45	99.1	102.75	102.5	3.3	3.4	0.0070	50.21	0.199	0.841	1.868	1.510
66	24	52	C	0.227	99.1	98.76	102.5	102.58	3.4	3.82	0.0056	60.63	0.234	0.829	1.729	1.367
67	52	82	C	0.227	98.76	98.55	102.58	102.88	3.82	4.33	0.0039	53.47	0.281	0.770	1.416	1.150
68	68	51	I	0.227	101.03	100.57	102.83	102.56	1.8	1.99	0.0169	27.15	0.092	0.810	2.205	2.176
69	51	6	C	0.227	100.57	99.65	102.56	102.25	1.99	2.6	0.0147	62.50	0.095	0.772	1.977	2.037
70	6	5	C	0.227	99.65	99.45	102.25	102.27	2.6	2.82	0.0172	11.65	0.091	0.814	2.227	2.190
71	5	10	C	0.227	99.45	99.16	102.27	102.25	2.82	3.09	0.0056	51.64	0.219	0.797	1.631	1.363
72	10	15	C	0.227	99.16	98.9	102.25	102.33	3.09	3.43	0.0050	51.80	0.251	0.817	1.646	1.297
73	69	22	I	0.227	101.25	100.66	102.75	102.38	1.5	1.72	0.0147	40.27	0.095	0.770	1.970	2.032
74	70	34	I	0.227	101.25	100	102.95	102.5	1.7	2.5	0.0138	90.77	0.096	0.754	1.878	1.974
75	72	77	I	0.595	101.09	100.93	102.75	102.91	1.66	1.98	0.0015	107.01	0.666	1.334	2.539	0.720
76	74	30	I	0.227	101.25	100.62	102.75	102.5	1.5	1.88	0.0146	43.08	0.095	0.770	1.967	2.031
77	75	63	I	0.227	101.31	100.25	102.75	102.75	1.44	2.5	0.0145	73.13	0.095	0.767	1.954	2.022
78	78	52	I	0.227	101.25	99.96	102.79	102.58	1.54	2.62	0.0144	89.53	0.095	0.766	1.945	2.016
79	83	29	I	0.227	101.25	100.4	102.75	102.5	1.5	2.1	0.0137	61.97	0.096	0.753	1.872	1.970
80	84	27	I	0.227	101	100.6	102.85	102.5	1.85	1.9	0.0165	24.26	0.092	0.803	2.158	2.148
81	85	51	I	0.227	101.25	100.87	102.81	102.56	1.56	1.69	0.0244	15.57	0.084	0.920	2.923	2.583
82	86	55	I	0.227	101.15	100.65	103	102.6	1.85	1.95	0.0144	34.82	0.095	0.765	1.940	2.013
83	87	24	I	0.227	101.25	99.6	103.01	102.5	1.76	2.9	0.0137	120.33	0.096	0.753	1.872	1.970
84	89	19	I	0.227	100.96	100.2	103	102.5	2.04	2.3	0.0147	51.55	0.095	0.772	1.980	2.038
85	19	23	C	0.227	100.2	98.94	102.5	102.5	2.3	3.56	0.0139	90.41	0.096	0.757	1.895	1.985
86	81	79	C	0.452	95.11	94.86	103	102.75	7.89	7.89	0.0084	29.75	0.678	2.646	10.915	1.614

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
87	79	80	C	0.452	94.86	94.55	102.75	102.89	7.89	8.34	0.0100	30.99	0.638	2.840	12.679	1.818
88	80	82	C	0.452	94.55	93.65	102.89	102.88	8.34	9.23	0.0084	106.88	0.681	2.652	10.958	1.611
89	82	90	C	0.452	93.65	93.46	102.88	102.84	9.23	9.38	0.0156	12.21	0.564	3.398	18.532	2.379
90	90	91	C	0.452	93.46	93.36	102.84	102.75	9.38	9.39	0.0149	6.71	0.572	3.343	17.888	2.317

SECTOR 2 DISEÑO PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO=520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
46	27	26	C	0.227	100.3	99.8	102.5	102.5	2.2	2.7	0.0114	43.752	0.115	0.770	1.849	1.837
47	26	61	C	0.227	99.8	99.45	102.5	102.75	2.7	3.3	0.0069	50.740	0.172	0.765	1.614	1.485
48	61	58	C	0.227	99.45	99.25	102.75	102.66	3.3	3.41	0.0070	28.427	0.218	0.890	2.036	1.525
49	58	42	C	0.227	99.25	98.95	102.66	102.5	3.41	3.55	0.0060	49.612	0.232	0.857	1.853	1.419
50	42	55	C	0.227	98.95	98.65	102.5	102.6	3.55	3.95	0.0045	67.233	0.268	0.798	1.544	1.225
51	55	64	C	0.227	98.65	98.45	102.6	102.75	3.95	4.3	0.0041	49.195	0.311	0.829	1.596	1.170
52	64	71	C	0.227	98.45	98.25	102.75	102.75	4.3	4.5	0.0038	52.297	0.348	0.853	1.640	1.131
53	71	81	C	0.227	98.25	97.81	102.75	103	4.5	5.19	0.0026	166.759	0.419	0.778	1.303	0.927
54	59	1	I	0.227	101.26	100.01	102.75	102.37	1.49	2.36	0.0146	85.617	0.095	0.769	1.965	2.029
55	1	2	C	0.227	100.01	99.64	102.37	102.25	2.36	2.61	0.0086	42.781	0.149	0.786	1.779	1.642
56	2	8	C	0.227	99.64	99.46	102.25	102.25	2.61	2.79	0.0095	18.898	0.179	0.922	2.315	1.751
57	8	73	C	0.227	99.46	99.3	102.25	102.75	2.79	3.45	0.0045	35.269	0.250	0.774	1.480	1.232

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
58	60	71	I	0.227	101.25	100.15	102.75	102.75	1.5	2.6	0.0142	77.302	0.095	0.762	1.926	2.005
59	62	64	I	0.227	101.35	100.55	102.64	102.75	1.29	2.2	0.0137	58.435	0.096	0.752	1.869	1.968
60	66	67	I	0.227	101.25	100.75	102.82	102.75	1.57	2	0.0126	39.819	0.109	0.777	1.921	1.913
61	67	65	C	0.227	100.75	100.65	102.75	102.8	2	2.15	0.0082	12.140	0.146	0.758	1.666	1.600
62	65	34	C	0.227	100.65	100.2	102.8	102.5	2.15	2.3	0.0069	64.832	0.174	0.773	1.643	1.491
63	68	51	I	0.227	101.03	100.57	102.83	102.56	1.8	1.99	0.0169	27.147	0.092	0.810	2.205	2.176
64	51	6	C	0.227	100.57	99.65	102.56	102.25	1.99	2.6	0.0147	62.497	0.095	0.772	1.977	2.037
65	6	5	C	0.227	99.65	99.45	102.25	102.27	2.6	2.82	0.0172	11.647	0.102	0.874	2.479	2.220
66	5	10	C	0.227	99.45	99.26	102.27	102.25	2.82	2.99	0.0037	51.635	0.309	0.786	1.437	1.113
67	10	15	C	0.227	99.26	99.1	102.25	102.33	2.99	3.23	0.0031	51.796	0.364	0.785	1.372	1.015
68	69	22	I	0.227	101.25	100.66	102.75	102.38	1.5	1.72	0.0147	40.267	0.095	0.770	1.970	2.032
69	70	34	I	0.227	101.25	100	102.95	102.5	1.7	2.5	0.0138	90.766	0.096	0.754	1.878	1.974
70	34	63	C	0.227	100	99.75	102.5	102.75	2.5	3	0.0062	40.212	0.223	0.849	1.841	1.436
71	63	24	C	0.227	99.75	99.5	102.75	102.5	3	3	0.0050	50.205	0.275	0.857	1.765	1.294
72	24	52	C	0.227	99.5	99.26	102.5	102.58	3	3.32	0.0040	60.634	0.326	0.838	1.612	1.153
73	52	82	C	0.227	99.26	99.05	102.58	102.88	3.32	3.83	0.0039	53.469	0.360	0.879	1.729	1.145
74	72	77	I	0.67	100.99	100.83	102.75	102.91	1.76	2.08	0.0015	107.014	0.711	1.466	2.924	0.705
75	74	30	I	0.227	101.25	100.62	102.75	102.5	1.5	1.88	0.0146	43.080	0.095	0.770	1.967	2.031
76	75	63	I	0.227	101.31	100.25	102.75	102.75	1.44	2.5	0.0145	73.131	0.095	0.767	1.954	2.022
77	78	52	I	0.227	101.25	99.96	102.79	102.58	1.54	2.62	0.0144	89.534	0.095	0.766	1.945	2.016
78	83	29	I	0.227	101.25	100.4	102.75	102.5	1.5	2.1	0.0137	61.969	0.096	0.753	1.872	1.970
79	84	27	I	0.227	101	100.6	102.85	102.5	1.85	1.9	0.0165	24.264	0.092	0.803	2.158	2.148
80	85	51	I	0.227	101.25	100.87	102.81	102.56	1.56	1.69	0.0244	15.574	0.084	0.920	2.923	2.583

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
81	86	55	I	0.227	101.15	100.65	103	102.6	1.85	1.95	0.0144	34.820	0.095	0.765	1.940	2.013
82	87	24	I	0.227	101.25	99.6	103.01	102.5	1.76	2.9	0.0137	120.328	0.096	0.753	1.872	1.970
83	89	19	I	0.227	100.96	100.2	103	102.5	2.04	2.3	0.0147	51.546	0.095	0.772	1.980	2.038
84	19	23	C	0.227	100.2	99.04	102.5	102.5	2.3	3.46	0.0128	90.404	0.101	0.752	1.838	1.917
85	73	81	C	0.595	96.9	96.51	102.75	103	5.85	6.49	0.0042	92.170	0.674	2.252	7.219	1.203
86	81	79	C	0.595	96.51	96.36	103	102.75	6.49	6.39	0.0050	29.750	0.648	2.432	8.468	1.341
87	79	80	C	0.595	96.36	96.15	102.75	102.89	6.39	6.74	0.0068	30.993	0.588	2.734	10.865	1.621
88	80	82	C	0.595	96.15	95.65	102.89	102.88	6.74	7.23	0.0047	106.881	0.669	2.364	7.961	1.270
89	82	90	C	0.595	95.65	95.56	102.88	102.84	7.23	7.28	0.0074	12.213	0.585	2.846	11.784	1.693
90	90	91	C	0.595	95.56	95.46	102.84	102.75	7.28	7.29	0.0149	6.714	0.473	3.717	20.966	2.542

SECTOR 2 DISEÑO PARA FM =3.8 (Q. ISLA TUMACO=714 LPS Y Q. ISLA MORRO= 402 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
46	27	26	C	0.227	100.3	99.8	102.4	102.5	2.1	2.7	0.0114	43.752	0.124	0.807	1.987	1.853
47	26	61	C	0.227	99.8	99.45	102.5	102.75	2.7	3.3	0.0069	50.740	0.192	0.819	1.789	1.498
48	61	58	C	0.227	99.45	99.35	102.75	102.75	3.3	3.4	0.0035	28.427	0.297	0.751	1.328	1.089
49	58	42	C	0.227	99.35	99.15	102.75	102.75	3.4	3.6	0.0040	49.612	0.295	0.802	1.515	1.165
50	42	55	C	0.227	99.15	98.85	102.75	102.75	3.6	3.9	0.0045	67.233	0.308	0.864	1.737	1.226
51	55	64	C	0.227	98.85	98.65	102.75	102.75	3.9	4.1	0.0041	49.195	0.352	0.885	1.760	1.166

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
52	64	71	C	0.227	98.65	98.45	102.75	102.75	4.1	4.3	0.0038	52.297	0.398	0.913	1.817	1.122
53	71	81	C	0.227	98.45	98.11	102.75	103.31	4.3	5.2	0.0020	166.758	0.524	0.756	1.169	0.784
54	59	1	I	0.227	101.26	100.01	102.76	102.21	1.5	2.2	0.0146	85.617	0.095	0.769	1.965	2.029
55	1	2	C	0.227	100.01	99.74	102.21	101.54	2.2	1.8	0.0063	42.780	0.188	0.773	1.606	1.431
56	60	71	I	0.227	101.25	100.15	102.75	102.75	1.5	2.6	0.0142	77.302	0.095	0.762	1.926	2.005
57	62	64	I	0.227	101.35	100.55	102.85	102.75	1.5	2.2	0.0137	58.435	0.096	0.752	1.869	1.968
58	66	67	I	0.227	101.25	100.85	102.75	102.75	1.5	1.9	0.0100	39.818	0.134	0.791	1.866	1.750
59	67	65	C	0.227	100.85	100.75	102.75	102.75	1.9	2	0.0082	12.140	0.171	0.834	1.922	1.623
60	65	34	C	0.227	100.75	100.4	102.75	102.5	2	2.1	0.0054	64.831	0.217	0.777	1.556	1.336
61	68	51	I	0.227	101.03	100.57	102.53	102.37	1.5	1.8	0.0169	27.147	0.092	0.810	2.205	2.176
62	51	6	C	0.227	100.57	99.65	102.37	102.25	1.8	2.6	0.0147	62.497	0.095	0.773	1.983	2.038
63	6	5	C	0.227	99.65	99.45	102.25	102.25	2.6	2.8	0.0172	11.647	0.113	0.931	2.722	2.246
64	5	10	C	0.227	99.45	99.26	102.25	102.06	2.8	2.8	0.0037	51.635	0.361	0.853	1.626	1.108
65	10	15	C	0.227	99.26	99.1	102.06	102.5	2.8	3.4	0.0031	51.796	0.429	0.851	1.550	1.000
66	15	22	C	0.227	99.1	98.96	102.5	102.36	3.4	3.4	0.0026	54.743	0.543	0.858	1.497	0.870
67	22	20	C	0.227	98.96	98.89	102.36	102.29	3.4	3.4	0.0023	30.213	0.583	0.839	1.411	0.810
68	20	45	C	0.227	98.89	98.8	102.29	102.5	3.4	3.7	0.0033	27.225	0.541	0.974	1.931	0.990
69	45	54	C	0.227	98.8	98.71	102.5	102.51	3.7	3.8	0.0033	27.492	0.552	0.977	1.935	0.979
70	54	77	C	0.227	98.71	98.63	102.51	102.83	3.8	4.2	0.0036	22.068	0.558	1.033	2.157	1.027
71	77	76	C	0.67	98.63	98.47	102.83	102.97	4.2	4.5	0.0030	54.020	0.704	2.060	5.779	0.998
72	76	56	C	0.67	98.47	98.08	102.97	102.68	4.5	4.6	0.0021	183.166	0.819	1.776	4.258	0.733
73	56	39	C	0.67	98.08	97.75	102.68	102.55	4.6	4.8	0.0024	140.148	0.783	1.865	4.701	0.813
74	69	22	I	0.227	101.25	100.66	102.75	102.36	1.5	1.7	0.0147	40.267	0.095	0.770	1.970	2.032

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
75	70	34	I	0.227	101.25	100.2	102.75	102.5	1.5	2.3	0.0116	90.763	0.112	0.762	1.828	1.843
76	34	63	C	0.227	100.2	100.05	102.5	102.75	2.3	2.7	0.0037	40.211	0.299	0.777	1.416	1.121
77	63	24	C	0.227	100.05	99.9	102.75	102.5	2.7	2.6	0.0030	50.205	0.357	0.764	1.309	0.999
78	72	77	I	0.67	100.99	100.73	102.89	102.83	1.9	2.1	0.0024	107.014	0.734	1.880	4.795	0.877
79	74	30	I	0.227	101.25	100.62	102.75	102.52	1.5	1.9	0.0146	43.080	0.095	0.770	1.967	2.031
80	75	63	I	0.227	101.31	100.25	102.81	102.75	1.5	2.5	0.0145	73.131	0.095	0.767	1.954	2.022
81	78	52	I	0.227	101.25	99.96	102.75	102.66	1.5	2.7	0.0144	89.534	0.095	0.766	1.945	2.016
82	83	29	I	0.227	101.25	100.4	102.75	102.5	1.5	2.1	0.0137	61.969	0.096	0.753	1.872	1.970
83	84	27	I	0.227	101	100.6	102.5	102.4	1.5	1.8	0.0165	24.264	0.092	0.803	2.158	2.148
84	85	51	I	0.227	101.25	100.87	102.75	102.37	1.5	1.5	0.0244	15.574	0.084	0.920	2.923	2.583
85	86	55	I	0.227	101.15	100.65	102.65	102.75	1.5	2.1	0.0144	34.820	0.095	0.765	1.940	2.013
86	87	24	I	0.227	101.25	99.6	102.75	102.5	1.5	2.9	0.0137	120.328	0.096	0.753	1.872	1.970
87	24	52	C	0.227	99.6	99.36	102.5	102.66	2.9	3.3	0.0040	60.634	0.362	0.885	1.749	1.149
88	52	82	C	0.227	99.36	99.15	102.66	103.25	3.3	4.1	0.0039	53.469	0.389	0.915	1.836	1.139
89	89	19	I	0.227	100.96	100.2	102.46	102.5	1.5	2.3	0.0147	51.546	0.095	0.772	1.980	2.038
90	19	23	C	0.227	100.2	99.24	102.5	102.34	2.3	3.1	0.0106	90.402	0.124	0.775	1.834	1.785

10.1.3 Sector 5

SECTOR 5 DISEÑO PARA FM =1.4 (Q. ISLA TUMACO=326 LPS Y Q. ISLA MORRO= 202 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo	Diámetro (l/C)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	1	6	I	0.227	100.52	99.43	102.02	102.43	1.5	3	0.0139	78.168	0.096	0.757	1.896	1.986
2	2	4	I	0.227	100.67	100.25	102.17	102.25	1.5	2	0.0169	24.890	0.092	0.809	2.198	2.172
3	4	3	C	0.227	100.25	99.84	102.25	102.24	2	2.4	0.0138	29.798	0.096	0.754	1.877	1.973
4	3	54	C	0.227	99.84	99.17	102.24	103.57	2.4	4.4	0.0138	48.461	0.096	0.755	1.884	1.978
5	5	10	I	0.227	101	100.6	102.5	102.5	1.5	1.9	0.0176	22.791	0.091	0.820	2.265	2.212
6	11	12	I	0.227	101	100.7	102.5	102.5	1.5	1.8	0.0172	17.437	0.091	0.815	2.231	2.192
7	14	13	I	0.227	101.22	99.1	102.72	102.5	1.5	3.4	0.0139	152.049	0.096	0.757	1.896	1.985
8	19	8	I	0.227	101.06	98.8	102.56	102.5	1.5	3.7	0.0140	162.002	0.096	0.757	1.897	1.986
9	8	13	C	0.227	98.8	98	102.5	102.5	3.7	4.5	0.0078	103.165	0.160	0.777	1.702	1.565
10	13	26	C	0.227	98	97.8	102.5	102.5	4.5	4.7	0.0057	35.133	0.219	0.804	1.659	1.372
11	26	21	C	0.227	97.8	97.64	102.5	102.54	4.7	4.9	0.0065	24.517	0.240	0.907	2.056	1.476
12	21	45	C	0.227	97.64	97.45	102.54	103.25	4.9	5.8	0.0041	45.989	0.279	0.787	1.482	1.179
13	45	46	C	0.67	97.45	97.35	103.25	103.25	5.8	5.9	0.0019	53.859	0.581	1.543	3.332	0.869
14	46	36	C	0.67	97.35	97.1	103.25	103.1	5.9	6	0.0010	241.342	0.717	1.223	2.032	0.583
15	36	41	C	0.67	97.1	96.89	103.1	103.09	6	6.2	0.0011	189.780	0.705	1.260	2.160	0.610
16	41	52	C	0.67	96.89	96.57	103.09	103.27	6.2	6.7	0.0010	317.196	0.739	1.213	1.994	0.562
17	52	53	C	0.67	96.57	96.39	103.27	103.29	6.7	6.9	0.0015	118.565	0.636	1.437	2.848	0.757

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo	Diámetro (I/C)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cota batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
18	53	32	C	0.67	96.39	96.34	103.29	103.14	6.9	6.8	0.0008	64.108	0.843	1.073	1.557	0.425
19	32	17	C	0.67	96.34	96.19	103.14	102.69	6.8	6.5	0.0012	121.983	0.692	1.323	2.386	0.651
20	17	10	C	0.67	96.19	96.1	102.69	102.5	6.5	6.4	0.0047	19.075	0.455	2.224	7.280	1.469
21	10	42	C	0.67	96.1	96.04	102.5	102.84	6.4	6.8	0.0010	59.911	0.794	1.217	2.000	0.522
22	42	54	C	0.67	96.04	95.97	102.84	103.57	6.8	7.6	0.0061	11.492	0.436	2.478	9.126	1.679
23	54	57	C	0.67	95.97	95.86	103.57	103.56	7.6	7.7	0.0016	69.678	0.662	1.482	3.014	0.757
24	57	58	C	0.67	95.86	95.85	103.56	103.55	7.7	7.7	0.0019	5.351	0.627	1.588	3.485	0.846
25	20	26	I	0.227	101.23	99.4	102.73	102.5	1.5	3.1	0.0137	133.595	0.096	0.752	1.870	1.969
26	25	15	I	0.227	101.25	100.6	102.75	102.5	1.5	1.9	0.0153	42.548	0.094	0.782	2.035	2.073
27	29	30	I	0.227	100.75	100.43	102.25	102.33	1.5	1.9	0.0068	46.912	0.201	0.836	1.839	1.494
28	30	22	C	0.227	100.43	100.24	102.33	102.24	1.9	2	0.0047	40.265	0.243	0.777	1.503	1.256
29	22	16	C	0.227	100.24	100.12	102.24	102.32	2	2.2	0.0063	19.125	0.236	0.881	1.949	1.446
30	16	7	C	0.227	100.12	99.95	102.32	102.25	2.2	2.3	0.0070	24.158	0.241	0.944	2.226	1.533
31	33	44	I	0.227	100.7	100.26	102.2	102.26	1.5	2	0.0123	35.799	0.111	0.779	1.919	1.897
32	34	31	I	0.227	101	100.54	102.5	102.74	1.5	2.2	0.0160	28.765	0.093	0.794	2.108	2.118
33	31	37	C	0.227	100.54	99.97	102.74	102.47	2.2	2.5	0.0101	56.598	0.133	0.790	1.863	1.752
34	37	44	C	0.227	99.97	99.56	102.47	102.26	2.5	2.7	0.0084	48.668	0.150	0.777	1.739	1.621
35	44	15	C	0.227	99.56	99.2	102.26	102.5	2.7	3.3	0.0059	61.183	0.218	0.814	1.705	1.395
36	15	9	C	0.227	99.2	99	102.5	102.5	3.3	3.5	0.0076	26.211	0.216	0.921	2.190	1.587
37	9	6	C	0.227	99	98.73	102.5	102.43	3.5	3.7	0.0026	105.604	0.488	0.821	1.401	0.892
38	6	10	C	0.227	98.73	98.7	102.43	102.5	3.7	3.8	0.0031	9.684	0.488	0.904	1.698	0.981
39	35	16	I	0.227	101	100.42	102.5	102.32	1.5	1.9	0.0163	35.558	0.092	0.800	2.141	2.138

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo	Diámetro (I/C)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
40	39	38	I	0.227	100.94	100.57	102.44	102.37	1.5	1.8	0.0154	24.083	0.094	0.783	2.044	2.078
41	38	7	C	0.227	100.57	99.95	102.37	102.25	1.8	2.3	0.0143	43.315	0.095	0.764	1.935	2.010
42	7	18	C	0.227	99.95	99.7	102.25	102.5	2.3	2.8	0.0051	49.107	0.280	0.875	1.830	1.309
43	40	23	I	0.227	100.89	100.33	102.39	102.33	1.5	2	0.0143	39.245	0.095	0.763	1.930	2.007
44	23	12	C	0.227	100.33	100	102.33	102.5	2	2.5	0.0185	17.867	0.090	0.835	2.357	2.266
45	12	18	C	0.227	100	99.7	102.5	102.5	2.5	2.8	0.0170	17.701	0.092	0.810	2.205	2.176
46	18	9	C	0.227	99.7	99.5	102.5	102.5	2.8	3	0.0055	36.567	0.301	0.943	2.086	1.357
47	43	47	I	0.227	100.59	100	102.09	102.5	1.5	2.5	0.0141	41.818	0.096	0.760	1.913	1.997
48	50	48	I	0.227	100.56	99.86	102.06	102.46	1.5	2.6	0.0155	45.101	0.094	0.786	2.060	2.088
49	48	49	C	0.227	99.86	99.48	102.46	102.88	2.6	3.4	0.0144	26.321	0.097	0.774	1.977	2.022
50	49	47	C	0.227	99.48	99.1	102.88	102.5	3.4	3.4	0.0142	26.683	0.106	0.815	2.131	2.031
51	47	27	C	0.227	99.1	98.79	102.5	102.79	3.4	4	0.0084	36.700	0.151	0.782	1.757	1.625
52	27	32	C	0.227	98.79	98.64	102.79	103.14	4	4.5	0.0085	17.659	0.157	0.803	1.830	1.635
53	51	45	I	0.67	101.47	101.35	103.37	103.25	1.9	1.9	0.0009	141.237	0.754	1.117	1.687	0.507
54	55	41	I	0.227	100.88	100.19	102.38	103.09	1.5	2.9	0.0138	50.017	0.096	0.754	1.880	1.976
55	56	28	I	0.227	101.47	100.95	102.97	102.95	1.5	2	0.0155	33.533	0.094	0.786	2.058	2.087
56	28	24	C	0.227	100.95	99.27	102.95	102.87	2	3.6	0.0139	120.575	0.096	0.757	1.895	1.985
57	24	17	C	0.227	99.27	98.79	102.87	102.69	3.6	3.9	0.0107	44.785	0.123	0.778	1.849	1.793

SECTOR 5 DISEÑO PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	1	6	I	0.227	100.52	99.63	102.02	102.43	1.5	2.8	0.0114	78.165	0.113	0.759	1.808	1.830
2	2	4	I	0.227	100.67	100.25	102.17	102.25	1.5	2	0.0169	24.890	0.092	0.809	2.198	2.172
3	4	3	C	0.227	100.25	99.84	102.25	102.24	2	2.4	0.0138	29.798	0.104	0.790	2.013	1.991
4	3	54	C	0.227	99.84	99.37	102.24	103.57	2.4	4.2	0.0097	48.459	0.126	0.751	1.711	1.710
5	5	10	I	0.227	101	100.6	102.5	102.5	1.5	1.9	0.0176	22.791	0.091	0.820	2.265	2.212
6	11	12	I	0.227	101	100.7	102.5	102.5	1.5	1.8	0.0172	17.437	0.091	0.815	2.231	2.192
7	14	13	I	0.227	101.22	99.1	102.72	102.5	1.5	3.4	0.0139	152.049	0.096	0.757	1.896	1.985
8	19	8	I	0.227	101.06	99.5	102.56	102.5	1.5	3	0.0096	161.993	0.131	0.764	1.751	1.710
9	8	13	C	0.227	99.5	99	102.5	102.5	3	3.5	0.0048	103.163	0.227	0.757	1.455	1.269
10	13	26	C	0.227	99	98.8	102.5	102.5	3.5	3.7	0.0057	35.133	0.278	0.922	2.037	1.384
11	26	21	C	0.227	98.8	98.64	102.5	102.54	3.7	3.9	0.0065	24.517	0.305	1.039	2.521	1.483
12	21	45	C	0.227	98.64	98.45	102.54	103.25	3.9	4.8	0.0041	45.989	0.358	0.899	1.810	1.174
13	45	46	C	0.67	98.45	98.35	103.25	103.25	4.8	4.9	0.0019	53.859	0.794	1.658	3.711	0.711
14	46	36	C	0.747	98.35	98.1	103.25	103.1	4.9	5	0.0010	241.342	0.804	1.332	2.310	0.533
15	36	41	C	0.747	98.1	97.89	103.1	103.09	5	5.2	0.0011	189.780	0.787	1.376	2.465	0.565
16	41	52	C	0.747	97.89	97.57	103.09	103.27	5.2	5.7	0.0010	317.196	0.839	1.313	2.246	0.496
17	52	53	C	0.747	97.57	97.39	103.27	103.29	5.7	5.9	0.0015	118.565	0.699	1.583	3.293	0.732
18	53	32	C	0.747	97.39	97.24	103.29	103.14	5.9	5.9	0.0023	64.108	0.601	1.884	4.765	0.981
19	32	17	C	0.747	97.24	97.09	103.14	102.69	5.9	5.6	0.0012	121.983	0.770	1.448	2.732	0.609
20	17	10	C	0.747	97.09	97	102.69	102.5	5.6	5.5	0.0047	19.075	0.490	2.473	8.537	1.476

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
21	10	42	C	0.747	97	96.84	102.5	102.84	5.5	6	0.0027	59.911	0.604	2.017	5.453	1.046
22	42	54	C	0.747	96.84	96.77	102.84	103.57	6	6.8	0.0061	11.492	0.470	2.759	10.721	1.690
23	54	57	C	0.747	96.77	96.66	103.57	103.56	6.8	6.9	0.0016	69.678	0.734	1.630	3.474	0.720
24	57	58	C	0.747	96.66	96.65	103.56	103.55	6.9	6.9	0.0019	5.351	0.690	1.752	4.039	0.818
25	20	26	I	0.227	101.23	99.4	102.73	102.5	1.5	3.1	0.0137	133.595	0.096	0.752	1.870	1.969
26	25	15	I	0.227	101.25	100.6	102.75	102.5	1.5	1.9	0.0153	42.548	0.094	0.782	2.035	2.073
27	29	30	I	0.227	100.75	100.53	102.25	102.33	1.5	1.8	0.0047	46.911	0.280	0.839	1.685	1.256
28	30	22	C	0.227	100.53	100.34	102.33	102.24	1.8	1.9	0.0047	40.265	0.309	0.890	1.842	1.261
29	22	16	C	0.227	100.34	100.22	102.24	102.32	1.9	2.1	0.0063	19.125	0.300	1.009	2.390	1.454
30	16	7	C	0.227	100.22	100.15	102.32	102.25	2.1	2.1	0.0029	24.158	0.388	0.785	1.352	0.978
31	33	44	I	0.227	100.7	100.36	102.2	102.26	1.5	1.9	0.0095	35.798	0.148	0.821	1.944	1.720
32	34	31	I	0.227	101	100.54	102.5	102.74	1.5	2.2	0.0160	28.765	0.093	0.794	2.108	2.118
33	31	37	C	0.227	100.54	100.17	102.74	102.47	2.2	2.3	0.0065	56.596	0.186	0.781	1.645	1.455
34	37	44	C	0.227	100.17	99.86	102.47	102.26	2.3	2.4	0.0064	48.667	0.202	0.810	1.727	1.445
35	44	15	C	0.227	99.86	99.6	102.26	102.5	2.4	2.9	0.0043	61.182	0.301	0.831	1.621	1.196
36	15	9	C	0.227	99.6	99.5	102.5	102.5	2.9	3	0.0038	26.210	0.327	0.824	1.558	1.132
37	9	6	C	0.227	99.5	99.23	102.5	102.43	3	3.2	0.0026	105.604	0.658	0.915	1.649	0.807
38	6	10	C	0.227	99.23	99.2	102.43	102.5	3.2	3.3	0.0031	9.684	0.659	1.008	1.999	0.888
39	35	16	I	0.227	101	100.42	102.5	102.32	1.5	1.9	0.0163	35.558	0.092	0.800	2.141	2.138
40	39	38	I	0.227	100.94	100.57	102.44	102.37	1.5	1.8	0.0154	24.083	0.094	0.783	2.044	2.078
41	38	7	C	0.227	100.57	99.95	102.37	102.25	1.8	2.3	0.0143	43.315	0.095	0.764	1.935	2.010
42	7	18	C	0.227	99.95	99.8	102.25	102.5	2.3	2.7	0.0031	49.106	0.412	0.830	1.488	0.999
43	40	23	I	0.227	100.89	100.33	102.39	102.33	1.5	2	0.0143	39.245	0.095	0.763	1.930	2.007

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
44	23	12	C	0.227	100.33	100	102.33	102.5	2	2.5	0.0185	17.867	0.090	0.835	2.357	2.266
45	12	18	C	0.227	100	99.7	102.5	102.5	2.5	2.8	0.0170	17.701	0.095	0.830	2.287	2.187
46	18	9	C	0.227	99.7	99.6	102.5	102.5	2.8	2.9	0.0027	36.567	0.469	0.834	1.459	0.929
47	43	47	I	0.227	100.59	100	102.09	102.5	1.5	2.5	0.0141	41.818	0.096	0.760	1.913	1.997
48	50	48	I	0.227	100.56	99.96	102.06	102.46	1.5	2.5	0.0133	45.100	0.104	0.779	1.956	1.959
49	48	49	C	0.227	99.96	99.68	102.46	102.88	2.5	3.2	0.0106	26.320	0.130	0.802	1.933	1.797
50	49	47	C	0.227	99.68	99.4	102.88	102.5	3.2	3.1	0.0105	26.682	0.143	0.845	2.081	1.802
51	47	27	C	0.227	99.4	99.19	102.5	102.79	3.1	3.6	0.0057	36.700	0.209	0.784	1.600	1.372
52	27	32	C	0.227	99.19	99.04	102.79	103.14	3.6	4.1	0.0085	17.659	0.198	0.924	2.258	1.666
53	51	45	I	0.67	101.47	101.25	103.37	103.25	1.9	2	0.0016	141.237	0.848	1.516	3.107	0.595
54	55	41	I	0.227	100.88	100.19	102.38	103.09	1.5	2.9	0.0138	50.017	0.096	0.754	1.880	1.976
55	56	28	I	0.227	101.47	100.95	102.97	102.95	1.5	2	0.0155	33.533	0.097	0.803	2.129	2.097
56	28	24	C	0.227	100.95	99.77	102.95	102.87	2	3.1	0.0098	120.569	0.126	0.754	1.726	1.718
57	24	17	C	0.227	99.77	99.39	102.87	102.69	3.1	3.3	0.0085	44.784	0.164	0.825	1.906	1.641

SECTOR 5 DISEÑO PARA FM =3.8 (Q. ISLA TUMACO= 714 LPS Y Q. ISLA MORRO= 402 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	1	6	I	0.227	100.52	99.83	102.02	102.43	1.5	2.6	0.0088	78.163	0.140	0.764	1.714	1.649
2	2	4	I	0.227	100.67	100.25	102.17	102.25	1.5	2	0.0169	24.890	0.092	0.809	2.198	2.172

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
3	4	3	C	0.227	100.25	99.94	102.25	102.24	2	2.3	0.0104	29.797	0.129	0.788	1.873	1.775
4	3	54	C	0.227	99.94	99.57	102.24	103.57	2.3	4	0.0076	48.458	0.156	0.760	1.640	1.550
5	5	10	I	0.227	101	100.6	102.5	102.5	1.5	1.9	0.0176	22.791	0.091	0.820	2.265	2.212
6	11	12	I	0.227	101	100.7	102.5	102.5	1.5	1.8	0.0172	17.437	0.091	0.815	2.231	2.192
7	14	13	I	0.227	101.22	99.5	102.72	102.5	1.5	3	0.0113	152.044	0.114	0.760	1.809	1.825
8	19	8	I	0.227	101.06	99.9	102.56	102.5	1.5	2.6	0.0072	161.990	0.164	0.757	1.605	1.507
9	8	13	C	0.227	99.9	99.5	102.5	102.5	2.6	3	0.0039	103.162	0.282	0.766	1.403	1.142
10	13	26	C	0.227	99.5	99.4	102.5	102.5	3	3.1	0.0028	35.133	0.396	0.785	1.346	0.968
11	26	21	C	0.227	99.4	99.34	102.5	102.54	3.1	3.2	0.0024	24.517	0.474	0.793	1.316	0.877
12	21	45	C	0.227	99.34	99.15	102.54	103.25	3.2	4.1	0.0041	45.989	0.426	0.981	2.062	1.158
13	45	46	C	0.747	99.15	99.05	103.25	103.25	4.1	4.2	0.0019	53.859	0.775	1.780	4.128	0.744
14	46	36	C	0.824	99.05	98.8	103.25	103.1	4.2	4.3	0.0010	241.342	0.807	1.422	2.548	0.540
15	36	41	C	0.824	98.8	98.59	103.1	103.09	4.3	4.5	0.0011	189.780	0.790	1.469	2.720	0.571
16	41	52	C	0.824	98.59	98.27	103.09	103.27	4.5	5	0.0010	317.196	0.844	1.401	2.476	0.499
17	52	53	C	0.824	98.27	98.09	103.27	103.29	5	5.2	0.0015	118.565	0.701	1.692	3.637	0.742
18	53	32	C	0.824	98.09	97.94	103.29	103.14	5.2	5.2	0.0023	64.108	0.603	2.014	5.265	0.996
19	32	17	C	0.824	97.94	97.79	103.14	102.69	5.2	4.9	0.0012	121.983	0.775	1.546	3.016	0.615
20	17	10	C	0.824	97.79	97.7	102.69	102.5	4.9	4.8	0.0047	19.075	0.492	2.644	9.440	1.499
21	10	42	C	0.824	97.7	97.54	102.5	102.84	4.8	5.3	0.0027	59.911	0.608	2.157	6.033	1.061
22	42	54	C	0.824	97.54	97.47	102.84	103.57	5.3	6.1	0.0061	11.492	0.473	2.952	11.868	1.716
23	54	57	C	0.824	97.47	97.36	103.57	103.56	6.1	6.2	0.0016	69.678	0.740	1.742	3.839	0.727
24	57	58	C	0.824	97.36	97.35	103.56	103.55	6.2	6.2	0.0019	5.351	0.696	1.874	4.466	0.828
25	20	26	I	0.227	101.23	99.5	102.73	102.5	1.5	3	0.0130	133.594	0.100	0.750	1.836	1.924

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
26	25	15	I	0.227	101.25	100.6	102.75	102.5	1.5	1.9	0.0153	42.548	0.094	0.782	2.035	2.073
27	29	30	I	0.227	100.75	100.53	102.25	102.33	1.5	1.8	0.0047	46.911	0.330	0.919	1.931	1.255
28	30	22	C	0.227	100.53	100.34	102.33	102.24	1.8	1.9	0.0047	40.265	0.366	0.973	2.106	1.254
29	22	16	C	0.227	100.34	100.22	102.24	102.32	1.9	2.1	0.0063	19.125	0.355	1.104	2.734	1.448
30	16	7	C	0.227	100.22	100.15	102.32	102.25	2.1	2.1	0.0029	24.158	0.464	0.855	1.535	0.958
31	33	44	I	0.227	100.7	100.46	102.2	102.26	1.5	1.8	0.0067	35.797	0.189	0.798	1.709	1.475
32	34	31	I	0.227	101	100.54	102.5	102.74	1.5	2.2	0.0160	28.765	0.093	0.794	2.108	2.118
33	31	37	C	0.227	100.54	100.27	102.74	102.47	2.2	2.2	0.0048	56.596	0.236	0.768	1.480	1.261
34	37	44	C	0.227	100.27	100.06	102.47	102.26	2.2	2.2	0.0043	48.666	0.261	0.775	1.464	1.204
35	44	15	C	0.227	100.06	99.9	102.26	102.5	2.2	2.6	0.0026	61.182	0.406	0.762	1.260	0.926
36	15	9	C	0.227	99.9	99.8	102.5	102.5	2.6	2.7	0.0038	26.210	0.388	0.901	1.779	1.123
37	35	16	I	0.227	101	100.42	102.5	102.32	1.5	1.9	0.0163	35.558	0.092	0.800	2.141	2.138
38	39	38	I	0.227	100.94	100.57	102.44	102.37	1.5	1.8	0.0154	24.083	0.094	0.783	2.044	2.078
39	38	7	C	0.227	100.57	99.95	102.37	102.25	1.8	2.3	0.0143	43.315	0.095	0.764	1.935	2.010
40	7	18	C	0.227	99.95	99.8	102.25	102.5	2.3	2.7	0.0031	49.106	0.494	0.902	1.687	0.972
41	40	23	I	0.227	100.89	100.33	102.39	102.33	1.5	2	0.0143	39.245	0.095	0.763	1.930	2.007
42	23	12	C	0.227	100.33	100	102.33	102.5	2	2.5	0.0185	17.867	0.090	0.835	2.357	2.266
43	12	18	C	0.227	100	99.8	102.5	102.5	2.5	2.7	0.0113	17.699	0.122	0.794	1.930	1.839
44	18	9	C	0.227	99.8	99.7	102.5	102.5	2.7	2.8	0.0027	36.567	0.568	0.902	1.642	0.887
45	9	6	C	0.284	99.7	99.53	102.5	102.43	2.8	2.9	0.0016	105.604	0.638	0.836	1.282	0.675
46	6	10	C	0.284	99.53	99.5	102.43	102.5	2.9	3	0.0031	9.684	0.549	1.102	2.284	0.990
47	43	47	I	0.227	100.59	100	102.09	102.5	1.5	2.5	0.0141	41.818	0.102	0.794	2.041	2.013
48	50	48	I	0.227	100.56	100.06	102.06	102.46	1.5	2.4	0.0111	45.098	0.127	0.805	1.962	1.829

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
49	48	49	C	0.227	100.06	99.88	102.46	102.88	2.4	3	0.0068	26.319	0.169	0.756	1.582	1.477
50	49	47	C	0.227	99.88	99.7	102.88	102.5	3	2.8	0.0067	26.681	0.187	0.795	1.702	1.479
51	47	27	C	0.227	99.7	99.49	102.5	102.79	2.8	3.3	0.0057	36.700	0.246	0.861	1.840	1.383
52	27	32	C	0.227	99.49	99.34	102.79	103.14	3.3	3.8	0.0085	17.659	0.232	1.014	2.598	1.681
53	51	45	I	0.747	101.37	101.15	103.37	103.25	2	2.1	0.0016	141.237	0.820	1.633	3.474	0.637
54	55	41	I	0.227	100.88	100.19	102.38	103.09	1.5	2.9	0.0138	50.017	0.096	0.754	1.880	1.976
55	56	28	I	0.227	101.47	101.05	102.97	102.95	1.5	1.9	0.0125	33.532	0.119	0.821	2.085	1.930
56	28	24	C	0.227	101.05	100.07	102.95	102.87	1.9	2.8	0.0081	120.567	0.154	0.778	1.725	1.597
57	24	17	C	0.227	100.07	99.79	102.87	102.69	2.8	2.9	0.0063	44.784	0.207	0.815	1.731	1.433

10.1.4 Sector 3

SECTOR 3 DISEÑO PARA FM =1.4 (Q. ISLA TUMACO=326 LPS Y Q. ISLA MORRO= 202 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	3	1	I	0.227	101.15	100.87	102.65	102.37	1.5	1.5	0.0043	65.321	0.343	0.896	1.819	1.199
2	1	2	C	0.227	100.87	100.75	102.37	102.25	1.5	1.5	0.0030	39.542	0.440	0.854	1.551	0.988
3	5	16	I	0.227	100.77	100.65	102.27	102.45	1.5	1.8	0.0029	40.825	0.513	0.899	1.663	0.946
4	9	29	I	0.227	100.75	100.6	102.25	102.5	1.5	1.9	0.0037	41.080	0.313	0.788	1.440	1.109
5	10	25	I	0.227	100.75	100.2	102.25	102.5	1.5	2.3	0.0124	44.444	0.108	0.771	1.891	1.898
6	25	7	C	0.227	100.2	99.87	102.5	102.27	2.3	2.4	0.0067	49.128	0.176	0.765	1.605	1.468

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
7	11	16	I	0.227	100.75	100.35	102.25	102.45	1.5	2.1	0.0093	43.175	0.147	0.805	1.875	1.697
8	16	32	C	0.227	100.35	100.2	102.45	102.5	2.1	2.3	0.0035	42.801	0.553	1.012	2.075	1.013
9	32	34	C	0.284	100.2	100.1	102.5	102.5	2.3	2.4	0.0019	53.526	0.504	0.826	1.308	0.786
10	34	57	C	0.284	100.1	99.93	102.5	102.73	2.4	2.8	0.0024	72.077	0.532	0.949	1.707	0.872
11	57	47	C	0.284	99.93	99.81	102.73	102.51	2.8	2.7	0.0022	54.879	0.585	0.947	1.669	0.816
12	47	71	C	0.284	99.81	99.65	102.51	102.75	2.7	3.1	0.0021	75.404	0.630	0.956	1.681	0.779
13	71	49	C	0.327	99.65	99.6	102.75	102.5	3.1	2.9	0.0012	43.170	0.662	0.787	1.079	0.575
14	49	43	C	0.327	99.6	99.53	102.5	102.53	2.9	3	0.0092	7.583	0.375	1.756	6.044	1.861
15	13	8	I	0.227	100.8	100.35	102.3	102.25	1.5	1.9	0.0113	39.943	0.118	0.777	1.869	1.830
16	14	35	I	0.227	100.75	100.3	102.25	102.5	1.5	2.2	0.0051	88.492	0.239	0.800	1.600	1.303
17	35	69	C	0.227	100.3	100.05	102.5	102.75	2.2	2.7	0.0026	96.410	0.430	0.780	1.303	0.916
18	69	76	C	0.227	100.05	99.85	102.75	102.75	2.7	2.9	0.0024	82.585	0.579	0.855	1.470	0.830
19	76	95	C	0.284	99.85	99.6	102.75	103	2.9	3.4	0.0022	111.769	0.497	0.899	1.553	0.862
20	95	93	C	0.284	99.6	99.5	103	103	3.4	3.5	0.0016	61.234	0.602	0.827	1.266	0.697
21	93	96	C	0.284	99.5	99.4	103	103	3.5	3.6	0.0073	13.730	0.408	1.482	4.414	1.603
22	17	4	I	0.227	100.96	100.01	102.46	102.41	1.5	2.4	0.0109	87.382	0.119	0.767	1.818	1.799
23	4	2	C	0.227	100.01	99.75	102.41	102.25	2.4	2.5	0.0059	43.786	0.201	0.780	1.601	1.394
24	2	6	C	0.227	99.75	99.65	102.25	102.25	2.5	2.6	0.0019	51.490	0.640	0.791	1.238	0.713
25	6	7	C	0.284	99.65	99.57	102.25	102.27	2.6	2.7	0.0014	55.375	0.601	0.777	1.119	0.656
26	7	19	C	0.327	99.57	99.5	102.27	102.5	2.7	3	0.0011	61.193	0.583	0.752	1.004	0.605
27	19	33	C	0.327	99.5	99.4	102.5	102.5	3	3.1	0.0020	50.635	0.569	0.979	1.710	0.801
28	33	40	C	0.362	99.4	99.3	102.5	102.5	3.1	3.2	0.0010	95.575	0.641	0.793	1.064	0.566
29	40	43	C	0.362	99.3	99.23	102.5	102.53	3.2	3.3	0.0027	25.816	0.494	1.160	2.389	0.990

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)	
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)							
30	43	77	C	0.595	99.23	99.11	102.53	102.91	3.3	3.8	0.0010	118.101	0.447	0.946	1.376	0.670	
31	77	50	C	0.595	99.11	98.98	102.91	102.68	3.8	3.7	0.0018	71.440	0.459	1.281	2.509	0.893	
32	50	96	C	0.595	98.98	98.9	102.68	103	3.7	4.1	0.0009	93.750	0.593	0.973	1.375	0.573	
33	96	20	C	0.595	98.9	98.68	103	102.48	4.1	3.8	0.0013	173.475	0.595	1.188	2.047	0.698	
34	20	15	C	0.595	98.68	98.53	102.48	102.33	3.8	3.8	0.0017	88.167	0.552	1.339	2.636	0.829	
35	15	22	C	0.595	98.53	98.48	102.33	102.38	3.8	3.9	0.0057	8.751	0.393	2.109	7.051	1.612	
36	22	56	C	0.595	98.48	98.44	102.38	102.54	3.9	4.1	0.0015	26.651	0.585	1.285	2.401	0.764	
37	56	104	C	0.595	98.44	98.33	102.54	103.23	4.1	4.9	0.0018	61.905	0.560	1.376	2.776	0.843	
38	104	68	C	0.595	98.33	98.23	103.23	102.83	4.9	4.6	0.0013	79.580	0.665	1.223	2.134	0.660	
39	68	45	C	0.595	98.23	97.92	102.83	102.62	4.6	4.7	0.0028	111.498	0.673	1.825	4.742	0.976	
40	18	31	I	0.227	100.78	100.4	102.28	102.5	1.5	2.1	0.0059	64.898	0.193	0.757	1.526	1.381	
41	31	104	C	0.227	100.4	100.23	102.5	103.23	2.1	3	0.0026	65.360	0.428	0.780	1.303	0.918	
42	21	20	I	0.227	101	100.38	102.5	102.48	1.5	2.1	0.0102	60.779	0.132	0.791	1.871	1.761	
43	23	74	I	0.227	101	100.45	102.5	102.75	1.5	2.3	0.0072	75.956	0.172	0.784	1.695	1.522	
44	24	76	I	0.227	101	100.05	102.5	102.75	1.5	2.7	0.0083	114.916	0.147	0.762	1.681	1.604	
45	26	8	I	0.227	101	100.25	102.5	102.25	1.5	2	0.0108	69.689	0.118	0.757	1.778	1.787	
46	8	6	C	0.227	100.25	99.95	102.25	102.25	2	2.3	0.0061	49.148	0.225	0.845	1.818	1.423	
47	27	31	I	0.227	101	100.9	102.5	102.5	1.5	1.6	0.0066	15.084	0.192	0.802	1.716	1.469	
48	28	32	I	0.227	101	100.4	102.5	102.5	1.5	2.1	0.0141	42.476	0.099	0.780	1.988	2.007	
49	30	22	I	0.227	101	100.28	102.5	102.38	1.5	2.1	0.0131	54.819	0.103	0.769	1.913	1.944	
50	36	41	I	0.227	101	100.4	100.1	102.5	102.5	1.5	2.1	0.0109	55.158	0.118	0.760	1.793	1.796
51	41	19	C	0.227	100.4	100.1	102.5	102.5	2.1	2.4	0.0059	51.188	0.228	0.836	1.770	1.396	
52	37	29	I	0.227	101.08	100.6	102.58	102.5	1.5	1.9	0.0056	85.043	0.204	0.768	1.544	1.361	

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
53	29	66	C	0.227	100.6	100.32	102.5	102.82	1.9	2.5	0.0025	110.375	0.480	0.812	1.376	0.891
54	66	67	C	0.227	100.32	100.15	102.82	102.75	2.5	2.6	0.0027	62.746	0.576	0.903	1.639	0.879
55	67	79	C	0.227	100.15	100.05	102.75	102.75	2.6	2.7	0.0034	29.852	0.573	1.002	2.021	0.979
56	79	89	C	0.284	100.05	99.9	102.75	103	2.7	3.1	0.0016	95.800	0.589	0.804	1.200	0.688
57	89	81	C	0.327	99.9	99.8	103	103	3.1	3.2	0.0012	86.192	0.572	0.752	1.007	0.613
58	81	77	C	0.327	99.8	99.71	103	102.91	3.2	3.2	0.0057	15.872	0.382	1.389	3.763	1.456
59	39	104	I	0.227	101	100.33	102.5	103.23	1.5	2.9	0.0089	75.323	0.148	0.793	1.817	1.664
60	42	69	I	0.227	101	100.35	102.5	102.75	1.5	2.4	0.0065	99.410	0.182	0.772	1.615	1.453
61	44	33	I	0.227	101.25	100.6	102.75	102.5	1.5	1.9	0.0111	58.621	0.122	0.787	1.898	1.822
62	48	41	I	0.227	101.09	100.7	102.59	102.5	1.5	1.8	0.0158	24.631	0.097	0.811	2.172	2.118
63	52	55	I	0.227	101.08	99.9	102.58	102.6	1.5	2.7	0.0144	81.957	0.095	0.766	1.944	2.016
64	53	84	I	0.227	101.03	100.55	102.53	102.85	1.5	2.3	0.0022	213.760	0.537	0.801	1.307	0.817
65	84	98	C	0.227	100.55	100.43	102.85	103.13	2.3	2.7	0.0026	46.986	0.621	0.899	1.606	0.829
66	98	60	C	0.284	100.43	100.15	103.13	102.75	2.7	2.6	0.0020	137.188	0.543	0.890	1.494	0.807
67	60	91	C	0.284	100.15	99.85	102.75	102.75	2.6	2.9	0.0016	188.210	0.657	0.839	1.285	0.662
68	91	46	C	0.284	99.85	99.72	102.75	102.62	2.9	2.9	0.0018	71.472	0.645	0.891	1.455	0.714
69	46	68	C	0.284	99.72	99.63	102.62	102.83	2.9	3.2	0.0049	18.467	0.485	1.313	3.331	1.279
70	62	116	I	0.227	101.14	100.9	102.64	102.5	1.5	1.6	0.0066	36.141	0.681	1.488	4.340	1.275
71	116	12	C	0.284	100.9	100.75	102.5	102.25	1.6	1.5	0.0030	49.767	0.662	1.156	2.438	0.906
72	12	75	C	0.362	100.75	100.55	102.25	102.75	1.5	2.2	0.0015	134.035	0.625	0.940	1.500	0.683
73	75	92	C	0.362	100.55	100.4	102.75	103	2.2	2.6	0.0017	86.780	0.670	1.032	1.790	0.710
74	92	97	C	0.407	100.4	100.32	103	103.22	2.6	2.9	0.0017	48.379	0.569	1.037	1.783	0.760
75	97	68	C	0.407	100.32	100.23	103.22	102.83	2.9	2.6	0.0017	53.272	0.575	1.051	1.831	0.766

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
76	63	34	I	0.227	101.25	100.9	102.75	102.5	1.5	1.6	0.0081	43.394	0.160	0.791	1.766	1.596
77	64	47	I	0.227	101.25	100.61	102.75	102.51	1.5	1.9	0.0124	51.809	0.105	0.753	1.825	1.889
78	65	57	I	0.227	101.3	100.73	102.8	102.73	1.5	2	0.0119	47.893	0.111	0.769	1.864	1.867
79	70	66	I	0.227	101.45	100.82	102.95	102.82	1.5	2	0.0078	81.076	0.166	0.794	1.761	1.572
80	73	119	I	0.227	101.25	100.54	102.75	102.54	1.5	2	0.0065	109.258	0.181	0.766	1.595	1.448
81	119	61	C	0.227	100.54	100.45	102.54	102.75	2	2.3	0.0042	21.490	0.307	0.834	1.623	1.188
82	61	51	C	0.227	100.45	100.26	102.75	102.56	2.3	2.3	0.0025	76.246	0.430	0.765	1.253	0.898
83	51	58	C	0.227	100.26	100.16	102.56	102.66	2.3	2.5	0.0045	22.329	0.520	1.116	2.554	1.164
84	58	90	C	0.227	100.16	100.04	102.66	102.84	2.5	2.8	0.0037	32.410	0.577	1.056	2.243	1.027
85	90	105	C	0.227	100.04	99.95	102.84	103.25	2.8	3.3	0.0029	31.126	0.686	0.984	1.895	0.838
86	80	79	I	0.227	101.39	100.85	102.89	102.75	1.5	1.9	0.0064	84.580	0.183	0.765	1.586	1.436
87	83	107	I	0.227	101.25	100.25	102.75	103.25	1.5	3	0.0089	112.535	0.141	0.771	1.740	1.656
88	107	115	C	0.227	100.25	99.96	103.25	103.46	3	3.5	0.0028	105.037	0.380	0.758	1.266	0.957
89	85	59	I	0.227	101.31	100.75	102.81	102.75	1.5	2	0.0120	46.732	0.111	0.770	1.874	1.873
90	86	102	I	0.227	101.5	101.09	103	103.49	1.5	2.4	0.0140	29.343	0.096	0.758	1.899	1.987
91	87	49	I	0.227	101.51	100.8	103.01	102.5	1.5	1.7	0.0100	71.247	0.134	0.790	1.860	1.744
92	88	71	I	0.227	101.55	101.05	103.05	102.75	1.5	1.7	0.0084	59.224	0.153	0.789	1.779	1.627
93	94	89	I	0.227	101.63	101.1	103.13	103	1.5	1.9	0.0067	79.275	0.173	0.758	1.580	1.463
94	99	107	I	0.227	101.5	101.05	103	103.25	1.5	2.2	0.0084	53.400	0.145	0.762	1.689	1.616
95	100	31	I	0.227	101.58	100.7	103.08	102.5	1.5	1.8	0.0125	70.306	0.106	0.765	1.876	1.905
96	106	111	I	0.227	101.76	101.25	103.26	103.25	1.5	2	0.0059	86.028	0.190	0.753	1.519	1.388
97	110	109	I	0.227	101.75	101.29	103.25	103.29	1.5	2	0.0150	30.743	0.098	0.796	2.079	2.063
98	112	78	I	0.227	101.75	100.99	103.25	102.79	1.5	1.8	0.0136	55.806	0.102	0.779	1.968	1.978

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
99	114	113	I	0.227	101.76	101.26	103.26	103.26	1.5	2	0.0125	39.949	0.108	0.774	1.907	1.909
100	113	101	C	0.227	101.26	100.84	103.26	103.14	2	2.3	0.0065	64.465	0.183	0.773	1.617	1.451
101	117	102	I	0.227	101.62	101.09	103.12	103.49	1.5	2.4	0.0100	53.103	0.138	0.803	1.905	1.750
102	102	103	C	0.227	101.09	100.93	103.49	103.43	2.4	2.5	0.0095	16.821	0.197	0.975	2.517	1.762
103	118	59	I	0.227	101.25	100.75	102.75	102.75	1.5	2	0.0096	51.943	0.135	0.781	1.810	1.716
104	59	51	C	0.227	100.75	100.46	102.75	102.56	2	2.1	0.0039	73.530	0.295	0.792	1.479	1.153
105	120	90	I	0.227	101.6	100.74	103.1	102.84	1.5	2.1	0.0148	58.224	0.096	0.782	2.020	2.045
106	122	78	I	0.227	101.25	100.79	102.75	102.79	1.5	2	0.0137	33.692	0.096	0.752	1.865	1.966
107	78	82	C	0.227	100.79	100.38	102.79	102.88	2	2.5	0.0057	71.773	0.207	0.779	1.583	1.370
108	82	101	C	0.227	100.38	100.14	102.88	103.14	2.5	3	0.0047	51.144	0.269	0.822	1.633	1.256
109	101	108	C	0.227	100.14	99.95	103.14	103.25	3	3.3	0.0030	63.872	0.425	0.832	1.484	0.983
110	108	109	C	0.227	99.95	99.79	103.25	103.29	3.3	3.5	0.0021	75.075	0.492	0.753	1.175	0.813
111	109	103	C	0.227	99.79	99.63	103.29	103.43	3.5	3.8	0.0028	57.320	0.526	0.886	1.604	0.916
112	103	105	C	0.284	99.63	99.55	103.43	103.25	3.8	3.7	0.0017	47.057	0.518	0.797	1.211	0.745
113	123	72	I	0.227	101.18	98.85	102.68	102.75	1.5	3.9	0.0140	166.748	0.096	0.758	1.899	1.988
114	72	115	C	0.227	98.85	98.46	102.75	103.46	3.9	5	0.0052	74.575	0.240	0.813	1.651	1.321
115	115	111	C	0.227	98.46	98.35	103.46	103.25	5	4.9	0.0019	58.799	0.614	0.767	1.170	0.713
116	111	105	C	0.284	98.35	98.25	103.25	103.25	4.9	5	0.0018	55.037	0.511	0.820	1.283	0.773
117	105	121	C	0.362	98.25	98.11	103.25	103.01	5	4.9	0.0021	66.053	0.675	1.145	2.202	0.783
118	121	74	C	0.362	98.11	98.05	103.01	102.75	4.9	4.7	0.0022	27.822	0.679	1.157	2.246	0.787
119	74	55	C	0.362	98.05	97.9	102.75	102.6	4.7	4.7	0.0032	46.475	0.617	1.377	3.227	1.010
120	55	54	C	0.407	97.9	97.72	102.6	102.62	4.7	4.9	0.0015	116.413	0.669	1.055	1.800	0.685
121	54	38	C	0.407	97.72	97.6	102.62	102.5	4.9	4.9	0.0045	26.749	0.489	1.607	4.415	1.301

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
122	38	45	C	0.452	97.6	97.52	102.5	102.62	4.9	5.1	0.0013	61.626	0.618	1.013	1.621	0.664
123	45	124	C	0.595	97.52	96.51	102.62	102.61	5.1	6.1	0.0045	225.799	0.685	2.325	7.679	1.224
124	124	125	C	0.595	96.51	96.41	102.61	102.61	6.1	6.2	0.0152	6.592	0.467	3.731	21.182	2.571

SECTOR 3 DISEÑO PARA FM = 2.4 (Q. ISLA TUMACO=520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	3	1	I	0.227	101.15	100.67	102.65	102.37	1.5	1.7	0.0073	65.322	0.168	0.779	1.686	1.530
2	1	2	C	0.227	100.67	100.45	102.37	102.25	1.7	1.8	0.0056	39.543	0.207	0.768	1.540	1.352
3	5	16	I	0.227	100.77	100.55	102.27	102.45	1.5	1.9	0.0054	40.826	0.236	0.817	1.676	1.340
4	9	29	I	0.227	100.75	100.4	102.25	102.5	1.5	2.1	0.0085	41.082	0.143	0.761	1.690	1.624
5	10	25	I	0.227	100.75	100.1	102.25	102.5	1.5	2.4	0.0146	44.445	0.095	0.770	1.967	2.031
6	25	7	C	0.227	100.1	99.37	102.5	102.27	2.4	2.9	0.0149	49.132	0.094	0.774	1.992	2.046
7	11	16	I	0.227	100.75	100.15	102.25	102.45	1.5	2.3	0.0139	43.177	0.096	0.756	1.891	1.982
8	16	32	C	0.227	100.15	99.9	102.45	102.5	2.3	2.6	0.0058	42.801	0.258	0.894	1.957	1.400
9	32	34	C	0.227	99.9	99.7	102.5	102.5	2.6	2.8	0.0037	53.526	0.309	0.791	1.456	1.122
10	34	57	C	0.227	99.7	99.43	102.5	102.73	2.8	3.3	0.0037	72.077	0.343	0.838	1.590	1.120
11	57	47	C	0.227	99.43	99.21	102.73	102.51	3.3	3.3	0.0040	54.879	0.358	0.887	1.760	1.157
12	47	71	C	0.227	99.21	98.95	102.51	102.75	3.3	3.8	0.0034	75.405	0.394	0.862	1.626	1.066
13	71	49	C	0.227	98.95	98.8	102.75	102.5	3.8	3.7	0.0035	43.170	0.425	0.899	1.734	1.062

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
14	49	43	C	0.227	98.8	98.73	102.5	102.53	3.7	3.8	0.0092	7.583	0.342	1.312	3.904	1.759
15	13	8	I	0.227	100.8	100.25	102.3	102.25	1.5	2	0.0138	39.944	0.096	0.754	1.878	1.974
16	14	35	I	0.227	100.75	99.7	102.25	102.5	1.5	2.8	0.0119	88.497	0.111	0.767	1.857	1.864
17	35	69	C	0.227	99.7	99.05	102.5	102.75	2.8	3.7	0.0067	96.412	0.186	0.793	1.696	1.478
18	69	76	C	0.227	99.05	98.65	102.75	102.75	3.7	4.1	0.0048	82.586	0.255	0.809	1.609	1.274
19	76	95	C	0.227	98.65	98.3	102.75	103	4.1	4.7	0.0031	111.769	0.335	0.756	1.302	1.025
20	95	93	C	0.227	98.3	98.1	103	103	4.7	4.9	0.0033	61.234	0.359	0.801	1.435	1.044
21	93	96	C	0.227	98.1	98	103	103	4.9	5	0.0073	13.730	0.305	1.096	2.809	1.566
22	17	4	I	0.227	100.96	99.71	102.46	102.41	1.5	2.7	0.0143	87.386	0.095	0.764	1.934	2.010
23	4	2	C	0.227	99.71	99.05	102.41	102.25	2.7	3.2	0.0151	43.790	0.094	0.778	2.014	2.060
24	2	6	C	0.227	99.05	98.85	102.25	102.25	3.2	3.4	0.0039	51.491	0.276	0.757	1.378	1.143
25	6	7	C	0.227	98.85	98.67	102.25	102.27	3.4	3.6	0.0033	55.375	0.347	0.785	1.392	1.043
26	7	19	C	0.227	98.67	98.5	102.27	102.5	3.6	4	0.0028	61.193	0.406	0.786	1.340	0.954
27	19	33	C	0.227	98.5	98.3	102.5	102.5	4	4.2	0.0040	50.635	0.419	0.952	1.951	1.134
28	33	40	C	0.227	98.3	98.1	102.5	102.5	4.2	4.4	0.0021	95.576	0.545	0.777	1.228	0.786
29	40	43	C	0.227	98.1	98.03	102.5	102.53	4.4	4.5	0.0027	25.816	0.524	0.871	1.553	0.904
30	43	77	C	0.284	98.03	97.81	102.53	102.91	4.5	5.1	0.0019	118.101	0.613	0.888	1.456	0.739
31	77	50	C	0.327	97.81	97.68	102.91	102.68	5.1	5	0.0018	71.440	0.602	0.959	1.624	0.753
32	50	96	C	0.327	97.68	97.5	102.68	103	5	5.5	0.0019	93.750	0.610	0.989	1.725	0.770
33	96	20	C	0.362	97.5	97.28	103	102.48	5.5	5.2	0.0013	173.475	0.672	0.885	1.315	0.607
34	20	15	C	0.362	97.28	97.13	102.48	102.33	5.2	5.2	0.0017	88.167	0.619	1.001	1.703	0.732
35	15	22	C	0.362	97.13	97.08	102.33	102.38	5.2	5.3	0.0057	8.751	0.433	1.588	4.607	1.468
36	22	56	C	0.362	97.08	97.04	102.38	102.54	5.3	5.5	0.0015	26.651	0.659	0.958	1.545	0.668

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
37	56	104	C	0.362	97.04	96.93	102.54	103.23	5.5	6.3	0.0018	61.905	0.629	1.028	1.792	0.744
38	104	68	C	0.362	96.93	96.73	103.23	102.83	6.3	6.1	0.0025	79.580	0.593	1.199	2.463	0.906
39	68	45	C	0.362	96.73	96.32	102.83	102.62	6.1	6.3	0.0037	111.499	0.692	1.517	3.854	1.015
40	45	124	C	0.362	96.32	94.91	102.62	102.61	6.3	7.7	0.0062	225.801	0.691	1.976	6.541	1.325
41	124	125	C	0.362	94.91	94.81	102.61	102.61	7.7	7.8	0.0152	6.592	0.519	2.801	13.780	2.317
42	18	31	I	0.227	100.78	99.8	102.28	102.5	1.5	2.7	0.0151	64.904	0.094	0.778	2.016	2.061
43	31	104	C	0.227	99.8	99.33	102.5	103.23	2.7	3.9	0.0072	65.362	0.183	0.810	1.779	1.524
44	21	20	I	0.227	101	100.08	102.5	102.48	1.5	2.4	0.0151	60.783	0.094	0.779	2.020	2.064
45	23	74	I	0.227	101	99.95	102.5	102.75	1.5	2.8	0.0138	75.961	0.096	0.755	1.883	1.977
46	24	76	I	0.227	101	99.35	102.5	102.75	1.5	3.4	0.0144	114.924	0.095	0.765	1.939	2.013
47	26	8	I	0.227	101	100.05	102.5	102.25	1.5	2.2	0.0136	69.691	0.096	0.751	1.863	1.964
48	8	6	C	0.227	100.05	99.45	102.25	102.25	2.2	2.8	0.0122	49.150	0.109	0.767	1.869	1.886
49	27	31	I	0.227	101	100.7	102.5	102.5	1.5	1.8	0.0199	15.087	0.088	0.857	2.495	2.346
50	28	32	I	0.227	101	100.4	102.5	102.5	1.5	2.1	0.0141	42.476	0.096	0.760	1.915	1.998
51	30	22	I	0.227	101	100.18	102.5	102.38	1.5	2.2	0.0150	54.820	0.094	0.776	2.002	2.052
52	36	41	I	0.227	101	100.2	102.5	102.5	1.5	2.3	0.0145	55.161	0.095	0.768	1.955	2.023
53	41	19	C	0.227	100.2	99.6	102.5	102.5	2.3	2.9	0.0117	51.191	0.110	0.759	1.821	1.851
54	37	29	I	0.227	101.08	99.9	102.58	102.5	1.5	2.6	0.0139	85.050	0.096	0.756	1.889	1.981
55	29	66	C	0.227	99.9	99.32	102.5	102.82	2.6	3.5	0.0053	110.376	0.217	0.767	1.515	1.318
56	66	67	C	0.227	99.32	99.05	102.82	102.75	3.5	3.7	0.0043	62.747	0.269	0.787	1.497	1.203
57	67	79	C	0.227	99.05	98.85	102.75	102.75	3.7	3.9	0.0067	29.852	0.253	0.947	2.210	1.498
58	79	89	C	0.227	98.85	98.5	102.75	103	3.9	4.5	0.0037	95.801	0.338	0.821	1.533	1.107
59	89	81	C	0.227	98.5	98.2	103	103	4.5	4.8	0.0035	86.192	0.377	0.848	1.589	1.075

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
60	81	77	C	0.227	98.2	98.11	103	102.91	4.8	4.8	0.0057	15.872	0.348	1.038	2.431	1.378
61	39	104	I	0.227	101	99.93	102.5	103.23	1.5	3.3	0.0142	75.328	0.096	0.762	1.923	2.003
62	42	69	I	0.227	101	99.65	102.5	102.75	1.5	3.1	0.0136	99.417	0.097	0.750	1.857	1.961
63	44	33	I	0.227	101.25	100.4	102.75	102.5	1.5	2.1	0.0145	58.624	0.095	0.767	1.954	2.022
64	48	41	I	0.227	101.09	100.7	102.59	102.5	1.5	1.8	0.0158	24.631	0.093	0.791	2.092	2.108
65	52	55	I	0.227	101.08	99.9	102.58	102.6	1.5	2.7	0.0144	81.957	0.095	0.766	1.944	2.016
66	53	84	I	0.227	101.03	100.05	102.53	102.85	1.5	2.8	0.0046	213.761	0.239	0.758	1.440	1.237
67	84	98	C	0.227	100.05	99.83	102.85	103.13	2.8	3.3	0.0047	46.986	0.276	0.831	1.660	1.255
68	98	60	C	0.227	99.83	99.35	103.13	102.75	3.3	3.4	0.0035	137.189	0.343	0.809	1.482	1.083
69	60	91	C	0.227	99.35	98.85	102.75	102.75	3.4	3.9	0.0027	188.210	0.404	0.767	1.277	0.934
70	91	46	C	0.227	98.85	98.62	102.75	102.62	3.9	4	0.0032	71.472	0.392	0.831	1.511	1.030
71	46	68	C	0.227	98.62	98.53	102.62	102.83	4	4.3	0.0049	18.467	0.358	0.977	2.137	1.276
72	62	116	I	0.227	101.14	101	102.64	102.5	1.5	1.5	0.0039	36.141	0.399	0.920	1.845	1.129
73	116	12	C	0.227	101	100.75	102.5	102.25	1.5	1.5	0.0050	49.768	0.406	1.057	2.424	1.283
74	12	75	C	0.227	100.75	100.45	102.25	102.75	1.5	2.3	0.0022	134.035	0.583	0.824	1.363	0.796
75	75	92	C	0.284	100.45	100.3	102.75	103	2.3	2.7	0.0017	86.780	0.487	0.783	1.184	0.761
76	92	97	C	0.284	100.3	100.22	103	103.22	2.7	3	0.0017	48.379	0.507	0.780	1.163	0.738
77	97	68	C	0.284	100.22	100.13	103.22	102.83	3	2.7	0.0017	53.272	0.512	0.791	1.194	0.745
78	63	34	I	0.227	101.25	100.6	102.75	102.5	1.5	1.9	0.0150	43.398	0.094	0.776	2.004	2.053
79	64	47	I	0.227	101.25	100.51	102.75	102.51	1.5	2	0.0143	51.810	0.095	0.763	1.932	2.008
80	65	57	I	0.227	101.3	100.63	102.8	102.73	1.5	2.1	0.0140	47.894	0.096	0.758	1.901	1.989
81	70	66	I	0.227	101.45	100.32	102.95	102.82	1.5	2.5	0.0139	81.081	0.096	0.757	1.895	1.985
82	73	119	I	0.227	101.25	99.74	102.75	102.54	1.5	2.8	0.0138	109.266	0.096	0.755	1.883	1.977

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
83	119	61	C	0.227	99.74	99.55	102.54	102.75	2.8	3.2	0.0088	21.491	0.144	0.777	1.760	1.655
84	61	51	C	0.227	99.55	99.06	102.75	102.56	3.2	3.5	0.0064	76.247	0.186	0.776	1.621	1.443
85	51	58	C	0.227	99.06	98.96	102.56	102.66	3.5	3.7	0.0045	22.329	0.278	0.818	1.602	1.228
86	58	90	C	0.227	98.96	98.84	102.66	102.84	3.7	4	0.0037	32.410	0.304	0.780	1.424	1.117
87	90	105	C	0.227	98.84	98.65	102.84	103.25	4	4.6	0.0061	31.126	0.286	0.969	2.232	1.434
88	80	79	I	0.227	101.39	100.15	102.89	102.75	1.5	2.6	0.0147	84.587	0.095	0.770	1.971	2.033
89	83	107	I	0.227	101.25	99.65	102.75	103.25	1.5	3.6	0.0142	112.542	0.095	0.762	1.925	2.004
90	107	115	C	0.227	99.65	98.86	103.25	103.46	3.6	4.6	0.0075	105.039	0.165	0.778	1.694	1.545
91	85	59	I	0.227	101.31	100.65	102.81	102.75	1.5	2.1	0.0141	46.734	0.096	0.760	1.915	1.997
92	86	102	I	0.227	101.5	101.09	103	103.49	1.5	2.4	0.0140	29.343	0.096	0.758	1.899	1.987
93	87	49	I	0.227	101.51	100.5	103.01	102.5	1.5	2	0.0142	71.251	0.096	0.761	1.920	2.001
94	88	71	I	0.227	101.55	100.65	103.05	102.75	1.5	2.1	0.0152	59.228	0.094	0.780	2.026	2.067
95	94	89	I	0.227	101.63	100.5	103.13	103	1.5	2.5	0.0143	79.281	0.095	0.763	1.928	2.006
96	99	107	I	0.227	101.5	100.75	103	103.25	1.5	2.5	0.0140	53.403	0.096	0.759	1.907	1.992
97	100	31	I	0.227	101.58	100.6	103.08	102.5	1.5	1.9	0.0139	70.307	0.096	0.757	1.895	1.985
98	106	111	I	0.227	101.76	100.55	103.26	103.25	1.5	2.7	0.0141	86.035	0.096	0.759	1.909	1.994
99	110	109	I	0.227	101.75	101.29	103.25	103.29	1.5	2	0.0150	30.743	0.094	0.776	2.002	2.053
100	112	78	I	0.227	101.75	100.99	103.25	102.79	1.5	1.8	0.0136	55.806	0.096	0.751	1.862	1.964
101	114	113	I	0.227	101.76	101.16	103.26	103.26	1.5	2.1	0.0150	39.950	0.094	0.777	2.008	2.056
102	113	101	C	0.227	101.16	100.24	103.26	103.14	2.1	2.9	0.0143	64.470	0.095	0.763	1.930	2.007
103	117	102	I	0.227	101.62	100.89	103.12	103.49	1.5	2.6	0.0137	53.106	0.096	0.753	1.875	1.972
104	102	103	C	0.227	100.89	100.63	103.49	103.43	2.6	2.8	0.0155	16.823	0.100	0.821	2.197	2.102
105	118	59	I	0.227	101.25	100.45	102.75	102.75	1.5	2.3	0.0154	51.946	0.094	0.784	2.048	2.081

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
106	59	51	C	0.227	100.45	99.76	102.75	102.56	2.3	2.8	0.0094	73.533	0.135	0.769	1.757	1.693
107	120	90	I	0.227	101.6	100.74	103.1	102.84	1.5	2.1	0.0148	58.224	0.095	0.772	1.982	2.040
108	122	78	I	0.227	101.25	100.79	102.75	102.79	1.5	2	0.0137	33.692	0.096	0.752	1.865	1.966
109	78	82	C	0.227	100.79	99.78	102.79	102.88	2	3.1	0.0141	71.778	0.096	0.759	1.909	1.994
110	82	101	C	0.227	99.78	99.24	102.88	103.14	3.1	3.9	0.0106	51.147	0.125	0.780	1.850	1.783
111	101	108	C	0.227	99.24	98.85	103.14	103.25	3.9	4.4	0.0061	63.873	0.195	0.777	1.605	1.411
112	108	109	C	0.227	98.85	98.39	103.25	103.29	4.4	4.9	0.0061	75.076	0.204	0.799	1.675	1.418
113	109	103	C	0.227	98.39	98.13	103.29	103.43	4.9	5.3	0.0045	57.321	0.249	0.772	1.475	1.232
114	103	105	C	0.227	98.13	97.95	103.43	103.25	5.3	5.3	0.0038	47.057	0.307	0.797	1.483	1.135
115	123	72	I	0.227	101.18	98.85	102.68	102.75	1.5	3.9	0.0140	166.748	0.096	0.758	1.899	1.988
116	72	115	C	0.227	98.85	97.96	102.75	103.46	3.9	5.5	0.0119	74.579	0.112	0.774	1.884	1.872
117	115	111	C	0.227	97.96	97.65	103.46	103.25	5.5	5.6	0.0053	58.800	0.245	0.825	1.692	1.328
118	111	105	C	0.227	97.65	97.45	103.25	103.25	5.6	5.8	0.0036	55.037	0.312	0.785	1.430	1.106
119	105	121	C	0.284	97.45	97.31	103.25	103.01	5.8	5.7	0.0021	66.053	0.490	0.870	1.458	0.842
120	121	74	C	0.284	97.31	97.25	103.01	102.75	5.7	5.5	0.0022	27.822	0.493	0.879	1.488	0.849
121	74	55	C	0.284	97.25	97.1	102.75	102.6	5.5	5.5	0.0032	46.475	0.455	1.039	2.113	1.053
122	55	54	C	0.284	97.1	96.92	102.6	102.62	5.5	5.7	0.0015	116.413	0.589	0.798	1.185	0.684
123	54	38	C	0.284	96.92	96.8	102.62	102.5	5.7	5.7	0.0045	26.749	0.439	1.204	2.864	1.247
124	38	45	C	0.284	96.8	96.72	102.5	102.62	5.7	5.9	0.0013	61.626	0.658	0.757	1.047	0.597

SECTOR 3 DISEÑO PARA FM = 3.8 (Q. ISLA TUMACO= 714 LPS Y Q. ISLA MORRO= 402 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	3	1	I	0.227	101.15	100.77	102.65	102.37	1.5	1.6	0.0058	65.322	0.208	0.788	1.620	1.383
2	1	2	C	0.227	100.77	100.55	102.37	102.25	1.6	1.7	0.0056	39.543	0.243	0.843	1.771	1.363
3	5	16	I	0.227	100.77	100.55	102.27	102.45	1.5	1.9	0.0054	40.826	0.278	0.896	1.924	1.347
4	9	29	I	0.227	100.75	100.4	102.25	102.5	1.5	2.1	0.0085	41.082	0.167	0.837	1.950	1.647
5	10	25	I	0.227	100.75	100.1	102.25	102.5	1.5	2.4	0.0146	44.445	0.095	0.770	1.967	2.031
6	25	7	C	0.227	100.1	99.37	102.5	102.27	2.4	2.9	0.0149	49.132	0.097	0.789	2.050	2.054
7	11	16	I	0.227	100.75	100.15	102.25	102.45	1.5	2.3	0.0139	43.177	0.096	0.756	1.891	1.982
8	16	32	C	0.227	100.15	100	102.45	102.5	2.3	2.5	0.0035	42.801	0.347	0.815	1.500	1.083
9	32	34	C	0.227	100	99.8	102.5	102.5	2.5	2.7	0.0037	53.526	0.365	0.864	1.664	1.116
10	34	57	C	0.227	99.8	99.63	102.5	102.73	2.7	3.1	0.0024	72.077	0.465	0.772	1.251	0.864
11	57	47	C	0.227	99.63	99.51	102.73	102.51	3.1	3	0.0022	54.879	0.508	0.772	1.229	0.818
12	47	71	C	0.227	99.51	99.35	102.51	102.75	3	3.4	0.0021	75.404	0.544	0.782	1.243	0.792
13	71	49	C	0.227	99.35	99.2	102.75	102.5	3.4	3.3	0.0035	43.170	0.511	0.976	1.962	1.029
14	49	43	C	0.227	99.2	99.13	102.5	102.53	3.3	3.4	0.0092	7.583	0.406	1.433	4.453	1.739
15	13	8	I	0.227	100.8	100.25	102.3	102.25	1.5	2	0.0138	39.944	0.096	0.754	1.878	1.974
16	14	35	I	0.227	100.75	100	102.25	102.5	1.5	2.5	0.0085	88.494	0.141	0.750	1.652	1.616
17	35	69	C	0.227	100	99.55	102.5	102.75	2.5	3.2	0.0047	96.410	0.239	0.765	1.465	1.248
18	69	76	C	0.227	99.55	99.25	102.75	102.75	3.2	3.5	0.0036	82.585	0.324	0.800	1.471	1.105
19	76	95	C	0.227	99.25	98.9	102.75	103	3.5	4.1	0.0031	111.769	0.397	0.825	1.486	1.015
20	95	93	C	0.227	98.9	98.7	103	103	4.1	4.3	0.0033	61.234	0.427	0.873	1.635	1.029
21	93	96	C	0.227	98.7	98.6	103	103	4.3	4.4	0.0073	13.730	0.361	1.199	3.212	1.559

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
22	17	4	I	0.227	100.96	99.71	102.46	102.41	1.5	2.7	0.0143	87.386	0.095	0.764	1.934	2.010
23	4	2	C	0.227	99.71	99.15	102.41	102.25	2.7	3.1	0.0128	43.789	0.112	0.798	2.009	1.937
24	2	6	C	0.227	99.15	98.95	102.25	102.25	3.1	3.3	0.0039	51.491	0.325	0.829	1.579	1.143
25	6	7	C	0.227	98.95	98.77	102.25	102.27	3.3	3.5	0.0033	55.375	0.413	0.857	1.587	1.030
26	7	19	C	0.227	98.77	98.6	102.27	102.5	3.5	3.9	0.0028	61.193	0.486	0.855	1.519	0.930
27	19	33	C	0.227	98.6	98.5	102.5	102.5	3.9	4	0.0020	50.635	0.626	0.793	1.246	0.727
28	33	40	C	0.227	98.5	98.3	102.5	102.5	4	4.2	0.0021	95.576	0.673	0.833	1.362	0.721
29	40	43	C	0.227	98.3	98.23	102.5	102.53	4.2	4.3	0.0027	25.816	0.643	0.936	1.731	0.841
30	43	77	C	0.362	98.23	98.11	102.53	102.91	4.3	4.8	0.0010	118.101	0.603	0.767	1.004	0.572
31	77	50	C	0.362	98.11	97.98	102.91	102.68	4.8	4.7	0.0018	71.440	0.622	1.037	1.826	0.756
32	50	96	C	0.407	97.98	97.9	102.68	103	4.7	5.1	0.0009	93.750	0.674	0.785	0.995	0.507
33	96	20	C	0.407	97.9	97.68	103	102.48	5.1	4.8	0.0013	173.475	0.676	0.958	1.482	0.617
34	20	15	C	0.407	97.68	97.53	102.48	102.33	4.8	4.8	0.0017	88.167	0.622	1.084	1.919	0.745
35	15	22	C	0.407	97.53	97.48	102.33	102.38	4.8	4.9	0.0057	8.751	0.435	1.720	5.196	1.496
36	22	56	C	0.407	97.48	97.44	102.38	102.54	4.9	5.1	0.0015	26.651	0.663	1.037	1.741	0.679
37	56	104	C	0.407	97.44	97.33	102.54	103.23	5.1	5.9	0.0018	61.905	0.632	1.113	2.020	0.756
38	104	68	C	0.407	97.33	97.13	103.23	102.83	5.9	5.7	0.0025	79.580	0.596	1.299	2.777	0.922
39	68	45	C	0.407	97.13	96.72	102.83	102.62	5.7	5.9	0.0037	111.499	0.696	1.643	4.342	1.032
40	45	124	C	0.407	96.72	95.31	102.62	102.61	5.9	7.3	0.0062	225.801	0.695	2.140	7.369	1.346
41	124	125	C	0.407	95.31	95.21	102.61	102.61	7.3	7.4	0.0152	6.592	0.521	3.034	15.539	2.360
42	18	31	I	0.227	100.78	100	102.28	102.5	1.5	2.5	0.0120	64.901	0.109	0.762	1.843	1.872
43	31	104	C	0.227	100	99.63	102.5	103.23	2.5	3.6	0.0057	65.361	0.227	0.818	1.700	1.371

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
44	21	20	I	0.227	101	100.08	102.5	102.48	1.5	2.4	0.0151	60.783	0.094	0.779	2.020	2.064
45	23	74	I	0.227	101	99.95	102.5	102.75	1.5	2.8	0.0138	75.961	0.099	0.767	1.931	1.984
46	24	76	I	0.227	101	99.35	102.5	102.75	1.5	3.4	0.0144	114.924	0.095	0.765	1.939	2.013
47	26	8	I	0.227	101	100.05	102.5	102.25	1.5	2.2	0.0136	69.691	0.096	0.751	1.863	1.964
48	8	6	C	0.227	100.05	99.55	102.25	102.25	2.2	2.7	0.0102	49.149	0.132	0.792	1.875	1.760
49	27	31	I	0.227	101	100.8	102.5	102.5	1.5	1.7	0.0133	15.085	0.109	0.799	2.032	1.966
50	28	32	I	0.227	101	100.4	102.5	102.5	1.5	2.1	0.0141	42.476	0.096	0.760	1.915	1.998
51	30	22	I	0.227	101	100.18	102.5	102.38	1.5	2.2	0.0150	54.820	0.094	0.776	2.002	2.052
52	36	41	I	0.227	101	100.2	102.5	102.5	1.5	2.3	0.0145	55.161	0.095	0.768	1.955	2.023
53	41	19	C	0.227	100.2	99.7	102.5	102.5	2.3	2.8	0.0098	51.190	0.134	0.783	1.826	1.727
54	37	29	I	0.227	101.08	100.1	102.58	102.5	1.5	2.4	0.0115	85.048	0.115	0.771	1.860	1.844
55	29	66	C	0.227	100.1	99.62	102.5	102.82	2.4	3.2	0.0043	110.375	0.267	0.787	1.501	1.209
56	66	67	C	0.227	99.62	99.35	102.82	102.75	3.2	3.4	0.0043	62.747	0.318	0.862	1.716	1.203
57	67	79	C	0.227	99.35	99.25	102.75	102.75	3.4	3.5	0.0034	29.852	0.357	0.809	1.467	1.058
58	79	89	C	0.227	99.25	99	102.75	103	3.5	4	0.0026	95.801	0.441	0.793	1.336	0.916
59	89	81	C	0.227	99	98.8	103	103	4	4.2	0.0023	86.192	0.506	0.794	1.301	0.843
60	81	77	C	0.227	98.8	98.71	103	102.91	4.2	4.2	0.0057	15.872	0.414	1.133	2.772	1.361
61	39	104	I	0.227	101	99.93	102.5	103.23	1.5	3.3	0.0142	75.328	0.096	0.762	1.923	2.003
62	42	69	I	0.227	101	99.75	102.5	102.75	1.5	3	0.0126	99.415	0.104	0.758	1.853	1.905
63	44	33	I	0.227	101.25	100.4	102.75	102.5	1.5	2.1	0.0145	58.624	0.095	0.767	1.954	2.022
64	48	41	I	0.227	101.09	100.7	102.59	102.5	1.5	1.8	0.0158	24.631	0.093	0.791	2.092	2.108
65	52	55	I	0.227	101.08	99.9	102.58	102.6	1.5	2.7	0.0144	81.957	0.095	0.766	1.944	2.016

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
66	53	84	I	0.227	101.03	100.25	102.53	102.85	1.5	2.6	0.0036	213.761	0.298	0.766	1.381	1.109
67	84	98	C	0.227	100.25	100.03	102.85	103.13	2.6	3.1	0.0047	46.986	0.325	0.910	1.903	1.255
68	98	60	C	0.227	100.03	99.65	103.13	102.75	3.1	3.1	0.0028	137.188	0.434	0.811	1.402	0.946
69	60	91	C	0.227	99.65	99.25	102.75	102.75	3.1	3.5	0.0021	188.210	0.517	0.767	1.208	0.803
70	91	46	C	0.227	99.25	99.02	102.75	102.62	3.5	3.6	0.0032	71.472	0.468	0.905	1.716	1.008
71	46	68	C	0.227	99.02	98.93	102.62	102.83	3.6	3.9	0.0049	18.467	0.426	1.066	2.434	1.257
72	62	116	I	0.227	101.14	101	102.64	102.5	1.5	1.5	0.0039	36.141	0.478	1.001	2.093	1.102
73	116	12	C	0.227	101	100.75	102.5	102.25	1.5	1.5	0.0050	49.768	0.487	1.150	2.749	1.250
74	12	75	C	0.284	100.75	100.55	102.25	102.75	1.5	2.2	0.0015	134.035	0.556	0.768	1.108	0.685
75	75	92	C	0.284	100.55	100.4	102.75	103	2.2	2.6	0.0017	86.780	0.592	0.846	1.329	0.722
76	92	97	C	0.284	100.4	100.32	103	103.22	2.6	2.9	0.0017	48.379	0.620	0.840	1.300	0.693
77	97	68	C	0.284	100.32	100.23	103.22	102.83	2.9	2.6	0.0017	53.272	0.627	0.852	1.334	0.697
78	63	34	I	0.227	101.25	100.6	102.75	102.5	1.5	1.9	0.0150	43.398	0.094	0.776	2.004	2.053
79	64	47	I	0.227	101.25	100.51	102.75	102.51	1.5	2	0.0143	51.810	0.095	0.763	1.932	2.008
80	65	57	I	0.227	101.3	100.63	102.8	102.73	1.5	2.1	0.0140	47.894	0.096	0.758	1.901	1.989
81	70	66	I	0.227	101.45	100.32	102.95	102.82	1.5	2.5	0.0139	81.081	0.097	0.761	1.911	1.987
82	73	119	I	0.227	101.25	99.84	102.75	102.54	1.5	2.7	0.0129	109.265	0.103	0.761	1.876	1.926
83	119	61	C	0.227	99.84	99.65	102.54	102.75	2.7	3.1	0.0088	21.491	0.168	0.855	2.030	1.679
84	61	51	C	0.227	99.65	99.26	102.75	102.56	3.1	3.3	0.0051	76.247	0.231	0.786	1.561	1.304
85	51	58	C	0.227	99.26	99.16	102.56	102.66	3.3	3.5	0.0045	22.329	0.329	0.895	1.836	1.227
86	58	90	C	0.227	99.16	99.04	102.66	102.84	3.5	3.8	0.0037	32.410	0.359	0.853	1.629	1.112
87	90	105	C	0.227	99.04	98.95	102.84	103.25	3.8	4.3	0.0029	31.126	0.413	0.808	1.412	0.972

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
88	80	79	I	0.227	101.39	100.35	102.89	102.75	1.5	2.4	0.0123	84.584	0.105	0.753	1.821	1.885
89	83	107	I	0.227	101.25	99.65	102.75	103.25	1.5	3.6	0.0142	112.542	0.095	0.762	1.925	2.004
90	107	115	C	0.227	99.65	99.06	103.25	103.46	3.6	4.4	0.0056	105.038	0.207	0.772	1.555	1.359
91	85	59	I	0.227	101.31	100.65	102.81	102.75	1.5	2.1	0.0141	46.734	0.096	0.760	1.915	1.997
92	86	102	I	0.227	101.5	101.09	103	103.49	1.5	2.4	0.0140	29.343	0.096	0.758	1.899	1.987
93	87	49	I	0.227	101.51	100.5	103.01	102.5	1.5	2	0.0142	71.251	0.096	0.761	1.920	2.001
94	88	71	I	0.227	101.55	100.65	103.05	102.75	1.5	2.1	0.0152	59.228	0.094	0.780	2.026	2.067
95	94	89	I	0.227	101.63	100.5	103.13	103	1.5	2.5	0.0143	79.281	0.097	0.771	1.961	2.011
96	99	107	I	0.227	101.5	100.75	103	103.25	1.5	2.5	0.0140	53.403	0.096	0.759	1.907	1.992
97	100	31	I	0.227	101.58	100.6	103.08	102.5	1.5	1.9	0.0139	70.307	0.096	0.757	1.895	1.985
98	106	111	I	0.227	101.76	100.65	103.26	103.25	1.5	2.6	0.0129	86.034	0.105	0.773	1.919	1.932
99	110	109	I	0.227	101.75	101.29	103.25	103.29	1.5	2	0.0150	30.743	0.094	0.776	2.002	2.053
100	112	78	I	0.227	101.75	100.99	103.25	102.79	1.5	1.8	0.0136	55.806	0.096	0.751	1.862	1.964
101	114	113	I	0.227	101.76	101.16	103.26	103.26	1.5	2.1	0.0150	39.950	0.094	0.777	2.008	2.056
102	113	101	C	0.227	101.16	100.34	103.26	103.14	2.1	2.8	0.0127	64.469	0.105	0.763	1.876	1.916
103	117	102	I	0.227	101.62	100.89	103.12	103.49	1.5	2.6	0.0137	53.106	0.096	0.753	1.875	1.972
104	102	103	C	0.227	100.89	100.73	103.49	103.43	2.6	2.7	0.0095	16.821	0.132	0.763	1.742	1.701
105	118	59	I	0.227	101.25	100.45	102.75	102.75	1.5	2.3	0.0154	51.946	0.094	0.784	2.048	2.081
106	59	51	C	0.227	100.45	99.86	102.75	102.56	2.3	2.7	0.0080	73.532	0.163	0.800	1.795	1.595
107	120	90	I	0.227	101.6	100.74	103.1	102.84	1.5	2.1	0.0148	58.224	0.095	0.772	1.982	2.040
108	122	78	I	0.227	101.25	100.79	102.75	102.79	1.5	2	0.0137	33.692	0.096	0.752	1.865	1.966
109	78	82	C	0.227	100.79	99.98	102.79	102.88	2	2.9	0.0113	71.776	0.118	0.774	1.859	1.830

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
110	82	101	C	0.227	99.98	99.54	102.88	103.14	2.9	3.6	0.0086	51.146	0.154	0.799	1.822	1.643
111	101	108	C	0.227	99.54	99.25	103.14	103.25	3.6	4	0.0045	63.872	0.247	0.769	1.465	1.232
112	108	109	C	0.227	99.25	98.89	103.25	103.29	4	4.4	0.0048	75.076	0.255	0.804	1.590	1.268
113	109	103	C	0.227	98.89	98.63	103.29	103.43	4.4	4.8	0.0045	57.321	0.293	0.847	1.693	1.236
114	103	105	C	0.227	98.63	98.45	103.43	103.25	4.8	4.8	0.0038	47.057	0.363	0.872	1.695	1.129
115	123	72	I	0.227	101.18	98.85	102.68	102.75	1.5	3.9	0.0140	166.748	0.096	0.758	1.899	1.988
116	72	115	C	0.227	98.85	98.16	102.75	103.46	3.9	5.3	0.0093	74.577	0.139	0.779	1.786	1.687
117	115	111	C	0.227	98.16	97.95	103.46	103.25	5.3	5.3	0.0036	58.799	0.319	0.787	1.429	1.096
118	111	105	C	0.227	97.95	97.75	103.25	103.25	5.3	5.5	0.0036	55.037	0.370	0.858	1.635	1.099
119	105	121	C	0.284	97.75	97.61	103.25	103.01	5.5	5.4	0.0021	66.053	0.597	0.939	1.635	0.797
120	121	74	C	0.284	97.61	97.55	103.01	102.75	5.4	5.2	0.0022	27.822	0.600	0.949	1.668	0.802
121	74	55	C	0.284	97.55	97.4	102.75	102.6	5.2	5.2	0.0032	46.475	0.550	1.125	2.382	1.010
122	55	54	C	0.284	97.4	97.12	102.6	102.62	5.2	5.5	0.0024	116.413	0.629	1.017	1.903	0.830
123	54	38	C	0.284	97.12	97	102.62	102.5	5.5	5.5	0.0045	26.749	0.529	1.306	3.236	1.204
124	38	45	C	0.327	97	96.92	102.5	102.62	5.5	5.7	0.0013	61.626	0.633	0.823	1.186	0.623

10.1.5 Sector 4

SECTOR 4 DISEÑO PARA FM =1.4 (Q. ISLA TUMACO= 326 LPS Y Q. ISLA MORRO= 202 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
51	76	24	C	0.227	100	99.45	102.5	102.35	2.5	2.9	0.0138	39.971	0.096	0.754	1.877	1.973
52	77	78	I	0.227	100.77	100.3	102.27	102.5	1.5	2.2	0.0155	30.315	0.094	0.786	2.058	2.087
53	78	24	C	0.227	100.3	99.25	102.5	102.35	2.2	3.1	0.0142	73.697	0.095	0.763	1.928	2.006
54	24	25	C	0.227	99.25	98.55	102.35	102.65	3.1	4.1	0.0076	91.749	0.163	0.780	1.706	1.555
55	25	26	C	0.227	98.55	98.15	102.65	102.75	4.1	4.6	0.0042	96.336	0.257	0.753	1.389	1.180
56	26	23	C	0.227	98.15	97.59	102.75	102.29	4.6	4.7	0.0044	128.663	0.272	0.795	1.526	1.210
57	79	80	I	0.227	100.75	99.66	102.25	102.26	1.5	2.6	0.0140	77.854	0.096	0.758	1.902	1.989
58	80	27	C	0.227	99.66	98.74	102.26	102.04	2.6	3.3	0.0149	61.890	0.094	0.774	1.992	2.046
59	27	28	C	0.227	98.74	97.75	102.04	102.75	3.3	5	0.0110	89.950	0.117	0.761	1.799	1.805
60	28	29	C	0.227	97.75	97.3	102.75	102.5	5	5.2	0.0076	59.140	0.160	0.769	1.669	1.550
61	29	23	C	0.227	97.3	96.99	102.5	102.29	5.2	5.3	0.0074	41.917	0.193	0.850	1.925	1.552
62	23	2	C	0.227	96.99	96.78	102.29	102.58	5.3	5.8	0.0020	103.058	0.563	0.777	1.218	0.768
63	81	82	I	0.227	100.75	99.8	102.25	102.5	1.5	2.7	0.0144	66.065	0.095	0.765	1.942	2.014
64	82	10	C	0.227	99.8	99.15	102.5	102.75	2.7	3.6	0.0155	41.919	0.094	0.786	2.058	2.087
65	10	11	C	0.227	99.15	98.3	102.75	103	3.6	4.7	0.0087	98.231	0.145	0.771	1.731	1.638
66	11	12	C	0.227	98.3	97.95	103	102.75	4.7	4.8	0.0065	54.122	0.183	0.770	1.604	1.445
67	12	13	C	0.227	97.95	97.7	102.75	102.5	4.8	4.8	0.0048	52.404	0.227	0.751	1.432	1.259
68	13	14	C	0.227	97.7	97.4	102.5	102.5	4.8	5.1	0.0054	56.035	0.250	0.842	1.749	1.339

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
69	14	6	C	0.227	97.4	97.05	102.5	102.75	5.1	5.7	0.0035	99.642	0.318	0.779	1.401	1.087
70	6	7	C	0.452	97.05	96.86	102.75	102.26	5.7	5.4	0.0017	112.957	0.584	1.132	2.042	0.773
71	7	2	C	0.452	96.86	96.68	102.26	102.58	5.4	5.9	0.0012	144.385	0.653	1.010	1.597	0.634
72	2	3	C	0.452	96.68	96.45	102.58	102.75	5.9	6.3	0.0017	139.198	0.665	1.167	2.130	0.724
73	3	66	C	0.452	96.45	96.25	102.75	102.75	6.3	6.5	0.0025	81.362	0.586	1.369	2.989	0.934
74	66	1	C	0.452	96.25	96.01	102.75	102.31	6.5	6.3	0.0017	141.939	0.691	1.192	2.211	0.716
75	1	4	C	0.452	96.01	95.55	102.31	102.75	6.3	7.2	0.0017	263.836	0.689	1.210	2.278	0.728
76	4	8	C	0.452	95.55	95.35	102.75	102.75	7.2	7.4	0.0031	65.190	0.576	1.521	3.698	1.049
77	8	5	C	0.452	95.35	95.17	102.75	102.97	7.4	7.8	0.0029	61.943	0.588	1.491	3.539	1.014
78	5	42	C	0.452	95.17	95.06	102.97	102.76	7.8	7.7	0.0053	20.631	0.489	1.879	5.828	1.444
79	42	61	C	0.452	95.06	94.92	102.76	102.62	7.7	7.7	0.0038	37.261	0.581	1.688	4.548	1.158
80	61	41	C	0.452	94.92	94.79	102.62	102.69	7.7	7.9	0.0050	25.847	0.532	1.890	5.796	1.375
81	41	40	C	0.452	94.79	94.41	102.69	102.11	7.9	7.7	0.0028	134.299	0.642	1.514	3.598	0.964
82	40	84	C	0.452	94.41	94.23	102.11	102.33	7.7	8.1	0.0040	45.514	0.581	1.732	4.787	1.188
83	84	85	C	0.452	94.23	94.12	102.33	102.32	8.1	8.2	0.0061	17.916	0.509	2.050	6.883	1.536
84	83	6	I	0.362	101.02	100.75	102.62	102.75	1.6	2	0.0037	73.490	0.626	1.476	3.697	1.071

SECTOR 4 DISEÑO PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
51	76	24	C	0.227	100	99.55	102.5	102.35	2.5	2.8	0.0113	39.970	0.123	0.795	1.933	1.836
52	77	78	I	0.227	100.77	100.3	102.27	102.5	1.5	2.2	0.0155	30.315	0.094	0.786	2.058	2.087
53	78	24	C	0.227	100.3	99.35	102.5	102.35	2.2	3	0.0129	73.695	0.105	0.772	1.914	1.931
54	24	25	C	0.227	99.35	98.85	102.35	102.65	3	3.8	0.0055	91.748	0.224	0.797	1.618	1.344
55	25	26	C	0.227	98.85	98.55	102.65	102.75	3.8	4.2	0.0031	96.336	0.354	0.777	1.354	1.020
56	26	23	C	0.227	98.55	98.19	102.75	102.29	4.2	4.1	0.0028	128.662	0.391	0.775	1.313	0.961
57	79	80	I	0.227	100.75	99.66	102.25	102.26	1.5	2.6	0.0140	77.854	0.096	0.758	1.902	1.989
58	80	27	C	0.227	99.66	99.04	102.26	102.04	2.6	3	0.0100	61.886	0.128	0.769	1.787	1.740
59	27	28	C	0.227	99.04	98.35	102.04	102.75	3	4.4	0.0077	89.947	0.160	0.772	1.681	1.556
60	28	29	C	0.227	98.35	98	102.75	102.5	4.4	4.5	0.0059	59.140	0.215	0.810	1.692	1.398
61	29	23	C	0.227	98	97.79	102.5	102.29	4.5	4.5	0.0050	41.916	0.270	0.850	1.746	1.298
62	23	2	C	0.284	97.79	97.58	102.29	102.58	4.5	5	0.0020	103.058	0.522	0.876	1.459	0.814
63	2	3	C	0.595	97.58	97.45	102.58	102.75	5	5.3	0.0009	139.198	0.655	1.050	1.576	0.574
64	3	66	C	0.595	97.45	97.35	102.75	102.75	5.3	5.4	0.0012	81.362	0.602	1.174	1.995	0.684
65	66	1	C	0.595	97.35	97.21	102.75	102.31	5.4	5.1	0.0010	141.939	0.674	1.087	1.682	0.581
66	1	4	C	0.595	97.21	96.95	102.31	102.75	5.1	5.8	0.0010	263.836	0.680	1.089	1.687	0.577
67	4	8	C	0.595	96.95	96.85	102.75	102.75	5.8	5.9	0.0015	65.190	0.593	1.305	2.472	0.769
68	8	5	C	0.595	96.85	96.77	102.75	102.97	5.9	6.2	0.0013	61.943	0.629	1.221	2.143	0.688
69	5	42	C	0.595	96.77	96.66	102.97	102.76	6.2	6.1	0.0053	20.631	0.412	2.086	6.819	1.550
70	42	61	C	0.595	96.66	96.52	102.76	102.62	6.1	6.1	0.0038	37.261	0.485	1.887	5.377	1.271
71	61	41	C	0.595	96.52	96.39	102.62	102.69	6.1	6.3	0.0050	25.847	0.448	2.106	6.819	1.490

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
72	41	40	C	0.595	96.39	96.21	102.69	102.11	6.3	5.9	0.0013	134.299	0.679	1.270	2.293	0.674
73	40	84	C	0.595	96.21	96.13	102.11	102.33	5.9	6.2	0.0018	45.513	0.624	1.420	2.903	0.806
74	84	85	C	0.595	96.13	96.02	102.33	102.32	6.2	6.3	0.0061	17.916	0.430	2.283	8.085	1.655
75	81	82	I	0.227	100.75	99.8	102.25	102.5	1.5	2.7	0.0144	66.065	0.095	0.765	1.942	2.014
76	82	10	C	0.227	99.8	99.35	102.5	102.75	2.7	3.4	0.0107	41.916	0.125	0.786	1.878	1.797
77	10	11	C	0.227	99.35	98.8	102.75	103	3.4	4.2	0.0056	98.229	0.203	0.761	1.522	1.355
78	11	12	C	0.227	98.8	98.55	103	102.75	4.2	4.2	0.0046	54.121	0.252	0.785	1.518	1.244
79	12	13	C	0.227	98.55	98.3	102.75	102.5	4.2	4.2	0.0048	52.404	0.288	0.861	1.758	1.268
80	13	14	C	0.227	98.3	98.1	102.5	102.5	4.2	4.4	0.0036	56.035	0.355	0.832	1.554	1.092
81	14	6	C	0.227	98.1	97.85	102.5	102.75	4.4	4.9	0.0025	99.642	0.450	0.784	1.301	0.896
82	6	7	C	0.595	97.85	97.76	102.75	102.26	4.9	4.5	0.0008	112.957	0.607	0.948	1.299	0.549
83	7	2	C	0.595	97.76	97.68	102.26	102.58	4.5	4.9	0.0006	144.385	0.699	0.822	0.957	0.426
84	83	6	I	0.452	100.92	100.75	102.62	102.75	1.7	2	0.0023	73.490	0.648	1.372	2.952	0.868

SECTOR 4 DISEÑO PARA FM =3.8 (Q. ISLA TUMACO= 714 LPS Y Q. ISLA MORRO= 402 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
51	41	40	C	0.595	96.79	96.41	102.69	102.11	5.9	5.7	0.0028	134.299	0.653	1.827	4.770	1.001
52	40	84	C	0.595	96.41	96.23	102.11	102.33	5.7	6.1	0.0040	45.514	0.590	2.092	6.354	1.237
53	84	85	C	0.595	96.23	96.12	102.33	102.32	6.1	6.2	0.0061	17.916	0.517	2.478	9.144	1.603

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
54	75	76	I	0.227	101	100	102.5	102.5	1.5	2.5	0.0137	72.918	0.097	0.757	1.887	1.972
55	76	24	C	0.227	100	99.65	102.5	102.35	2.5	2.7	0.0088	39.969	0.152	0.801	1.836	1.656
56	77	78	I	0.227	100.77	100.3	102.27	102.5	1.5	2.2	0.0155	30.315	0.094	0.786	2.058	2.087
57	78	24	C	0.227	100.3	99.55	102.5	102.35	2.2	2.8	0.0102	73.693	0.130	0.782	1.841	1.757
58	24	25	C	0.227	99.55	99.15	102.35	102.65	2.8	3.5	0.0044	91.748	0.279	0.807	1.560	1.211
59	25	26	C	0.227	99.15	98.85	102.65	102.75	3.5	3.9	0.0031	96.336	0.421	0.847	1.543	1.006
60	26	23	C	0.227	98.85	98.49	102.75	102.29	3.9	3.8	0.0028	128.662	0.468	0.843	1.491	0.940
61	79	80	I	0.227	100.75	99.66	102.25	102.26	1.5	2.6	0.0140	77.854	0.096	0.758	1.902	1.989
62	80	27	C	0.227	99.66	99.14	102.26	102.04	2.6	2.9	0.0084	61.885	0.156	0.796	1.800	1.625
63	27	28	C	0.227	99.14	98.65	102.04	102.75	2.9	4.1	0.0054	89.945	0.203	0.752	1.484	1.337
64	28	29	C	0.227	98.65	98.4	102.75	102.5	4.1	4.1	0.0042	59.139	0.275	0.788	1.494	1.192
65	29	23	C	0.227	98.4	98.19	102.5	102.29	4.1	4.1	0.0050	41.916	0.318	0.931	2.001	1.298
66	23	2	C	0.284	98.19	97.98	102.29	102.58	4.1	4.6	0.0020	103.058	0.641	0.942	1.626	0.758
67	81	82	I	0.227	100.75	99.8	102.25	102.5	1.5	2.7	0.0144	66.065	0.095	0.765	1.942	2.014
68	82	10	C	0.227	99.8	99.45	102.5	102.75	2.7	3.3	0.0084	41.915	0.155	0.792	1.784	1.620
69	10	11	C	0.227	99.45	99	102.75	103	3.3	4	0.0046	98.228	0.250	0.779	1.497	1.238
70	11	12	C	0.227	99	98.75	103	102.75	4	4	0.0046	54.121	0.296	0.860	1.741	1.247
71	12	13	C	0.227	98.75	98.6	102.75	102.5	4	3.9	0.0029	52.403	0.391	0.783	1.341	0.972
72	13	14	C	0.227	98.6	98.4	102.5	102.5	3.9	4.1	0.0036	56.035	0.422	0.908	1.771	1.077
73	14	6	C	0.227	98.4	98.15	102.5	102.75	4.1	4.6	0.0025	99.642	0.543	0.850	1.468	0.862
74	6	7	C	0.67	98.15	98.06	102.75	102.26	4.6	4.2	0.0008	112.957	0.608	1.027	1.464	0.560
75	7	2	C	0.67	98.06	97.98	102.26	102.58	4.2	4.6	0.0006	144.385	0.700	0.890	1.079	0.433
76	2	3	C	0.67	97.98	97.85	102.58	102.75	4.6	4.9	0.0009	139.198	0.657	1.138	1.776	0.585

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
77	3	66	C	0.67	97.85	97.75	102.75	102.75	4.9	5	0.0012	81.362	0.603	1.272	2.249	0.697
78	66	1	C	0.67	97.75	97.61	102.75	102.31	5	4.7	0.0010	141.939	0.676	1.177	1.896	0.591
79	1	4	C	0.67	97.61	97.35	102.31	102.75	4.7	5.4	0.0010	263.836	0.682	1.180	1.901	0.588
80	4	8	C	0.67	97.35	97.25	102.75	102.75	5.4	5.5	0.0015	65.190	0.595	1.414	2.787	0.783
81	8	5	C	0.67	97.25	97.17	102.75	102.97	5.5	5.8	0.0013	61.943	0.631	1.323	2.415	0.701
82	5	42	C	0.67	97.17	97.06	102.97	102.76	5.8	5.7	0.0053	20.631	0.413	2.260	7.690	1.580
83	42	61	C	0.67	97.06	97.02	102.76	102.62	5.7	5.6	0.0011	37.261	0.736	1.251	2.121	0.582
84	83	6	I	0.452	100.92	100.65	102.62	102.75	1.7	2.1	0.0037	73.490	0.691	1.758	4.805	1.055

10.2 Tablas de diseño con versión de UTOPIA con concepto de Jesús Zambrano (diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que maximiza la cantidad de tubería que va a favor del terreno).

10.2.1 Sector 1: Modificando cotas en avenida principal

DISEÑO SECTOR 1 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
1	2	3	I	0.182	100.35	100.15	101.75	101.75	1.4	1.6	0.003	57.808	0.285	0.629	1.013	1.04
2	3	10	C	0.182	100.15	99.95	101.75	102.25	1.6	2.3	0.003	63.576	0.351	0.670	1.088	0.99

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
3	10	12	C	0.227	99.95	99.75	102.25	102.25	2.3	2.5	0.002	85.485	0.733	0.897	1.564	0.72
4	4	7	I	0.182	100.85	100.3	102.25	102.5	1.4	2.2	0.002	260.816	0.719	0.732	1.125	0.67
5	7	10	C	0.227	100.3	100.15	102.5	102.25	2.2	2.1	0.002	81.405	0.639	0.771	1.174	0.70
6	5	6	I	0.182	100.4	100.21	101.8	101.81	1.4	1.6	0.004	46.175	0.311	0.720	1.295	1.13
7	6	8	C	0.182	100.21	99.89	101.81	102.29	1.6	2.4	0.004	80.363	0.339	0.741	1.342	1.11
8	8	11	C	0.182	99.89	99.69	102.29	102.09	2.4	2.4	0.004	55.864	0.399	0.763	1.366	1.05
9	11	1	C	0.182	99.69	99.44	102.09	101.54	2.4	2.1	0.003	72.727	0.446	0.789	1.421	1.01
10	1	12	C	0.182	99.44	99.25	101.54	102.25	2.1	3.0	0.002	87.939	0.558	0.688	1.031	0.76
11	12	25	C	0.452	99.25	99.18	102.25	102.48	3.0	3.3	0.001	60.199	0.365	0.763	1.031	0.70
12	25	33	C	0.452	99.18	99.08	102.48	102.48	3.3	3.4	0.013	7.575	0.644	3.272	16.805	2.08
13	33	32	C	0.595	99.08	99	102.48	102.4	3.4	3.4	0.002	47.619	0.828	1.457	2.982	0.63
14	32	31	C	0.595	99	98.85	102.4	102.35	3.4	3.5	0.002	74.007	0.757	1.594	3.576	0.77
15	31	30	C	0.595	98.85	98.65	102.35	102.35	3.5	3.7	0.003	70.551	0.666	1.838	4.816	0.99
16	30	28	C	0.595	98.65	98.55	102.35	102.25	3.7	3.7	0.002	50.713	0.808	1.579	3.503	0.70
17	28	42	C	0.595	98.55	97.9	102.25	102.2	3.7	4.3	0.002	345.713	0.843	1.540	3.332	0.65
19	17	15	I	0.182	101.1	100.63	102.5	102.43	1.4	1.8	0.006	78.809	0.156	0.579	1.025	1.32
20	17	20	I	0.182	101.1	100.8	102.5	102.5	1.4	1.7	0.007	40.616	0.148	0.624	1.211	1.46
21	20	41	C	0.182	100.8	100.6	102.5	102.5	1.7	1.9	0.010	20.413	0.138	0.689	1.508	1.67
22	41	18	C	0.182	100.6	100.5	102.5	102.5	1.9	2.0	0.008	12.120	0.144	0.649	1.320	1.54
23	18	29	C	0.182	100.5	100.3	102.5	102.5	2.0	2.2	0.005	37.301	0.218	0.671	1.245	1.28
24	29	25	C	0.595	100.3	100.18	102.5	102.48	2.2	2.3	0.001	94.356	0.841	1.267	2.255	0.53
25	17	36	I	0.182	101.1	100.88	102.5	102.48	1.4	1.6	0.010	22.353	0.138	0.690	1.513	1.68
26	36	35	C	0.182	100.88	100.65	102.48	102.45	1.6	1.8	0.008	28.305	0.145	0.645	1.304	1.53

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
27	19	15	I	0.182	101.1	100.53	102.5	102.43	1.4	1.9	0.005	113.492	0.197	0.611	1.065	1.23
28	15	37	C	0.182	100.53	100.34	102.43	102.34	1.9	2.0	0.005	36.694	0.272	0.749	1.457	1.27
29	37	14	C	0.182	100.34	100.15	102.34	102.25	2.0	2.1	0.005	34.602	0.297	0.809	1.660	1.31
30	14	9	C	0.182	100.15	99.9	102.25	102	2.1	2.1	0.003	90.337	0.541	0.769	1.296	0.87
31	9	13	C	0.182	99.9	99.8	102	102	2.1	2.2	0.009	11.466	0.450	1.262	3.630	1.61
32	13	30	C	0.182	99.8	99.65	102	102.35	2.2	2.7	0.003	45.874	0.675	0.899	1.707	0.87
33	21	34	I	0.182	101.2	100.92	102.6	102.42	1.4	1.5	0.007	38.973	0.149	0.618	1.185	1.44
34	23	9	I	0.182	101.5	100.6	102.9	102	1.4	1.4	0.006	152.983	0.182	0.631	1.163	1.33
35	24	18	I	0.182	101.4	100.8	102.8	102.5	1.4	1.7	0.006	100.477	0.156	0.579	1.027	1.32
36	26	27	I	0.595	100.7	100.6	102.5	102.5	1.8	1.9	0.001	82.322	0.848	1.237	2.152	0.52
37	27	29	C	0.595	100.6	100.5	102.5	102.5	1.9	2.0	0.002	46.742	0.663	1.595	3.627	0.86
38	35	37	I	0.182	101.05	100.64	102.45	102.34	1.4	1.7	0.007	55.122	0.148	0.626	1.217	1.47
39	39	21	I	0.182	101.39	101.1	102.79	102.6	1.4	1.5	0.007	38.946	0.148	0.626	1.218	1.47
40	21	22	C	0.182	101.1	100.8	102.6	102.4	1.5	1.6	0.009	35.130	0.143	0.657	1.355	1.57
41	22	16	C	0.182	100.8	100.42	102.4	102.42	1.6	2.0	0.006	65.707	0.157	0.573	1.001	1.30
42	16	13	C	0.182	100.42	100.2	102.42	102	2.0	1.8	0.008	27.544	0.163	0.687	1.427	1.53
43	39	33	I	0.182	101.39	101.08	102.79	102.48	1.4	1.4	0.007	43.834	0.150	0.615	1.171	1.43
44	39	38	I	0.182	101.39	101.05	102.79	102.45	1.4	1.4	0.010	34.924	0.139	0.688	1.500	1.67
45	38	35	C	0.182	101.05	100.65	102.45	102.45	1.4	1.8	0.007	58.275	0.151	0.608	1.144	1.41
46	35	34	C	0.182	100.65	100.42	102.45	102.42	1.8	2.0	0.006	40.111	0.192	0.645	1.193	1.32
47	34	14	C	0.182	100.42	100.25	102.42	102.25	2.0	2.0	0.005	34.433	0.259	0.712	1.334	1.24
48	40	41	I	0.182	101.08	100.8	102.48	102.5	1.4	1.7	0.008	32.950	0.143	0.656	1.350	1.56

10.2.2 Sector 2: Modificando cotas avenida La Playa

DISEÑO SECTOR 2 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)				
1	4	5	I	0.182	100.85	100.75	102.25	102.25	1.4	1.5	0.006	15.910	0.234	1.39
2	8	2	I	0.182	100.86	100.14	102.26	101.54	1.4	1.4	0.038	18.911	0.100	3.18
3	12	33	I	0.182	101	100.65	102.4	102.25	1.4	1.6	0.007	50.832	0.151	1.41
4	16	15	I	0.182	101.54	101.1	102.94	102.5	1.4	1.4	0.009	49.743	0.142	1.59
5	19	18	I	0.182	100.85	100.69	102.25	102.29	1.4	1.6	0.014	11.080	0.126	2.01
6	20	59	I	0.182	100.96	100.65	102.36	102.35	1.4	1.7	0.008	37.719	0.144	1.54
7	28	30	I	0.182	101.35	100.7	102.75	102.5	1.4	1.8	0.007	98.959	0.152	1.38
8	28	62	I	0.182	101.35	100.7	102.75	102.1	1.4	1.4	0.015	44.119	0.125	2.03
9	28	75	I	0.182	101.35	101	102.75	102.7	1.4	1.7	0.006	55.320	0.154	1.36
10	29	45	I	0.182	100.87	100.61	102.27	102.51	1.4	1.9	0.007	35.324	0.148	1.46
11	45	37	C	0.182	100.61	100.4	102.51	102.5	1.9	2.1	0.008	27.493	0.147	1.49
12	37	18	C	0.182	100.4	100.19	102.5	102.29	2.1	2.1	0.008	26.383	0.145	1.51
13	18	71	C	0.182	100.19	99.97	102.29	102.37	2.1	2.4	0.007	30.723	0.174	1.46
14	31	21	I	0.182	101.29	100.94	102.69	102.34	1.4	1.4	0.008	46.009	0.147	1.48
15	35	41	I	0.182	101.26	100.95	102.66	102.65	1.4	1.7	0.008	40.711	0.147	1.48
16	41	21	C	0.182	100.95	100.64	102.65	102.34	1.7	1.7	0.007	46.617	0.152	1.39
17	21	17	C	0.182	100.64	100.3	102.34	102.5	1.7	2.2	0.004	90.397	0.256	1.08

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cota batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)				
18	17	11	C	0.182	100.3	100.06	102.5	102.46	2.2	2.4	0.004	56.973	0.306	1.15
19	11	14	C	0.182	100.06	99.9	102.46	102.5	2.4	2.6	0.005	34.181	0.413	1.19
20	39	38	I	0.182	100.87	100.65	102.27	102.25	1.4	1.6	0.010	22.814	0.139	1.66
21	38	13	C	0.182	100.65	100.47	102.25	102.27	1.6	1.8	0.006	32.591	0.182	1.29
22	13	5	C	0.182	100.47	100.25	102.27	102.25	1.8	2.0	0.007	29.820	0.193	1.49
23	5	10	C	0.182	100.25	100.06	102.25	102.06	2.0	2.0	0.004	51.635	0.424	1.05
24	10	14	C	0.182	100.06	99.9	102.06	102.5	2.0	2.6	0.003	51.796	0.506	0.94
25	14	71	C	0.227	99.9	99.77	102.5	102.37	2.6	2.6	0.002	55.075	0.574	0.82
26	71	20	C	0.227	99.77	99.66	102.37	102.36	2.6	2.7	0.015	7.461	0.363	2.22
27	20	7	C	0.227	99.66	99.55	102.36	102.35	2.7	2.8	0.006	17.267	0.458	1.42
28	7	3	C	0.227	99.55	99.45	102.35	102.25	2.8	2.8	0.006	17.700	0.478	1.33
29	3	9	C	0.227	99.45	99.37	102.25	102.27	2.8	2.9	0.003	31.153	0.623	0.83
30	9	31	C	0.227	99.37	99.19	102.27	102.69	2.9	3.5	0.001	120.188	0.823	0.51
31	31	35	C	0.227	99.19	99.06	102.69	102.66	3.5	3.6	0.003	45.881	0.634	0.87
32	35	12	C	0.227	99.06	98.9	102.66	102.4	3.6	3.5	0.002	78.987	0.734	0.67
33	40	34	I	0.182	101.23	100.9	102.63	102.5	1.4	1.6	0.008	40.180	0.144	1.54
34	34	10	C	0.182	100.9	100.46	102.5	102.06	1.6	1.6	0.007	60.553	0.149	1.45
35	41	23	I	0.182	101.25	100.9	102.65	102.5	1.4	1.6	0.006	58.179	0.156	1.33
36	44	26	I	0.182	101.25	101	102.65	102.5	1.4	1.5	0.007	38.262	0.153	1.38
37	45	60	I	0.182	101.11	100.9	102.51	102.4	1.4	1.5	0.010	22.069	0.139	1.65
38	47	74	I	0.182	101.35	100.98	102.75	102.58	1.4	1.6	0.007	52.306	0.150	1.43
39	48	24	I	0.182	101.35	101	102.75	102.5	1.4	1.5	0.007	50.740	0.151	1.41

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cota batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)				
40	48	47	I	0.182	101.35	101.15	102.75	102.75	1.4	1.6	0.007	28.427	0.150	1.43
41	47	50	C	0.182	101.15	100.75	102.75	102.75	1.6	2.0	0.006	67.007	0.156	1.32
42	50	76	C	0.182	100.75	100.39	102.75	102.69	2.0	2.3	0.008	47.905	0.148	1.47
43	76	74	C	0.182	100.39	100.08	102.69	102.58	2.3	2.5	0.005	67.703	0.220	1.19
44	74	24	C	0.182	100.08	99.9	102.58	102.5	2.5	2.6	0.006	28.727	0.238	1.39
45	24	26	C	0.182	99.9	99.6	102.5	102.5	2.6	2.9	0.004	81.606	0.372	1.07
46	26	32	C	0.182	99.6	99.34	102.5	102.64	2.9	3.3	0.002	106.078	0.501	0.84
47	32	78	C	0.227	99.34	99.25	102.64	102.55	3.3	3.3	0.002	50.203	0.544	0.73
48	78	1	C	0.227	99.25	99.01	102.55	102.21	3.3	3.2	0.002	105.381	0.518	0.83
49	1	2	C	0.227	99.01	98.94	102.21	101.54	3.2	2.6	0.002	42.780	0.616	0.67
50	2	77	C	0.227	98.94	98.75	101.54	102.45	2.6	3.7	0.002	109.596	0.629	0.68
51	77	12	C	0.227	98.75	98.7	102.45	102.4	3.7	3.7	0.003	16.101	0.561	0.95
52	12	8	C	0.452	98.7	98.56	102.4	102.26	3.7	3.7	0.001	109.877	0.395	0.73
53	8	57	C	0.452	98.56	98.5	102.26	102.2	3.7	3.7	0.002	35.269	0.367	0.84
54	57	63	C	0.595	98.5	98.25	102.2	102.15	3.7	3.9	0.003	92.169	0.829	0.80
55	63	61	C	0.595	98.25	98.14	102.15	102.14	3.9	4.0	0.004	29.750	0.730	1.07
56	61	62	C	0.595	98.14	98	102.14	102.1	4.0	4.1	0.005	30.993	0.677	1.24
57	62	64	C	0.595	98	97.65	102.1	102.05	4.1	4.4	0.003	106.881	0.774	0.95
58	64	79	C	0.595	97.65	97.6	102.05	102	4.4	4.4	0.004	12.213	0.712	1.14
60	48	73	I	0.182	101.35	101.05	102.75	102.75	1.4	1.7	0.006	51.048	0.157	1.31
61	49	22	I	0.182	101.35	101	102.75	102.5	1.4	1.5	0.007	49.202	0.149	1.44
62	49	30	I	0.182	101.35	101.1	102.75	102.5	1.4	1.4	0.006	41.254	0.155	1.33

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cota batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)				
63	49	75	I	0.182	101.35	100.8	102.75	102.7	1.4	1.9	0.007	79.429	0.150	1.42
64	75	43	C	0.182	100.8	100.46	102.7	102.66	1.9	2.2	0.008	44.869	0.147	1.48
65	50	55	I	0.182	101.35	100.95	102.75	102.75	1.4	1.8	0.008	52.298	0.147	1.49
66	52	53	I	0.182	101.35	101.05	102.75	102.75	1.4	1.7	0.008	39.817	0.163	1.49
67	53	51	C	0.182	101.05	100.95	102.75	102.75	1.7	1.8	0.008	12.140	0.195	1.58
68	51	30	C	0.182	100.95	100.7	102.75	102.5	1.8	1.8	0.004	64.831	0.270	1.10
69	30	55	C	0.182	100.7	100.35	102.5	102.75	1.8	2.4	0.003	107.811	0.341	1.01
70	55	63	C	0.182	100.35	99.85	102.75	102.15	2.4	2.3	0.003	166.759	0.413	0.95
71	54	42	I	0.182	101.13	100.97	102.53	102.37	1.4	1.4	0.006	27.144	0.156	1.31
72	55	73	I	0.182	101.35	100.75	102.75	102.75	1.4	2.0	0.006	92.759	0.153	1.37
73	73	32	C	0.182	100.75	100.14	102.75	102.64	2.0	2.5	0.006	94.839	0.153	1.37
74	56	60	I	0.595	100.75	100.5	102.55	102.4	1.8	1.9	0.002	107.014	0.768	0.81
75	60	59	C	0.595	100.5	100.35	102.4	102.35	1.9	2.0	0.003	52.262	0.709	0.96
76	59	46	C	0.747	100.35	100.2	102.35	102.3	2.0	2.1	0.001	183.743	0.726	0.52
77	46	33	C	0.747	100.2	100.05	102.3	102.25	2.1	2.2	0.001	140.147	0.659	0.64
78	33	57	C	0.824	100.05	100	102.25	102.2	2.2	2.2	0.000	110.947	0.757	0.38
79	58	27	I	0.182	101.35	101.02	102.75	102.52	1.4	1.5	0.008	43.076	0.147	1.49
80	65	44	I	0.182	101.35	101.15	102.75	102.65	1.4	1.5	0.008	23.703	0.143	1.56
81	44	25	C	0.182	101.15	100.6	102.65	102.4	1.5	1.8	0.007	78.931	0.150	1.42
82	25	24	C	0.182	100.6	100.3	102.4	102.5	1.8	2.2	0.007	43.750	0.175	1.43
83	66	25	I	0.182	101.1	100.9	102.5	102.4	1.4	1.5	0.008	24.262	0.144	1.54
84	67	42	I	0.182	101.35	100.97	102.75	102.37	1.4	1.4	0.024	15.574	0.111	2.58

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)				
85	42	6	C	0.182	100.97	100.55	102.37	102.25	1.4	1.7	0.007	62.492	0.152	1.40
86	6	5	C	0.182	100.55	100.45	102.25	102.25	1.7	1.8	0.009	11.646	0.160	1.59
87	68	76	I	0.182	101.25	100.99	102.65	102.69	1.4	1.7	0.007	36.108	0.149	1.44
88	69	22	I	0.182	101.35	100.6	102.75	102.5	1.4	1.9	0.006	120.319	0.154	1.35
89	22	43	C	0.182	100.6	100.26	102.5	102.66	1.9	2.4	0.006	60.635	0.197	1.30
90	43	64	C	0.182	100.26	100.05	102.66	102.05	2.4	2.0	0.004	53.469	0.298	1.11
91	72	15	I	0.182	101.55	101.1	102.95	102.5	1.4	1.4	0.007	63.988	0.150	1.43
92	15	23	C	0.182	101.1	100.9	102.5	102.5	1.4	1.6	0.004	44.605	0.241	1.18
93	23	32	C	0.182	100.9	100.64	102.5	102.64	1.6	2.0	0.003	82.485	0.358	0.99
94	72	26	I	0.182	101.55	101	102.95	102.5	1.4	1.5	0.007	83.600	0.152	1.38
95	72	36	I	0.182	101.55	101.01	102.95	102.51	1.4	1.5	0.006	91.008	0.156	1.32
96	36	70	C	0.182	101.01	100.5	102.51	102.5	1.5	2.0	0.005	97.615	0.180	1.25
97	70	11	C	0.182	100.5	100.26	102.5	102.46	2.0	2.2	0.004	63.141	0.261	1.09
98	73	1	I	0.182	101.35	100.81	102.75	102.21	1.4	1.4	0.008	69.635	0.146	1.50
99	78	27	I	0.182	101.15	101.02	102.55	102.52	1.4	1.5	0.007	18.281	0.150	1.44
100	27	77	C	0.182	101.02	100.85	102.52	102.45	1.5	1.6	0.007	23.515	0.150	1.45

10.2.3 Sector 5: Modificando cotas avenida La Playa

DISEÑO SECTOR 5 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
36	24	12	C	0,182	100,19	99,9	102,79	102,5	2,6	2,6	0,005	53,995	0,220	0,674	1,256	1,29
37	12	10	C	0,182	99,9	99,8	102,5	102,5	2,6	2,7	0,003	31,847	0,491	0,787	1,385	0,95
38	10	16	C	0,182	99,8	99,7	102,5	102,5	2,7	2,8	0,006	17,698	0,421	0,985	2,244	1,31
39	16	8	C	0,227	99,7	99,6	102,5	102,5	2,8	2,9	0,003	36,567	0,654	0,945	1,760	0,84
40	8	5	C	0,227	99,6	99,33	102,5	102,43	2,9	3,1	0,003	105,604	0,695	0,928	1,683	0,78
41	5	9	C	0,227	99,33	99,3	102,43	102,2	3,1	2,9	0,003	9,684	0,696	1,022	2,040	0,86
42	46	44	I	0,182	101,48	101,1	102,88	102,5	1,4	1,4	0,014	26,683	0,126	0,786	2,015	2,00
43	46	45	I	0,182	101,48	101,06	102,88	102,46	1,4	1,4	0,014	30,096	0,127	0,780	1,984	1,98
44	45	47	C	0,182	101,06	100,6	102,46	102	1,4	1,4	0,010	44,281	0,136	0,704	1,578	1,72
45	47	57	C	0,182	100,6	100,4	102	102,3	1,4	1,9	0,006	35,930	0,209	0,666	1,244	1,30
46	52	13	I	0,182	101,35	100,6	102,75	102,5	1,4	1,9	0,006	120,319	0,154	0,588	1,061	1,35
47	13	11	C	0,182	100,6	99,9	102,5	102,5	1,9	2,6	0,004	158,796	0,242	0,647	1,122	1,17
48	11	7	C	0,182	99,9	99,6	102,5	102,5	2,6	2,9	0,002	123,420	0,466	0,677	1,037	0,84
49	7	17	C	0,182	99,6	99,16	102,5	102,56	2,9	3,4	0,002	201,043	0,577	0,701	1,063	0,76
50	17	33	C	0,182	99,16	99	102,56	102,4	3,4	3,4	0,002	83,455	0,691	0,692	1,009	0,65
51	33	38	C	0,67	99	98,75	102,4	102,35	3,4	3,6	0,001	189,780	0,805	1,397	2,634	0,59
52	38	56	C	0,67	98,75	98,4	102,35	102,3	3,6	3,9	0,001	263,782	0,816	1,402	2,654	0,58
53	56	48	C	0,67	98,4	98,27	102,3	103,27	3,9	5,0	0,002	53,414	0,639	1,822	4,575	0,96
54	48	57	C	0,67	98,27	98,1	103,27	102,3	5,0	4,2	0,002	69,662	0,641	1,826	4,592	0,96
55	57	49	C	0,67	98,1	98	102,3	102,3	4,2	4,3	0,002	49,320	0,688	1,696	3,927	0,84

56	49	29	C	0,67	98	97,88	102,3	102,28	4,3	4,4	0,002	64,108	0,713	1,642	3,665	0,79
57	29	15	C	0,67	97,88	97,65	102,28	102,25	4,4	4,6	0,002	121,983	0,712	1,648	3,692	0,79
58	15	9	C	0,67	97,65	97,6	102,25	102,2	4,6	4,6	0,003	19,075	0,634	1,886	4,911	1,00
59	9	39	C	0,67	97,6	97,5	102,2	102,2	4,6	4,7	0,002	59,911	0,802	1,572	3,337	0,67
60	39	50	C	0,67	97,5	97,4	102,2	102,2	4,7	4,8	0,009	11,493	0,458	3,030	13,493	1,99
61	50	59	C	0,67	97,4	97,28	102,2	102,18	4,8	4,9	0,002	69,678	0,794	1,596	3,441	0,69
63	53	38	I	0,182	100,98	100,65	102,38	102,35	1,4	1,7	0,007	50,014	0,152	0,600	1,109	1,39
64	54	25	I	0,182	101,57	101,35	102,97	102,95	1,4	1,6	0,007	33,530	0,152	0,599	1,104	1,38
65	25	49	C	0,182	101,35	100,9	102,95	102,3	1,6	1,4	0,012	37,423	0,142	0,777	1,899	1,86
66	55	56	I	0,182	101,12	100,9	102,52	102,3	1,4	1,4	0,007	30,504	0,149	0,619	1,189	1,45
67	58	51	I	0,452	100,8	100,7	102,5	102,5	1,7	1,8	0,014	6,969	0,670	3,447	18,557	2,12
68	51	42	C	0,67	100,7	100,45	102,5	102,45	1,8	2,0	0,002	165,979	0,715	1,474	2,951	0,70
69	42	43	C	0,67	100,45	100,35	102,45	102,45	2,0	2,1	0,002	53,859	0,665	1,609	3,549	0,82
70	43	33	C	0,747	100,35	100,2	102,45	102,4	2,1	2,2	0,001	241,342	0,841	1,031	1,384	0,39

10.2.4 Sector 3: Modificando cotas avenidas De Los Estudiantes

DISEÑO SECTOR 5 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
1	9	10	I	0,182	101,5	101,05	102,9	102,75	1,4	1,7	0,006	74,247	0,155	0,582	1,038	1,33
2	11	12	I	0,182	101,6	101,25	103	102,75	1,4	1,5	0,006	54,160	0,160	0,612	1,137	1,38
3	12	13	C	0,182	101,25	101	102,75	102,5	1,5	1,5	0,005	52,404	0,248	0,682	1,239	1,22

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
4	11	19	I	0,182	101,6	100,91	103	102,61	1,4	1,7	0,006	109,464	0,154	0,590	1,071	1,36
5	12	20	I	0,182	101,35	100,7	102,75	102,5	1,4	1,8	0,006	109,231	0,156	0,579	1,024	1,32
6	15	14	I	0,182	101,35	100,8	102,75	102,5	1,4	1,7	0,006	93,831	0,157	0,575	1,012	1,31
7	16	13	I	0,182	101,6	101	103	102,5	1,4	1,5	0,007	87,491	0,151	0,608	1,143	1,41
8	17	12	I	0,182	101,85	101,35	103,25	102,75	1,4	1,4	0,010	51,823	0,139	0,686	1,490	1,66
9	18	11	I	0,182	101,93	101,4	103,33	103	1,4	1,6	0,007	80,018	0,152	0,601	1,113	1,39
10	11	10	C	0,182	101,4	100,75	103	102,75	1,6	2,0	0,007	97,624	0,152	0,602	1,117	1,39
11	10	66	C	0,182	100,75	100,5	102,75	102,5	2,0	2,0	0,006	44,477	0,225	0,700	1,344	1,32
12	66	30	C	0,182	100,5	100,25	102,5	102,25	2,0	2,0	0,003	72,345	0,308	0,655	1,077	1,04
13	24	55	I	0,182	101,25	100,77	102,65	102,37	1,4	1,6	0,005	102,019	0,200	0,597	1,012	1,20
14	25	3	I	0,182	101,35	100,7	102,75	102,1	1,4	1,4	0,008	80,699	0,145	0,643	1,295	1,52
15	25	22	I	0,182	101,35	100,59	102,75	102,29	1,4	1,7	0,006	128,012	0,156	0,578	1,022	1,32
16	25	24	I	0,182	101,35	100,75	102,75	102,65	1,4	1,9	0,006	98,469	0,155	0,583	1,043	1,33
17	25	56	I	0,182	101,35	100,8	102,75	102,5	1,4	1,7	0,007	84,030	0,153	0,598	1,102	1,38
18	56	55	C	0,182	100,8	100,27	102,5	102,37	1,7	2,1	0,006	83,325	0,154	0,592	1,078	1,36
19	55	59	C	0,182	100,27	99,9	102,37	102,5	2,1	2,6	0,003	119,850	0,361	0,674	1,093	0,98
20	27	24	I	0,182	101,35	100,65	102,75	102,65	1,4	2,0	0,006	118,814	0,156	0,577	1,016	1,31
21	24	23	C	0,182	100,65	100,05	102,65	102,35	2,0	2,3	0,007	92,038	0,153	0,597	1,099	1,38
22	23	64	C	0,182	100,05	99,7	102,35	102,5	2,3	2,8	0,005	73,690	0,226	0,645	1,138	1,21
23	64	26	C	0,182	99,7	99,54	102,5	102,04	2,8	2,5	0,004	37,014	0,275	0,689	1,228	1,16
24	26	65	C	0,182	99,54	99,36	102,04	102,26	2,5	2,9	0,003	61,883	0,412	0,699	1,138	0,94

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
25	65	30	C	0,182	99,36	99,15	102,26	102,25	2,9	3,1	0,002	88,487	0,478	0,677	1,029	0,83
26	30	19	C	0,182	99,15	98,91	102,25	102,61	3,1	3,7	0,002	108,037	0,725	0,752	1,187	0,68
27	19	20	C	0,227	98,91	98,8	102,61	102,5	3,7	3,7	0,002	52,483	0,549	0,780	1,236	0,78
28	20	21	C	0,227	98,8	98,7	102,5	102,5	3,7	3,8	0,002	50,696	0,597	0,780	1,217	0,74
29	21	13	C	0,227	98,7	98,5	102,5	102,5	3,8	4,0	0,002	106,535	0,830	0,810	1,271	0,56
30	13	14	C	0,452	98,5	98,4	102,5	102,5	4,0	4,1	0,002	56,034	0,302	0,854	1,360	0,87
31	14	6	C	0,452	98,4	98,25	102,5	102,15	4,1	3,9	0,002	99,641	0,330	0,823	1,232	0,80
32	6	7	C	0,595	98,25	98,15	102,15	102,15	3,9	4,0	0,001	112,957	0,648	1,019	1,487	0,56
33	7	2	C	0,595	98,15	98	102,15	102,1	4,0	4,1	0,001	144,385	0,620	1,090	1,712	0,62
34	2	3	C	0,595	98	97,9	102,1	102,1	4,1	4,2	0,001	137,883	0,718	0,945	1,263	0,48
35	3	57	C	0,595	97,9	97,8	102,1	102,1	4,2	4,3	0,001	79,624	0,595	1,182	2,027	0,69
36	57	1	C	0,595	97,8	97,65	102,1	102,05	4,3	4,4	0,001	144,993	0,641	1,099	1,731	0,61
37	1	4	C	0,595	97,65	97,45	102,05	102,05	4,4	4,6	0,001	263,836	0,804	0,979	1,346	0,44
38	4	8	C	0,595	97,45	97,4	102,05	102	4,6	4,6	0,001	65,190	0,817	0,985	1,362	0,43
39	8	5	C	0,595	97,4	97,3	102	102	4,6	4,7	0,002	61,943	0,610	1,352	2,638	0,78
40	5	37	C	0,595	97,3	97,2	102	102	4,7	4,8	0,005	20,631	0,439	2,049	6,484	1,47
41	37	52	C	0,595	97,2	97,08	102	101,98	4,8	4,9	0,003	37,261	0,514	1,790	4,780	1,16
42	52	36	C	0,595	97,08	96,98	101,98	101,98	4,9	5,0	0,004	25,847	0,488	1,920	5,560	1,29
43	36	35	C	0,595	96,98	96,85	101,98	101,8	5,0	5,0	0,001	134,298	0,789	1,105	1,717	0,51
44	35	71	C	0,595	96,85	96,75	101,8	101,6	5,0	4,8	0,002	45,513	0,587	1,556	3,521	0,92
46	27	26	I	0,182	101,35	100,64	102,75	102,04	1,4	1,4	0,008	92,384	0,150	0,642	1,276	1,49

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
47	29	28	I	0,182	101,35	100,9	102,75	102,5	1,4	1,6	0,005	85,597	0,175	0,582	1,002	1,25
48	31	19	I	0,182	101,6	101,21	103	102,61	1,4	1,4	0,006	63,499	0,155	0,585	1,049	1,34
49	31	27	I	0,182	101,6	101,05	103	102,75	1,4	1,7	0,007	82,715	0,152	0,602	1,116	1,39
50	27	28	C	0,182	101,05	100,7	102,75	102,5	1,7	1,8	0,006	56,067	0,154	0,588	1,063	1,35
51	28	22	C	0,182	100,7	100,49	102,5	102,29	1,8	1,8	0,005	43,579	0,266	0,713	1,329	1,23
52	22	21	C	0,182	100,49	100,1	102,29	102,5	1,8	2,4	0,003	149,896	0,423	0,669	1,036	0,89
53	31	29	I	0,182	101,6	101,25	103	102,75	1,4	1,5	0,006	54,677	0,153	0,594	1,083	1,37
54	29	20	C	0,182	101,25	100,8	102,75	102,5	1,5	1,7	0,007	62,107	0,149	0,620	1,193	1,45
55	33	32	I	0,182	101,25	100,87	102,65	102,57	1,4	1,7	0,007	56,202	0,151	0,605	1,131	1,40
56	32	70	C	0,182	100,87	100,64	102,57	102,34	1,7	1,7	0,004	55,036	0,261	0,658	1,135	1,14
57	70	58	C	0,182	100,64	100,4	102,34	102,1	1,7	1,7	0,004	58,370	0,269	0,663	1,144	1,13
58	33	34	I	0,182	101,25	100,25	102,65	102,25	1,4	2,0	0,006	167,259	0,156	0,580	1,027	1,32
59	33	45	I	0,182	101,25	100,94	102,65	102,54	1,4	1,6	0,007	41,541	0,148	0,626	1,221	1,47
60	45	47	C	0,182	100,94	100,48	102,54	102,38	1,6	1,9	0,006	75,343	0,155	0,584	1,044	1,33
61	47	40	C	0,182	100,48	100,05	102,38	102,25	1,9	2,2	0,004	95,792	0,226	0,627	1,077	1,18
62	33	59	I	0,182	101,25	100,3	102,65	102,5	1,4	2,2	0,006	158,576	0,156	0,580	1,029	1,32
63	38	39	I	0,182	100,91	100,75	102,31	102,25	1,4	1,5	0,006	24,885	0,188	0,672	1,307	1,39
64	41	42	I	0,182	101,02	100,85	102,42	102,25	1,4	1,4	0,006	28,291	0,192	0,658	1,245	1,35
65	42	43	C	0,182	100,85	100,6	102,25	102,5	1,4	1,9	0,004	56,622	0,263	0,679	1,208	1,17
66	43	46	C	0,182	100,6	100,36	102,5	102,46	1,9	2,1	0,004	65,408	0,322	0,692	1,187	1,07
67	46	39	C	0,182	100,36	100,05	102,46	102,25	2,1	2,2	0,003	88,900	0,376	0,732	1,274	1,04

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
68	39	40	C	0,182	100,05	99,95	102,25	102,25	2,2	2,3	0,002	46,660	0,554	0,683	1,018	0,76
69	40	34	C	0,182	99,95	99,75	102,25	102,25	2,3	2,5	0,003	64,145	0,610	0,853	1,558	0,89
70	34	37	C	0,182	99,75	99,6	102,25	102	2,5	2,4	0,002	61,496	0,724	0,788	1,303	0,71
71	44	43	I	0,182	101,23	100,9	102,63	102,5	1,4	1,6	0,008	42,772	0,147	0,634	1,252	1,49
72	44	45	I	0,182	101,23	101,04	102,63	102,54	1,4	1,5	0,011	17,712	0,135	0,711	1,618	1,75
73	44	49	I	0,182	101,23	101	102,63	102,5	1,4	1,5	0,006	36,026	0,153	0,593	1,081	1,36
74	49	48	C	0,182	101	100,62	102,5	102,42	1,5	1,8	0,006	67,393	0,167	0,587	1,033	1,29
75	48	60	C	0,182	100,62	100,3	102,42	102	1,8	1,7	0,005	69,017	0,253	0,680	1,225	1,20
76	50	35	I	0,182	101,1	100,55	102,5	101,95	1,4	1,4	0,014	40,594	0,128	0,772	1,939	1,95
77	51	52	I	0,182	100,85	100,48	102,25	101,98	1,4	1,5	0,006	59,415	0,154	0,588	1,061	1,35
78	53	35	I	0,182	100,61	100,35	102,01	101,95	1,4	1,6	0,005	57,281	0,206	0,598	1,004	1,18
79	54	55	I	0,182	101,1	100,57	102,5	102,37	1,4	1,8	0,006	86,884	0,155	0,584	1,044	1,33
80	56	57	I	0,182	101,1	100,6	102,5	102,1	1,4	1,5	0,007	75,934	0,152	0,599	1,108	1,38
81	56	58	I	0,182	101,1	100,3	102,5	102,1	1,4	1,8	0,006	138,275	0,157	0,573	1,002	1,30
82	63	23	I	0,182	101,1	100,85	102,5	102,35	1,4	1,5	0,006	39,720	0,154	0,590	1,069	1,35
83	63	54	I	0,182	101,1	100,6	102,5	102,5	1,4	1,9	0,006	83,945	0,156	0,579	1,024	1,32
84	54	62	C	0,182	100,6	100,45	102,5	102,25	1,9	1,8	0,005	27,726	0,191	0,623	1,116	1,28
85	62	61	C	0,182	100,45	100,2	102,25	102,2	1,8	2,0	0,005	48,202	0,248	0,711	1,349	1,27
86	61	60	C	0,182	100,2	100,1	102,2	102	2,0	1,9	0,003	31,173	0,324	0,649	1,042	1,00
87	60	59	C	0,182	100,1	99,9	102	102,5	1,9	2,6	0,003	59,854	0,467	0,795	1,427	0,99
88	59	58	C	0,227	99,9	99,8	102,5	102,1	2,6	2,3	0,002	52,143	0,558	0,751	1,140	0,75

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
89	58	1	C	0,227	99,8	99,65	102,1	102,05	2,3	2,4	0,002	77,325	0,719	0,814	1,290	0,66
90	67	6	I	0,452	100,5	100,35	102,2	102,15	1,7	1,8	0,002	73,490	0,688	1,309	2,665	0,79
91	68	69	I	0,182	101,08	100,55	102,48	102,45	1,4	1,9	0,007	78,020	0,151	0,606	1,135	1,40
92	69	2	C	0,182	100,55	100,2	102,45	102,1	1,9	1,9	0,007	48,052	0,150	0,624	1,207	1,45
93	69	22	I	0,182	101,05	100,69	102,45	102,29	1,4	1,6	0,007	53,984	0,152	0,602	1,118	1,39

10.2.5 Sector 4: Modificando cotas avenida De Los Estudiantes

DISEÑO SECTOR 4 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	9	10	I	0,182	101,5	101,05	102,9	102,75	1,4	1,7	0,006	74,247	0,155	0,582	1,038	1,33
2	11	12	I	0,182	101,6	101,25	103	102,75	1,4	1,5	0,006	54,160	0,160	0,612	1,137	1,38
3	12	13	C	0,182	101,25	101	102,75	102,5	1,5	1,5	0,005	52,404	0,248	0,682	1,239	1,22
4	11	19	I	0,182	101,6	100,91	103	102,61	1,4	1,7	0,006	109,464	0,154	0,590	1,071	1,36
5	12	20	I	0,182	101,35	100,7	102,75	102,5	1,4	1,8	0,006	109,231	0,156	0,579	1,024	1,32
6	15	14	I	0,182	101,35	100,8	102,75	102,5	1,4	1,7	0,006	93,831	0,157	0,575	1,012	1,31
7	16	13	I	0,182	101,6	101	103	102,5	1,4	1,5	0,007	87,491	0,151	0,608	1,143	1,41
8	17	12	I	0,182	101,85	101,35	103,25	102,75	1,4	1,4	0,010	51,823	0,139	0,686	1,490	1,66
9	18	11	I	0,182	101,93	101,4	103,33	103	1,4	1,6	0,007	80,018	0,152	0,601	1,113	1,39

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
10	11	10	C	0,182	101,4	100,75	103	102,75	1,6	2,0	0,007	97,624	0,152	0,602	1,117	1,39
11	10	66	C	0,182	100,75	100,5	102,75	102,5	2,0	2,0	0,006	44,477	0,225	0,700	1,344	1,32
12	66	30	C	0,182	100,5	100,25	102,5	102,25	2,0	2,0	0,003	72,345	0,308	0,655	1,077	1,04
13	24	55	I	0,182	101,25	100,77	102,65	102,37	1,4	1,6	0,005	102,019	0,200	0,597	1,012	1,20
14	25	3	I	0,182	101,35	100,7	102,75	102,1	1,4	1,4	0,008	80,699	0,145	0,643	1,295	1,52
15	25	22	I	0,182	101,35	100,59	102,75	102,29	1,4	1,7	0,006	128,012	0,156	0,578	1,022	1,32
16	25	24	I	0,182	101,35	100,75	102,75	102,65	1,4	1,9	0,006	98,469	0,155	0,583	1,043	1,33
17	25	56	I	0,182	101,35	100,8	102,75	102,5	1,4	1,7	0,007	84,030	0,153	0,598	1,102	1,38
18	56	55	C	0,182	100,8	100,27	102,5	102,37	1,7	2,1	0,006	83,325	0,154	0,592	1,078	1,36
19	55	59	C	0,182	100,27	99,9	102,37	102,5	2,1	2,6	0,003	119,850	0,361	0,674	1,093	0,98
20	27	24	I	0,182	101,35	100,65	102,75	102,65	1,4	2,0	0,006	118,814	0,156	0,577	1,016	1,31
21	24	23	C	0,182	100,65	100,05	102,65	102,35	2,0	2,3	0,007	92,038	0,153	0,597	1,099	1,38
22	23	64	C	0,182	100,05	99,7	102,35	102,5	2,3	2,8	0,005	73,690	0,226	0,645	1,138	1,21
23	64	26	C	0,182	99,7	99,54	102,5	102,04	2,8	2,5	0,004	37,014	0,275	0,689	1,228	1,16
24	26	65	C	0,182	99,54	99,36	102,04	102,26	2,5	2,9	0,003	61,883	0,412	0,699	1,138	0,94
25	65	30	C	0,182	99,36	99,15	102,26	102,25	2,9	3,1	0,002	88,487	0,478	0,677	1,029	0,83
26	30	19	C	0,182	99,15	98,91	102,25	102,61	3,1	3,7	0,002	108,037	0,725	0,752	1,187	0,68
27	19	20	C	0,227	98,91	98,8	102,61	102,5	3,7	3,7	0,002	52,483	0,549	0,780	1,236	0,78
28	20	21	C	0,227	98,8	98,7	102,5	102,5	3,7	3,8	0,002	50,696	0,597	0,780	1,217	0,74
29	21	13	C	0,227	98,7	98,5	102,5	102,5	3,8	4,0	0,002	106,535	0,830	0,810	1,271	0,56
30	13	14	C	0,452	98,5	98,4	102,5	102,5	4,0	4,1	0,002	56,034	0,302	0,854	1,360	0,87

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
31	14	6	C	0,452	98,4	98,25	102,5	102,15	4,1	3,9	0,002	99,641	0,330	0,823	1,232	0,80
32	6	7	C	0,595	98,25	98,15	102,15	102,15	3,9	4,0	0,001	112,957	0,648	1,019	1,487	0,56
33	7	2	C	0,595	98,15	98	102,15	102,1	4,0	4,1	0,001	144,385	0,620	1,090	1,712	0,62
34	2	3	C	0,595	98	97,9	102,1	102,1	4,1	4,2	0,001	137,883	0,718	0,945	1,263	0,48
35	3	57	C	0,595	97,9	97,8	102,1	102,1	4,2	4,3	0,001	79,624	0,595	1,182	2,027	0,69
36	57	1	C	0,595	97,8	97,65	102,1	102,05	4,3	4,4	0,001	144,993	0,641	1,099	1,731	0,61
37	1	4	C	0,595	97,65	97,45	102,05	102,05	4,4	4,6	0,001	263,836	0,804	0,979	1,346	0,44
38	4	8	C	0,595	97,45	97,4	102,05	102	4,6	4,6	0,001	65,190	0,817	0,985	1,362	0,43
39	8	5	C	0,595	97,4	97,3	102	102	4,6	4,7	0,002	61,943	0,610	1,352	2,638	0,78
40	5	37	C	0,595	97,3	97,2	102	102	4,7	4,8	0,005	20,631	0,439	2,049	6,484	1,47
41	37	52	C	0,595	97,2	97,08	102	101,98	4,8	4,9	0,003	37,261	0,514	1,790	4,780	1,16
42	52	36	C	0,595	97,08	96,98	101,98	101,98	4,9	5,0	0,004	25,847	0,488	1,920	5,560	1,29
43	36	35	C	0,595	96,98	96,85	101,98	101,8	5,0	5,0	0,001	134,298	0,789	1,105	1,717	0,51
44	35	71	C	0,595	96,85	96,75	101,8	101,6	5,0	4,8	0,002	45,513	0,587	1,556	3,521	0,92
46	27	26	I	0,182	101,35	100,64	102,75	102,04	1,4	1,4	0,008	92,384	0,150	0,642	1,276	1,49
47	29	28	I	0,182	101,35	100,9	102,75	102,5	1,4	1,6	0,005	85,597	0,175	0,582	1,002	1,25
48	31	19	I	0,182	101,6	101,21	103	102,61	1,4	1,4	0,006	63,499	0,155	0,585	1,049	1,34
49	31	27	I	0,182	101,6	101,05	103	102,75	1,4	1,7	0,007	82,715	0,152	0,602	1,116	1,39
50	27	28	C	0,182	101,05	100,7	102,75	102,5	1,7	1,8	0,006	56,067	0,154	0,588	1,063	1,35
51	28	22	C	0,182	100,7	100,49	102,5	102,29	1,8	1,8	0,005	43,579	0,266	0,713	1,329	1,23
52	22	21	C	0,182	100,49	100,1	102,29	102,5	1,8	2,4	0,003	149,896	0,423	0,669	1,036	0,89

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
53	31	29	I	0,182	101,6	101,25	103	102,75	1,4	1,5	0,006	54,677	0,153	0,594	1,083	1,37
54	29	20	C	0,182	101,25	100,8	102,75	102,5	1,5	1,7	0,007	62,107	0,149	0,620	1,193	1,45
55	33	32	I	0,182	101,25	100,87	102,65	102,57	1,4	1,7	0,007	56,202	0,151	0,605	1,131	1,40
56	32	70	C	0,182	100,87	100,64	102,57	102,34	1,7	1,7	0,004	55,036	0,261	0,658	1,135	1,14
57	70	58	C	0,182	100,64	100,4	102,34	102,1	1,7	1,7	0,004	58,370	0,269	0,663	1,144	1,13
58	33	34	I	0,182	101,25	100,25	102,65	102,25	1,4	2,0	0,006	167,259	0,156	0,580	1,027	1,32
59	33	45	I	0,182	101,25	100,94	102,65	102,54	1,4	1,6	0,007	41,541	0,148	0,626	1,221	1,47
60	45	47	C	0,182	100,94	100,48	102,54	102,38	1,6	1,9	0,006	75,343	0,155	0,584	1,044	1,33
61	47	40	C	0,182	100,48	100,05	102,38	102,25	1,9	2,2	0,004	95,792	0,226	0,627	1,077	1,18
62	33	59	I	0,182	101,25	100,3	102,65	102,5	1,4	2,2	0,006	158,576	0,156	0,580	1,029	1,32
63	38	39	I	0,182	100,91	100,75	102,31	102,25	1,4	1,5	0,006	24,885	0,188	0,672	1,307	1,39
64	41	42	I	0,182	101,02	100,85	102,42	102,25	1,4	1,4	0,006	28,291	0,192	0,658	1,245	1,35
65	42	43	C	0,182	100,85	100,6	102,25	102,5	1,4	1,9	0,004	56,622	0,263	0,679	1,208	1,17
66	43	46	C	0,182	100,6	100,36	102,5	102,46	1,9	2,1	0,004	65,408	0,322	0,692	1,187	1,07
67	46	39	C	0,182	100,36	100,05	102,46	102,25	2,1	2,2	0,003	88,900	0,376	0,732	1,274	1,04
68	39	40	C	0,182	100,05	99,95	102,25	102,25	2,2	2,3	0,002	46,660	0,554	0,683	1,018	0,76
69	40	34	C	0,182	99,95	99,75	102,25	102,25	2,3	2,5	0,003	64,145	0,610	0,853	1,558	0,89
70	34	37	C	0,182	99,75	99,6	102,25	102	2,5	2,4	0,002	61,496	0,724	0,788	1,303	0,71
71	44	43	I	0,182	101,23	100,9	102,63	102,5	1,4	1,6	0,008	42,772	0,147	0,634	1,252	1,49
72	44	45	I	0,182	101,23	101,04	102,63	102,54	1,4	1,5	0,011	17,712	0,135	0,711	1,618	1,75
73	44	49	I	0,182	101,23	101	102,63	102,5	1,4	1,5	0,006	36,026	0,153	0,593	1,081	1,36

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
74	49	48	C	0,182	101	100,62	102,5	102,42	1,5	1,8	0,006	67,393	0,167	0,587	1,033	1,29
75	48	60	C	0,182	100,62	100,3	102,42	102	1,8	1,7	0,005	69,017	0,253	0,680	1,225	1,20
76	50	35	I	0,182	101,1	100,55	102,5	101,95	1,4	1,4	0,014	40,594	0,128	0,772	1,939	1,95
77	51	52	I	0,182	100,85	100,48	102,25	101,98	1,4	1,5	0,006	59,415	0,154	0,588	1,061	1,35
78	53	35	I	0,182	100,61	100,35	102,01	101,95	1,4	1,6	0,005	57,281	0,206	0,598	1,004	1,18
79	54	55	I	0,182	101,1	100,57	102,5	102,37	1,4	1,8	0,006	86,884	0,155	0,584	1,044	1,33
80	56	57	I	0,182	101,1	100,6	102,5	102,1	1,4	1,5	0,007	75,934	0,152	0,599	1,108	1,38
81	56	58	I	0,182	101,1	100,3	102,5	102,1	1,4	1,8	0,006	138,275	0,157	0,573	1,002	1,30
82	63	23	I	0,182	101,1	100,85	102,5	102,35	1,4	1,5	0,006	39,720	0,154	0,590	1,069	1,35
83	63	54	I	0,182	101,1	100,6	102,5	102,5	1,4	1,9	0,006	83,945	0,156	0,579	1,024	1,32
84	54	62	C	0,182	100,6	100,45	102,5	102,25	1,9	1,8	0,005	27,726	0,191	0,623	1,116	1,28
85	62	61	C	0,182	100,45	100,2	102,25	102,2	1,8	2,0	0,005	48,202	0,248	0,711	1,349	1,27
86	61	60	C	0,182	100,2	100,1	102,2	102	2,0	1,9	0,003	31,173	0,324	0,649	1,042	1,00
87	60	59	C	0,182	100,1	99,9	102	102,5	1,9	2,6	0,003	59,854	0,467	0,795	1,427	0,99
88	59	58	C	0,227	99,9	99,8	102,5	102,1	2,6	2,3	0,002	52,143	0,558	0,751	1,140	0,75
89	58	1	C	0,227	99,8	99,65	102,1	102,05	2,3	2,4	0,002	77,325	0,719	0,814	1,290	0,66
90	67	6	I	0,452	100,5	100,35	102,2	102,15	1,7	1,8	0,002	73,490	0,688	1,309	2,665	0,79
91	68	69	I	0,182	101,08	100,55	102,48	102,45	1,4	1,9	0,007	78,020	0,151	0,606	1,135	1,40
92	69	2	C	0,182	100,55	100,2	102,45	102,1	1,9	1,9	0,007	48,052	0,150	0,624	1,207	1,45
93	69	22	I	0,182	101,05	100,69	102,45	102,29	1,4	1,6	0,007	53,984	0,152	0,602	1,118	1,39

10.3 Diseño con versión de UTOPIA con concepto de Jesús Zambrano con penalización de cantidad de tuberías de inicio. (Diseño hidráulico con función objetivo de costos de Navarro – trazado con función objetivo que maximiza la cantidad de tubería que va a favor del terreno y penalización la cantidad de tuberías de inicio).

10.3.1 Sector 1: Modificando cotas en avenida principal

DISEÑO SECTOR 1 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
1	2	3	I	0.182	100.35	100.15	101.75	101.75	1.4	1.6	0.003	57.808	0.285	0.629	1.013	1.04
2	3	10	C	0.182	100.15	99.95	101.75	102.25	1.6	2.3	0.003	63.576	0.351	0.670	1.088	0.99
3	10	12	C	0.227	99.95	99.75	102.25	102.25	2.3	2.5	0.002	85.485	0.733	0.897	1.564	0.72
4	4	7	I	0.182	100.85	100.3	102.25	102.5	1.4	2.2	0.002	260.816	0.719	0.732	1.125	0.67
5	7	10	C	0.227	100.3	100.15	102.5	102.25	2.2	2.1	0.002	81.405	0.639	0.771	1.174	0.70
6	5	6	I	0.182	100.4	100.21	101.8	101.81	1.4	1.6	0.004	46.175	0.311	0.720	1.295	1.13
7	6	8	C	0.182	100.21	99.89	101.81	102.29	1.6	2.4	0.004	80.363	0.339	0.741	1.342	1.11
8	8	11	C	0.182	99.89	99.69	102.29	102.09	2.4	2.4	0.004	55.864	0.399	0.763	1.366	1.05
9	11	1	C	0.182	99.69	99.44	102.09	101.54	2.4	2.1	0.003	72.727	0.446	0.789	1.421	1.01
10	1	12	C	0.182	99.44	99.25	101.54	102.25	2.1	3.0	0.002	87.939	0.558	0.688	1.031	0.76
11	12	25	C	0.452	99.25	99.18	102.25	102.48	3.0	3.3	0.001	60.199	0.365	0.763	1.031	0.70
12	25	33	C	0.452	99.18	99.08	102.48	102.48	3.3	3.4	0.013	7.575	0.641	3.268	16.770	2.08
13	33	32	C	0.595	99.08	99	102.48	102.4	3.4	3.4	0.002	47.619	0.820	1.457	2.984	0.64
14	32	31	C	0.595	99	98.85	102.4	102.35	3.4	3.5	0.002	74.007	0.752	1.592	3.571	0.77

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
15	31	30	C	0.595	98.85	98.65	102.35	102.35	3.5	3.7	0.003	70.551	0.662	1.835	4.805	0.99
16	30	28	C	0.595	98.65	98.55	102.35	102.25	3.7	3.7	0.002	50.713	0.808	1.579	3.503	0.70
17	28	42	C	0.595	98.55	97.9	102.25	102.2	3.7	4.3	0.002	345.713	0.843	1.540	3.332	0.65
18	42	43	C	0.595	97.9	97.8	102.2	102.2	4.3	4.4	0.009	10.586	0.480	2.980	13.433	2.02
19	17	15	I	0.182	101.1	100.63	102.5	102.43	1.4	1.8	0.006	78.809	0.156	0.579	1.025	1.32
20	18	29	I	0.182	101.1	100.8	102.5	102.5	1.4	1.7	0.008	37.302	0.145	0.643	1.294	1.52
21	19	15	I	0.182	101.1	100.53	102.5	102.43	1.4	1.9	0.005	113.492	0.197	0.611	1.065	1.23
22	15	37	C	0.182	100.53	100.34	102.43	102.34	1.9	2.0	0.005	36.694	0.272	0.749	1.457	1.27
23	21	34	I	0.182	101.2	100.92	102.6	102.42	1.4	1.5	0.007	38.973	0.149	0.618	1.185	1.44
24	23	9	I	0.182	101.5	100.6	102.9	102	1.4	1.4	0.006	152.983	0.182	0.631	1.163	1.33
25	24	18	I	0.182	101.4	100.8	102.8	102.5	1.4	1.7	0.006	100.477	0.156	0.579	1.027	1.32
26	18	41	C	0.182	100.8	100.7	102.5	102.5	1.7	1.8	0.008	12.120	0.156	0.680	1.415	1.55
27	41	20	C	0.182	100.7	100.5	102.5	102.5	1.8	2.0	0.010	20.413	0.158	0.747	1.701	1.69
28	20	17	C	0.182	100.5	100.3	102.5	102.5	2.0	2.2	0.005	40.615	0.198	0.607	1.049	1.22
29	17	36	C	0.182	100.3	100.18	102.5	102.48	2.2	2.3	0.005	22.352	0.225	0.684	1.282	1.29
30	36	35	C	0.182	100.18	100.05	102.48	102.45	2.3	2.4	0.005	28.304	0.247	0.667	1.188	1.19
31	35	37	C	0.182	100.05	99.84	102.45	102.34	2.4	2.5	0.004	55.121	0.329	0.713	1.254	1.09
32	37	14	C	0.182	99.84	99.75	102.34	102.25	2.5	2.5	0.003	34.602	0.517	0.732	1.186	0.86
33	14	9	C	0.182	99.75	99.5	102.25	102	2.5	2.5	0.003	90.337	0.624	0.809	1.398	0.83
34	9	13	C	0.182	99.5	99.4	102	102	2.5	2.6	0.009	11.466	0.498	1.321	3.885	1.58
35	13	30	C	0.182	99.4	99.25	102	102.35	2.6	3.1	0.003	45.874	0.764	0.920	1.767	0.79
36	26	27	I	0.595	100.7	100.6	102.5	102.5	1.8	1.9	0.001	82.322	0.848	1.237	2.152	0.52
37	27	29	C	0.595	100.6	100.5	102.5	102.5	1.9	2.0	0.002	46.742	0.663	1.595	3.627	0.86

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
38	29	25	C	0.595	100.5	100.38	102.5	102.48	2.0	2.1	0.001	94.356	0.833	1.267	2.257	0.54
39	33	39	I	0.182	101.08	100.79	102.48	102.79	1.4	2.0	0.007	43.833	0.152	0.600	1.112	1.39
40	39	38	C	0.182	100.79	100.55	102.79	102.45	2.0	1.9	0.007	34.924	0.151	0.609	1.145	1.41
41	38	35	C	0.182	100.55	100.15	102.45	102.45	1.9	2.3	0.007	58.275	0.152	0.612	1.155	1.41
42	35	34	I	0.182	101.05	100.72	102.45	102.42	1.4	1.7	0.008	40.111	0.144	0.648	1.317	1.54
43	34	14	C	0.182	100.72	100.45	102.42	102.25	1.7	1.8	0.008	34.434	0.163	0.681	1.401	1.52
44	39	21	I	0.182	101.39	101.1	102.79	102.6	1.4	1.5	0.007	38.946	0.148	0.626	1.218	1.47
45	21	22	C	0.182	101.1	100.8	102.6	102.4	1.5	1.6	0.009	35.130	0.143	0.657	1.355	1.57
46	22	16	C	0.182	100.8	100.42	102.4	102.42	1.6	2.0	0.006	65.707	0.157	0.573	1.001	1.30
47	16	13	C	0.182	100.42	100.2	102.42	102	2.0	1.8	0.008	27.544	0.166	0.695	1.452	1.54
48	40	41	I	0.182	101.08	100.8	102.48	102.5	1.4	1.7	0.008	32.950	0.143	0.656	1.350	1.56

10.3.2 Sector 2: Modificando cotas en avenida La Playa

DISEÑO SECTOR 2 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
1	4	5	I	0.182	100.85	100.75	102.25	102.25	1.4	1.5	0.006	15.910	0.234	0.758	1.556	1.39
2	8	57	I	0.182	100.86	100.6	102.26	102.2	1.4	1.6	0.007	35.270	0.148	0.624	1.209	1.46
3	12	8	I	0.182	101	100.36	102.4	102.26	1.4	1.9	0.006	109.879	0.157	0.574	1.007	1.31
4	8	2	C	0.182	100.36	100.14	102.26	101.54	1.9	1.4	0.012	18.898	0.133	0.732	1.724	1.82

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cota batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
5	16	15	I	0.182	101.54	101.1	102.94	102.5	1.4	1.4	0.009	49.743	0.142	0.665	1.393	1.59
6	19	18	I	0.182	100.85	100.69	102.25	102.29	1.4	1.6	0.014	11.080	0.126	0.790	2.037	2.01
7	20	7	I	0.182	100.96	100.85	102.36	102.35	1.4	1.5	0.006	17.267	0.154	0.593	1.079	1.36
8	7	3	C	0.182	100.85	100.65	102.35	102.25	1.5	1.6	0.011	17.701	0.134	0.725	1.684	1.79
9	3	9	C	0.182	100.65	100.47	102.25	102.27	1.6	1.8	0.006	31.153	0.166	0.592	1.052	1.31
10	9	31	C	0.182	100.47	99.99	102.27	102.69	1.8	2.7	0.004	120.188	0.263	0.645	1.092	1.12
11	31	21	C	0.182	99.99	99.84	102.69	102.34	2.7	2.5	0.003	46.008	0.309	0.637	1.018	1.01
12	21	17	C	0.182	99.84	99.6	102.34	102.5	2.5	2.9	0.003	90.397	0.455	0.700	1.113	0.89
13	17	11	C	0.182	99.6	99.46	102.5	102.46	2.9	3.0	0.002	56.972	0.518	0.712	1.121	0.83
14	11	14	C	0.182	99.46	99.3	102.46	102.5	3.0	3.2	0.005	34.181	0.493	0.963	2.071	1.16
15	14	71	C	0.227	99.3	99.17	102.5	102.37	3.2	3.2	0.002	55.075	0.634	0.870	1.498	0.79
16	71	20	C	0.227	99.17	99.06	102.37	102.36	3.2	3.3	0.015	7.461	0.386	1.766	6.849	2.21
17	20	59	C	0.227	99.06	98.95	102.36	102.35	3.3	3.4	0.003	37.718	0.622	0.961	1.835	0.89
18	59	46	C	0.747	98.95	98.8	102.35	102.3	3.4	3.5	0.001	183.743	0.772	1.179	1.813	0.49
19	46	33	C	0.747	98.8	98.65	102.3	102.25	3.5	3.6	0.001	140.147	0.694	1.327	2.316	0.62
20	24	26	I	0.182	101.1	100.6	102.5	102.5	1.4	1.9	0.006	81.607	0.155	0.584	1.047	1.34
21	28	75	I	0.182	101.35	101	102.75	102.7	1.4	1.7	0.006	55.320	0.154	0.591	1.074	1.36
22	75	43	C	0.182	101	100.76	102.7	102.66	1.7	1.9	0.005	44.868	0.183	0.605	1.065	1.27
23	29	45	I	0.182	100.87	100.61	102.27	102.51	1.4	1.9	0.007	35.324	0.148	0.623	1.208	1.46
24	45	60	C	0.182	100.61	100.4	102.51	102.4	1.9	2.0	0.010	22.069	0.139	0.682	1.474	1.65
25	60	59	C	0.747	100.4	100.35	102.4	102.35	2.0	2.0	0.001	52.262	0.684	1.251	2.061	0.59
26	31	35	I	0.182	101.29	100.96	102.69	102.66	1.4	1.7	0.007	45.882	0.149	0.618	1.186	1.44
27	35	12	C	0.182	100.96	100.5	102.66	102.4	1.7	1.9	0.006	78.988	0.157	0.574	1.007	1.31

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
28	35	41	I	0.182	101.26	100.95	102.66	102.65	1.4	1.7	0.008	40.711	0.147	0.631	1.240	1.48
29	41	21	C	0.182	100.95	100.64	102.65	102.34	1.7	1.7	0.007	46.617	0.167	0.637	1.216	1.40
30	36	70	I	0.182	101.11	100.5	102.51	102.5	1.4	2.0	0.006	97.615	0.154	0.589	1.063	1.35
31	70	11	C	0.182	100.5	100.16	102.5	102.46	2.0	2.3	0.005	63.142	0.179	0.598	1.049	1.27
32	36	72	I	0.182	101.11	100.55	102.51	102.95	1.4	2.4	0.006	91.008	0.155	0.585	1.051	1.34
33	72	15	C	0.182	100.55	100.2	102.95	102.5	2.4	2.3	0.005	63.987	0.194	0.633	1.148	1.29
34	15	23	C	0.182	100.2	100	102.5	102.5	2.3	2.5	0.004	44.605	0.294	0.727	1.345	1.18
35	23	32	C	0.182	100	99.74	102.5	102.64	2.5	2.9	0.003	82.485	0.382	0.701	1.164	0.98
36	39	38	I	0.182	100.87	100.65	102.27	102.25	1.4	1.6	0.010	22.814	0.139	0.685	1.489	1.66
37	38	13	C	0.182	100.65	100.47	102.25	102.27	1.6	1.8	0.006	32.591	0.182	0.612	1.094	1.29
38	13	5	C	0.182	100.47	100.25	102.27	102.25	1.8	2.0	0.007	29.820	0.193	0.731	1.535	1.49
39	5	10	C	0.182	100.25	100.06	102.25	102.06	2.0	2.0	0.004	51.635	0.424	0.797	1.469	1.05
40	10	14	C	0.182	100.06	99.9	102.06	102.5	2.0	2.6	0.003	51.796	0.506	0.791	1.389	0.94
41	40	34	I	0.182	101.23	100.9	102.63	102.5	1.4	1.6	0.008	40.180	0.144	0.648	1.315	1.54
42	34	10	C	0.182	100.9	100.46	102.5	102.06	1.6	1.6	0.007	60.553	0.149	0.621	1.196	1.45
43	41	23	I	0.182	101.25	100.9	102.65	102.5	1.4	1.6	0.006	58.179	0.156	0.581	1.032	1.33
44	45	37	I	0.182	101.11	100.9	102.51	102.5	1.4	1.6	0.008	27.493	0.147	0.632	1.243	1.49
45	37	18	C	0.182	100.9	100.69	102.5	102.29	1.6	1.6	0.008	26.383	0.145	0.641	1.283	1.51
46	18	71	C	0.182	100.69	100.47	102.29	102.37	1.6	1.9	0.007	30.723	0.149	0.617	1.182	1.44
47	47	50	I	0.182	101.35	100.95	102.75	102.75	1.4	1.8	0.006	67.007	0.156	0.579	1.026	1.32
48	50	76	C	0.182	100.95	100.59	102.75	102.69	1.8	2.1	0.008	47.905	0.148	0.628	1.227	1.47
49	76	74	C	0.182	100.59	100.28	102.69	102.58	2.1	2.3	0.005	67.703	0.203	0.595	1.000	1.18
50	74	24	C	0.182	100.28	100.1	102.58	102.5	2.3	2.4	0.006	28.727	0.249	0.783	1.634	1.40

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
51	24	25	C	0.182	100.1	99.9	102.5	102.4	2.4	2.5	0.005	43.749	0.295	0.736	1.376	1.20
52	25	44	C	0.182	99.9	99.65	102.4	102.65	2.5	3.0	0.003	78.929	0.369	0.691	1.140	0.99
53	44	26	C	0.182	99.65	99.5	102.65	102.5	3.0	3.0	0.004	38.261	0.391	0.791	1.473	1.10
54	26	32	C	0.182	99.5	99.24	102.5	102.64	3.0	3.4	0.002	106.078	0.512	0.708	1.110	0.83
55	32	78	C	0.227	99.24	99.15	102.64	102.55	3.4	3.4	0.002	50.203	0.559	0.726	1.067	0.72
56	78	1	C	0.227	99.15	98.91	102.55	102.21	3.4	3.3	0.002	105.381	0.519	0.795	1.298	0.83
57	1	2	C	0.227	98.91	98.84	102.21	101.54	3.3	2.7	0.002	42.780	0.617	0.718	1.026	0.67
58	2	77	C	0.227	98.84	98.65	101.54	102.45	2.7	3.8	0.002	109.596	0.631	0.745	1.098	0.68
59	77	12	C	0.227	98.65	98.6	102.45	102.4	3.8	3.8	0.003	16.101	0.572	0.964	1.872	0.94
60	12	33	C	0.227	98.6	98.45	102.4	102.25	3.8	3.8	0.003	50.831	0.593	0.952	1.813	0.91
61	33	57	C	0.595	98.45	98.1	102.25	102.2	3.8	4.1	0.003	110.948	0.769	1.992	5.580	0.94
62	57	63	C	0.595	98.1	97.85	102.2	102.15	4.1	4.3	0.003	92.169	0.837	1.850	4.810	0.79
63	63	61	C	0.595	97.85	97.74	102.15	102.14	4.3	4.4	0.004	29.750	0.727	2.139	6.463	1.07
64	61	62	C	0.595	97.74	97.6	102.14	102.1	4.4	4.5	0.005	30.993	0.674	2.327	7.709	1.24
65	62	64	C	0.595	97.6	97.25	102.1	102.05	4.5	4.8	0.003	106.881	0.778	2.031	5.801	0.95
66	64	79	C	0.595	97.25	97.2	102.05	102	4.8	4.8	0.004	12.213	0.716	2.245	7.128	1.14
67	79	80	C	0.595	97.2	97.18	102	101.98	4.8	4.8	0.003	6.519	0.817	1.970	5.449	0.86
68	48	47	I	0.182	101.35	101.15	102.75	102.75	1.4	1.6	0.007	28.427	0.150	0.614	1.166	1.43
69	47	74	C	0.182	101.15	100.78	102.75	102.58	1.6	1.8	0.007	52.306	0.150	0.615	1.171	1.43
70	49	22	I	0.182	101.35	101	102.75	102.5	1.4	1.5	0.007	49.202	0.149	0.616	1.176	1.44
71	50	55	I	0.182	101.35	100.95	102.75	102.75	1.4	1.8	0.008	52.298	0.147	0.632	1.244	1.49
72	55	63	C	0.182	100.95	99.95	102.75	102.15	1.8	2.2	0.006	166.761	0.156	0.580	1.030	1.32
73	52	53	I	0.182	101.35	101.05	102.75	102.75	1.4	1.7	0.008	39.817	0.163	0.669	1.350	1.49

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
74	53	51	C	0.182	101.05	100.95	102.75	102.75	1.7	1.8	0.008	12.140	0.195	0.779	1.735	1.58
75	51	30	C	0.182	100.95	100.7	102.75	102.5	1.8	1.8	0.004	64.831	0.270	0.643	1.077	1.10
76	54	42	I	0.182	101.13	100.97	102.53	102.37	1.4	1.4	0.006	27.144	0.156	0.577	1.016	1.31
77	55	30	I	0.182	101.35	100.7	102.75	102.5	1.4	1.8	0.006	107.812	0.156	0.581	1.034	1.33
78	55	73	I	0.182	101.35	100.75	102.75	102.75	1.4	2.0	0.006	92.759	0.153	0.596	1.092	1.37
79	73	1	C	0.182	100.75	100.31	102.75	102.21	2.0	1.9	0.006	69.634	0.154	0.591	1.073	1.36
80	56	60	I	0.595	100.75	100.5	102.55	102.4	1.8	1.9	0.002	107.014	0.774	1.715	4.136	0.80
81	58	27	I	0.182	101.35	101.02	102.75	102.52	1.4	1.5	0.008	43.076	0.147	0.632	1.246	1.49
82	65	44	I	0.182	101.35	101.15	102.75	102.65	1.4	1.5	0.008	23.703	0.143	0.654	1.343	1.56
83	66	25	I	0.182	101.1	100.9	102.5	102.4	1.4	1.5	0.008	24.262	0.144	0.649	1.319	1.54
84	67	42	I	0.182	101.35	100.97	102.75	102.37	1.4	1.4	0.024	15.574	0.111	0.949	3.060	2.58
85	42	6	C	0.182	100.97	100.55	102.37	102.25	1.4	1.7	0.007	62.492	0.152	0.604	1.125	1.40
86	6	5	C	0.182	100.55	100.45	102.25	102.25	1.7	1.8	0.009	11.646	0.160	0.706	1.512	1.59
87	68	76	I	0.182	101.25	100.99	102.65	102.69	1.4	1.7	0.007	36.108	0.149	0.619	1.187	1.44
88	69	22	I	0.182	101.35	100.6	102.75	102.5	1.4	1.9	0.006	120.319	0.154	0.588	1.061	1.35
89	22	43	C	0.182	100.6	100.26	102.5	102.66	1.9	2.4	0.006	60.635	0.216	0.683	1.294	1.31
90	43	64	C	0.182	100.26	100.05	102.66	102.05	2.4	2.0	0.004	53.469	0.330	0.725	1.295	1.11
91	72	26	I	0.182	101.55	101	102.95	102.5	1.4	1.5	0.007	83.600	0.152	0.599	1.107	1.38
92	73	32	I	0.182	101.35	100.74	102.75	102.64	1.4	1.9	0.006	94.839	0.153	0.595	1.087	1.37
93	73	48	I	0.182	101.35	101.05	102.75	102.75	1.4	1.7	0.006	51.048	0.157	0.576	1.014	1.31
94	48	24	C	0.182	101.05	100.7	102.75	102.5	1.7	1.8	0.007	50.740	0.151	0.609	1.148	1.41
95	75	49	I	0.182	101.3	100.75	102.7	102.75	1.4	2.0	0.007	79.429	0.150	0.610	1.152	1.42
96	49	30	C	0.182	100.75	100.5	102.75	102.5	2.0	2.0	0.006	41.254	0.155	0.582	1.038	1.33

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
97	30	28	C	0.182	100.5	100.15	102.5	102.75	2.0	2.6	0.004	98.958	0.339	0.699	1.193	1.05
98	28	62	C	0.182	100.15	100	102.75	102.1	2.6	2.1	0.003	44.115	0.343	0.689	1.156	1.03
99	78	27	I	0.182	101.15	101.02	102.55	102.52	1.4	1.5	0.007	18.281	0.150	0.616	1.176	1.44
100	27	77	C	0.182	101.02	100.85	102.52	102.45	1.5	1.6	0.007	23.515	0.178	0.692	1.405	1.47

10.3.3 Sector 5: Modificando cotas en avenida La Playa

DISEÑO SECTOR 5 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j						
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)						
36	24	12	C	0,182	100,19	99,9	102,79	102,5	2,6	2,6	0,005	53,995	0,220	0,674	1,256	1,29
37	12	10	C	0,182	99,9	99,8	102,5	102,5	2,6	2,7	0,003	31,847	0,491	0,787	1,385	0,95
38	10	16	C	0,182	99,8	99,7	102,5	102,5	2,7	2,8	0,006	17,698	0,421	0,985	2,244	1,31
39	16	8	C	0,227	99,7	99,6	102,5	102,5	2,8	2,9	0,003	36,567	0,654	0,945	1,760	0,84
40	8	5	C	0,227	99,6	99,33	102,5	102,43	2,9	3,1	0,003	105,604	0,695	0,928	1,683	0,78
41	5	9	C	0,227	99,33	99,3	102,43	102,2	3,1	2,9	0,003	9,684	0,696	1,022	2,040	0,86
42	46	44	I	0,182	101,48	101,1	102,88	102,5	1,4	1,4	0,014	26,683	0,126	0,786	2,015	2,00
43	46	45	I	0,182	101,48	101,06	102,88	102,46	1,4	1,4	0,014	30,096	0,127	0,780	1,984	1,98
44	45	47	C	0,182	101,06	100,6	102,46	102	1,4	1,4	0,010	44,281	0,136	0,704	1,578	1,72
45	47	57	C	0,182	100,6	100,4	102	102,3	1,4	1,9	0,006	35,930	0,209	0,666	1,244	1,30

46	52	13	I	0,182	101,35	100,6	102,75	102,5	1,4	1,9	0,006	120,319	0,154	0,588	1,061	1,35
47	13	11	C	0,182	100,6	99,9	102,5	102,5	1,9	2,6	0,004	158,796	0,242	0,647	1,122	1,17
48	11	7	C	0,182	99,9	99,6	102,5	102,5	2,6	2,9	0,002	123,420	0,466	0,677	1,037	0,84
49	7	17	C	0,182	99,6	99,16	102,5	102,56	2,9	3,4	0,002	201,043	0,577	0,701	1,063	0,76
50	17	33	C	0,182	99,16	99	102,56	102,4	3,4	3,4	0,002	83,455	0,691	0,692	1,009	0,65
51	33	38	C	0,67	99	98,75	102,4	102,35	3,4	3,6	0,001	189,780	0,805	1,397	2,634	0,59
52	38	56	C	0,67	98,75	98,4	102,35	102,3	3,6	3,9	0,001	263,782	0,816	1,402	2,654	0,58
53	56	48	C	0,67	98,4	98,27	102,3	103,27	3,9	5,0	0,002	53,414	0,639	1,822	4,575	0,96
54	48	57	C	0,67	98,27	98,1	103,27	102,3	5,0	4,2	0,002	69,662	0,641	1,826	4,592	0,96
55	57	49	C	0,67	98,1	98	102,3	102,3	4,2	4,3	0,002	49,320	0,688	1,696	3,927	0,84
56	49	29	C	0,67	98	97,88	102,3	102,28	4,3	4,4	0,002	64,108	0,713	1,642	3,665	0,79
57	29	15	C	0,67	97,88	97,65	102,28	102,25	4,4	4,6	0,002	121,983	0,712	1,648	3,692	0,79
58	15	9	C	0,67	97,65	97,6	102,25	102,2	4,6	4,6	0,003	19,075	0,634	1,886	4,911	1,00
59	9	39	C	0,67	97,6	97,5	102,2	102,2	4,6	4,7	0,002	59,911	0,802	1,572	3,337	0,67
60	39	50	C	0,67	97,5	97,4	102,2	102,2	4,7	4,8	0,009	11,493	0,458	3,030	13,493	1,99
61	50	59	C	0,67	97,4	97,28	102,2	102,18	4,8	4,9	0,002	69,678	0,794	1,596	3,441	0,69
63	53	38	I	0,182	100,98	100,65	102,38	102,35	1,4	1,7	0,007	50,014	0,152	0,600	1,109	1,39
64	54	25	I	0,182	101,57	101,35	102,97	102,95	1,4	1,6	0,007	33,530	0,152	0,599	1,104	1,38
65	25	49	C	0,182	101,35	100,9	102,95	102,3	1,6	1,4	0,012	37,423	0,142	0,777	1,899	1,86
66	55	56	I	0,182	101,12	100,9	102,52	102,3	1,4	1,4	0,007	30,504	0,149	0,619	1,189	1,45
67	58	51	I	0,452	100,8	100,7	102,5	102,5	1,7	1,8	0,014	6,969	0,670	3,447	18,557	2,12
68	51	42	C	0,67	100,7	100,45	102,5	102,45	1,8	2,0	0,002	165,979	0,715	1,474	2,951	0,70
69	42	43	C	0,67	100,45	100,35	102,45	102,45	2,0	2,1	0,002	53,859	0,665	1,609	3,549	0,82
70	43	33	C	0,747	100,35	100,2	102,45	102,4	2,1	2,2	0,001	241,342	0,841	1,031	1,384	0,39

10.3.4 Sector 3: Modificando cotas en avenida De Los Estudiantes

DISEÑO SECTOR 3 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Velocidad (m/s)	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)						
1	3	1	I	0.182	101.25	100.97	102.65	102.37	1.4	1.4	0.004	65.321	0.257	0.660	1.150	1.16
2	1	2	C	0.182	100.97	100.75	102.37	102.25	1.4	1.5	0.006	39.543	0.278	0.786	1.595	1.32
3	4	8	I	0.182	101.01	100.65	102.41	102.25	1.4	1.6	0.008	47.970	0.148	0.628	1.226	1.47
4	5	13	I	0.182	100.87	100.75	102.27	102.45	1.4	1.7	0.003	40.825	0.375	0.670	1.070	0.95
5	13	4	I	0.182	101.05	100.51	102.45	102.41	1.4	1.9	0.006	90.193	0.156	0.580	1.029	1.32
6	4	2	C	0.182	100.51	100.15	102.41	102.25	1.9	2.1	0.008	47.175	0.147	0.631	1.242	1.48
7	2	6	C	0.182	100.15	99.95	102.25	102.25	2.1	2.3	0.004	51.491	0.343	0.736	1.321	1.10
8	17	7	I	0.182	101.1	100.77	102.5	102.27	1.4	1.5	0.006	51.980	0.154	0.592	1.077	1.36
9	19	22	I	0.182	101.1	101	102.5	102.5	1.4	1.5	0.007	15.084	0.152	0.601	1.113	1.39
10	20	23	I	0.182	101.1	100.8	102.5	102.5	1.4	1.7	0.006	53.903	0.181	0.611	1.094	1.29
11	21	16	I	0.182	101.1	100.78	102.5	102.38	1.4	1.6	0.005	62.353	0.195	0.615	1.080	1.25
12	16	12	C	0.182	100.78	100.73	102.38	102.33	1.6	1.6	0.004	14.266	0.294	0.643	1.052	1.05
13	12	15	C	0.182	100.73	100.38	102.33	102.48	1.6	2.1	0.004	88.168	0.317	0.713	1.266	1.11
14	15	21	C	0.182	100.38	100.2	102.48	102.5	2.1	2.3	0.003	71.921	0.464	0.686	1.063	0.86
15	29	14	I	0.182	101.1	100.7	102.5	102.5	1.4	1.8	0.008	52.244	0.147	0.632	1.245	1.49
16	30	80	I	0.182	101.1	100.63	102.5	103.23	1.4	2.6	0.006	77.909	0.156	0.581	1.035	1.33
17	80	51	C	0.182	100.63	100.15	103.23	102.15	2.6	2.0	0.006	79.581	0.156	0.581	1.035	1.33
18	39	64	I	0.182	100.9	100.25	102.3	102.85	1.4	2.6	0.003	213.760	0.360	0.668	1.074	0.97
19	64	76	C	0.182	100.25	100.05	102.85	102.25	2.6	2.2	0.004	46.986	0.385	0.818	1.581	1.14
20	76	45	C	0.182	100.05	99.7	102.25	102.2	2.2	2.5	0.003	137.188	0.519	0.727	1.166	0.85

21	45	70	C	0.182	99.7	99.25	102.2	102.15	2.5	2.9	0.002	188.210	0.588	0.738	1.173	0.79
22	70	33	C	0.182	99.25	99.05	102.15	102.15	2.9	3.1	0.003	71.472	0.574	0.791	1.355	0.86
23	33	51	C	0.182	99.05	98.95	102.15	102.15	3.1	3.2	0.005	18.467	0.482	1.025	2.359	1.25
24	41	40	I	0.182	101.2	100.52	102.6	102.62	1.4	2.1	0.006	116.489	0.157	0.575	1.009	1.31
25	40	27	C	0.182	100.52	100.3	102.62	102.5	2.1	2.2	0.008	26.750	0.149	0.662	1.358	1.54
26	27	32	C	0.182	100.3	100	102.5	102.1	2.2	2.1	0.005	61.627	0.224	0.649	1.157	1.22
27	43	25	I	0.182	101.33	100.9	102.73	102.5	1.4	1.6	0.007	63.646	0.151	0.605	1.130	1.40
28	43	34	I	0.182	101.33	100.91	102.73	102.51	1.4	1.6	0.007	63.649	0.152	0.600	1.109	1.39
29	47	90	I	0.182	100.8	100.7	102.2	102.2	1.4	1.5	0.003	36.140	0.626	0.810	1.400	0.83
30	90	10	C	0.182	100.7	100.6	102.2	102.2	1.5	1.6	0.002	49.767	0.809	0.724	1.091	0.58
31	10	57	C	0.182	100.6	100.1	102.2	101.5	1.6	1.4	0.003	144.846	0.765	0.945	1.866	0.81
32	57	71	C	0.227	100.1	99.95	101.5	102.15	1.4	2.2	0.002	76.809	0.687	0.809	1.281	0.69
33	71	75	C	0.227	99.95	99.85	102.15	102.15	2.2	2.3	0.004	25.265	0.560	1.080	2.358	1.07
34	48	20	I	0.182	101.25	100.9	102.65	102.5	1.4	1.6	0.006	55.437	0.154	0.591	1.072	1.36
35	49	43	I	0.182	101.42	101.03	102.82	102.73	1.4	1.7	0.007	56.963	0.151	0.608	1.142	1.41
36	43	29	C	0.182	101.03	100.8	102.73	102.5	1.7	1.7	0.006	39.789	0.157	0.573	1.001	1.30
37	29	17	C	0.182	100.8	100.4	102.5	102.5	1.7	2.1	0.006	64.368	0.154	0.587	1.059	1.35
38	17	8	C	0.182	100.4	100.05	102.5	102.25	2.1	2.2	0.007	49.351	0.150	0.615	1.173	1.43
39	49	50	I	0.182	101.42	101.05	102.82	102.75	1.4	1.7	0.006	59.213	0.154	0.589	1.063	1.35
40	52	30	I	0.182	101.35	100.7	102.75	102.5	1.4	1.8	0.006	104.339	0.154	0.588	1.061	1.35
41	52	49	I	0.182	101.35	100.72	102.75	102.82	1.4	2.1	0.007	94.911	0.152	0.601	1.114	1.39
42	49	48	C	0.182	100.72	100.35	102.82	102.65	2.1	2.3	0.006	58.438	0.154	0.591	1.074	1.36
43	48	25	C	0.182	100.35	100	102.65	102.5	2.3	2.5	0.006	53.887	0.153	0.597	1.096	1.37
44	25	18	C	0.182	100	99.7	102.5	102.5	2.5	2.8	0.006	49.133	0.195	0.669	1.282	1.36
45	53	34	I	0.182	101.35	100.81	102.75	102.51	1.4	1.7	0.007	78.815	0.151	0.608	1.142	1.41
46	56	15	I	0.182	101.35	100.78	102.75	102.48	1.4	1.7	0.007	87.619	0.153	0.597	1.097	1.38

47	58	52	I	0.182	101.35	100.85	102.75	102.75	1.4	1.9	0.006	81.204	0.155	0.586	1.051	1.34
48	52	26	C	0.182	100.85	100.3	102.75	102.5	1.9	2.2	0.006	97.438	0.175	0.605	1.080	1.30
49	58	61	I	0.182	101.35	100.85	102.75	102.75	1.4	1.9	0.005	96.956	0.186	0.600	1.042	1.25
50	61	50	C	0.182	100.85	100.75	102.75	102.75	1.9	2.0	0.004	26.006	0.257	0.625	1.030	1.09
51	50	34	C	0.182	100.75	100.51	102.75	102.51	2.0	2.0	0.004	61.498	0.339	0.734	1.315	1.10
52	34	24	C	0.182	100.51	100.3	102.51	102.5	2.0	2.2	0.003	71.165	0.432	0.720	1.193	0.94
53	66	69	I	0.182	101.6	101.14	103	102.84	1.4	1.7	0.007	63.217	0.149	0.621	1.197	1.45
54	69	38	C	0.182	101.14	100.88	102.84	102.58	1.7	1.7	0.007	37.738	0.160	0.633	1.214	1.42
55	67	61	I	0.182	101.52	101.05	102.92	102.75	1.4	1.7	0.007	71.093	0.152	0.600	1.111	1.39
56	68	62	I	0.182	101.6	101.1	103	103	1.4	1.9	0.006	82.453	0.155	0.582	1.039	1.33
57	62	59	C	0.182	101.1	101.01	103	102.91	1.9	1.9	0.005	17.940	0.206	0.627	1.107	1.24
58	68	67	I	0.182	101.6	101.32	103	102.92	1.4	1.6	0.009	32.217	0.142	0.661	1.374	1.58
59	67	53	C	0.182	101.32	100.85	102.92	102.75	1.6	1.9	0.007	69.795	0.151	0.604	1.127	1.40
60	53	35	C	0.182	100.85	100.6	102.75	102.5	1.9	1.9	0.006	38.819	0.172	0.639	1.212	1.38
61	35	31	C	0.182	100.6	100.53	102.5	102.53	1.9	2.0	0.005	14.229	0.297	0.767	1.490	1.24
62	72	73	I	0.182	101.6	101.2	103	103	1.4	1.8	0.007	61.235	0.153	0.598	1.101	1.38
63	73	58	C	0.182	101.2	100.55	103	102.75	1.8	2.2	0.006	111.770	0.157	0.574	1.006	1.30
64	58	21	C	0.182	100.55	99.8	102.75	102.5	2.2	2.7	0.007	114.947	0.153	0.598	1.100	1.38
65	21	30	C	0.182	99.8	99.6	102.5	102.5	2.7	2.9	0.003	76.739	0.480	0.710	1.133	0.87
66	30	11	C	0.182	99.6	99.35	102.5	102.25	2.9	2.9	0.003	77.714	0.518	0.815	1.467	0.95
67	72	74	I	0.182	101.6	101.5	103	103	1.4	1.5	0.007	13.730	0.149	0.621	1.198	1.45
68	73	68	I	0.182	101.6	101.2	103	103	1.4	1.8	0.004	93.261	0.221	0.605	1.008	1.15
69	68	35	C	0.182	101.2	100.8	103	102.5	1.8	1.7	0.005	75.422	0.210	0.652	1.190	1.27
70	74	15	I	0.182	101.6	100.58	103	102.48	1.4	1.9	0.006	173.478	0.157	0.576	1.014	1.31
71	78	79	I	0.182	102.09	101.93	103.49	103.43	1.4	1.5	0.010	15.344	0.136	0.704	1.583	1.72
72	79	81	C	0.182	101.93	101.65	103.43	103.25	1.5	1.6	0.006	47.058	0.156	0.579	1.024	1.32

73	81	69	C	0.182	101.65	101.44	103.25	102.84	1.6	1.4	0.007	31.126	0.151	0.605	1.129	1.40
74	79	85	I	0.182	102.03	101.69	103.43	103.29	1.4	1.6	0.006	57.321	0.156	0.578	1.021	1.32
75	85	86	C	0.182	101.69	101.35	103.29	103.25	1.6	1.9	0.008	43.639	0.146	0.636	1.262	1.50
76	86	82	C	0.182	101.35	100.75	103.25	103.05	1.9	2.3	0.006	97.864	0.164	0.606	1.106	1.34
77	82	56	C	0.182	100.75	100.45	103.05	102.75	2.3	2.3	0.004	76.883	0.259	0.633	1.054	1.10
78	56	41	C	0.182	100.45	100.3	102.75	102.6	2.3	2.3	0.003	47.343	0.341	0.663	1.073	0.99
79	41	38	C	0.182	100.3	99.98	102.6	102.58	2.3	2.6	0.004	83.664	0.358	0.747	1.345	1.09
80	38	37	C	0.182	99.98	99.86	102.58	102.56	2.6	2.7	0.007	17.002	0.370	1.031	2.543	1.48
81	37	46	C	0.182	99.86	99.65	102.56	102.75	2.7	3.1	0.003	76.705	0.625	0.805	1.384	0.83
82	46	93	C	0.182	99.65	99.54	102.75	102.54	3.1	3.0	0.005	22.564	0.549	1.027	2.303	1.15
83	93	55	C	0.182	99.54	99.25	102.54	102.75	3.0	3.5	0.003	113.247	0.735	0.810	1.373	0.72
84	55	95	C	0.182	99.25	98.95	102.75	102.05	3.5	3.1	0.003	96.926	0.728	0.889	1.656	0.80
85	80	22	I	0.182	101.83	101.1	103.23	102.5	1.4	1.4	0.011	65.364	0.134	0.722	1.669	1.78
86	80	42	I	0.182	101.83	101.14	103.23	102.54	1.4	1.4	0.011	61.909	0.134	0.721	1.666	1.78
87	42	16	C	0.182	101.14	100.98	102.54	102.38	1.4	1.4	0.008	20.458	0.146	0.637	1.266	1.50
88	81	86	I	0.182	101.85	101.45	103.25	103.25	1.4	1.8	0.007	56.246	0.150	0.616	1.176	1.44
89	81	94	I	0.182	101.85	101.41	103.25	103.01	1.4	1.6	0.007	66.055	0.152	0.602	1.117	1.39
90	94	56	C	0.182	101.41	101.25	103.01	102.75	1.6	1.5	0.006	26.586	0.156	0.581	1.033	1.33
91	83	74	I	0.182	101.85	101.5	103.25	103	1.4	1.5	0.006	60.357	0.157	0.573	1.003	1.30
92	74	36	C	0.182	101.5	101.08	103	102.68	1.5	1.6	0.004	100.302	0.239	0.626	1.056	1.14
93	84	77	I	0.182	101.85	101.44	103.25	103.14	1.4	1.7	0.006	63.873	0.153	0.594	1.086	1.37
94	85	84	I	0.182	101.89	101.45	103.29	103.25	1.4	1.8	0.006	75.076	0.157	0.575	1.012	1.31
95	84	91	C	0.182	101.45	101.02	103.25	103.12	1.8	2.1	0.007	61.166	0.150	0.613	1.165	1.43
96	91	92	C	0.182	101.02	100.45	103.12	102.75	2.1	2.3	0.007	84.509	0.151	0.605	1.128	1.40
97	92	55	C	0.182	100.45	100.15	102.75	102.75	2.3	2.6	0.006	46.195	0.153	0.597	1.096	1.37
98	86	89	I	0.182	101.85	101.46	103.25	103.46	1.4	2.0	0.007	57.595	0.151	0.605	1.132	1.40

99	89	88	C	0.182	101.46	101.4	103.46	103.4	2.0	2.0	0.009	6.459	0.168	0.756	1.710	1.66
100	88	54	C	0.182	101.4	101.05	103.4	102.75	2.0	1.7	0.005	69.153	0.213	0.644	1.154	1.25
101	87	77	I	0.182	101.86	101.44	103.26	103.14	1.4	1.7	0.006	69.737	0.156	0.581	1.033	1.33
102	77	63	C	0.182	101.44	101.08	103.14	102.88	1.7	1.8	0.007	51.145	0.150	0.614	1.167	1.43
103	63	60	C	0.182	101.08	100.69	102.88	102.79	1.8	2.1	0.005	71.772	0.196	0.635	1.151	1.28
104	60	54	C	0.182	100.69	100.55	102.79	102.75	2.1	2.2	0.004	37.971	0.297	0.664	1.116	1.07
105	54	36	C	0.182	100.55	100.08	102.75	102.68	2.2	2.6	0.003	171.684	0.476	0.725	1.183	0.89
106	36	59	C	0.182	100.08	99.91	102.68	102.91	2.6	3.0	0.002	74.326	0.684	0.755	1.200	0.72
107	59	31	C	0.182	99.91	99.63	102.91	102.53	3.0	2.9	0.002	114.946	0.823	0.797	1.323	0.63
108	31	28	C	0.182	99.63	99.5	102.53	102.5	2.9	3.0	0.005	27.113	0.790	1.117	2.602	0.93
109	28	24	C	0.227	99.5	99.3	102.5	102.5	3.0	3.2	0.002	96.448	0.709	0.839	1.374	0.69
110	24	14	C	0.452	99.3	99.2	102.5	102.5	3.2	3.3	0.002	51.182	0.295	0.883	1.462	0.91
111	14	7	C	0.452	99.2	99.07	102.5	102.27	3.3	3.2	0.002	63.304	0.300	0.914	1.558	0.93
112	7	6	C	0.452	99.07	98.95	102.27	102.25	3.2	3.3	0.002	51.761	0.297	0.965	1.743	0.99
113	6	8	C	0.452	98.95	98.85	102.25	102.25	3.3	3.4	0.002	50.322	0.337	0.957	1.654	0.92
114	8	18	C	0.452	98.85	98.7	102.25	102.5	3.4	3.8	0.002	75.600	0.353	0.979	1.712	0.91
115	18	23	C	0.452	98.7	98.6	102.5	102.5	3.8	3.9	0.023	4.395	0.195	2.376	11.918	3.06
116	23	13	C	0.452	98.6	98.55	102.5	102.45	3.9	3.9	0.001	42.800	0.431	0.830	1.171	0.69
117	13	9	C	0.452	98.55	98.45	102.45	102.25	3.9	3.8	0.002	53.147	0.403	1.020	1.798	0.88
118	9	20	C	0.452	98.45	98.4	102.25	102.5	3.8	4.1	0.001	46.390	0.487	0.843	1.175	0.65
119	20	26	C	0.452	98.4	98.3	102.5	102.5	4.1	4.2	0.001	92.680	0.491	0.847	1.183	0.65
120	26	11	C	0.452	98.3	98.15	102.5	102.25	4.2	4.1	0.002	91.688	0.456	1.009	1.708	0.81
121	11	22	C	0.452	98.15	98	102.25	102.5	4.1	4.5	0.002	74.852	0.478	1.141	2.159	0.89
122	22	75	C	0.452	98	97.85	102.5	102.15	4.5	4.3	0.002	73.886	0.487	1.156	2.211	0.89
123	75	51	C	0.452	97.85	97.75	102.15	102.15	4.3	4.4	0.001	75.542	0.655	1.041	1.697	0.65
124	51	32	C	0.452	97.75	97.6	102.15	102.1	4.4	4.5	0.001	111.498	0.708	1.069	1.773	0.63

125	32	95	C	0.452	97.6	97.35	102.1	102.05	4.5	4.7	0.001	228.249	0.794	0.979	1.476	0.51
126	95	96	C	0.452	97.35	97.25	102.05	102.05	4.7	4.8	0.006	15.889	0.478	2.020	6.773	1.58
127	88	87	I	0.182	102	101.66	103.4	103.26	1.4	1.6	0.008	41.938	0.145	0.645	1.302	1.53
128	87	60	C	0.182	101.66	101.29	103.26	102.79	1.6	1.5	0.006	62.524	0.156	0.577	1.019	1.32
129	89	83	I	0.182	102.06	101.35	103.46	103.25	1.4	1.9	0.007	107.581	0.152	0.600	1.109	1.39
130	83	82	C	0.182	101.35	101.05	103.25	103.05	1.9	2.0	0.007	45.981	0.153	0.598	1.100	1.38
131	91	78	I	0.182	101.72	101.29	103.12	103.49	1.4	2.2	0.007	63.006	0.151	0.607	1.139	1.41
132	78	66	C	0.182	101.29	101.1	103.49	103	2.2	1.9	0.006	30.872	0.155	0.585	1.051	1.34
133	66	65	C	0.182	101.1	101.01	103	102.81	1.9	1.8	0.012	7.391	0.131	0.744	1.785	1.85
134	65	44	C	0.182	101.01	100.65	102.81	102.75	1.8	2.1	0.007	52.747	0.168	0.649	1.258	1.42
135	44	37	C	0.182	100.65	100.36	102.75	102.56	2.1	2.2	0.004	73.530	0.273	0.655	1.114	1.11
136	92	44	I	0.182	101.35	100.95	102.75	102.75	1.4	1.8	0.008	52.497	0.147	0.631	1.240	1.48

10.3.5 Sector 4: Modificando cotas en avenida De Los Estudiantes

DISEÑO SECTOR 4 PARA FM =2.6 (Q. ISLA TUMACO= 520 LPS Y Q. ISLA MORRO= 302 LPS)

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)					
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
1	9	10	I	0.182	101.5	101.05	102.9	102.75	1.4	1.7	0.006	74.247	0.155	1.038	1.33
2	11	10	I	0.182	101.6	100.95	103	102.75	1.4	1.8	0.007	97.624	0.152	1.117	1.39
3	10	66	C	0.182	100.95	100.7	102.75	102.5	1.8	1.8	0.006	44.477	0.212	1.275	1.31
4	66	30	C	0.182	100.7	100.45	102.5	102.25	1.8	1.8	0.003	72.345	0.295	1.040	1.04
5	11	19	I	0.182	101.6	100.91	103	102.61	1.4	1.7	0.006	109.464	0.154	1.071	1.36
6	12	20	I	0.182	101.35	100.7	102.75	102.5	1.4	1.8	0.006	109.231	0.156	1.024	1.32

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j					
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
7	20	21	C	0.182	100.7	100.5	102.5	102.5	1.8	2.0	0.004	50.696	0.298	1.197	1.11
8	15	14	I	0.182	101.35	100.8	102.75	102.5	1.4	1.7	0.006	93.831	0.157	1.012	1.31
9	16	13	I	0.182	101.6	101	103	102.5	1.4	1.5	0.007	87.491	0.151	1.143	1.41
10	17	12	I	0.182	101.85	101.35	103.25	102.75	1.4	1.4	0.010	51.823	0.139	1.490	1.66
11	18	11	I	0.182	101.93	101.4	103.33	103	1.4	1.6	0.007	80.018	0.152	1.113	1.39
12	11	12	C	0.182	101.4	101.05	103	102.75	1.6	1.7	0.006	54.160	0.176	1.239	1.39
13	12	13	C	0.182	101.05	100.8	102.75	102.5	1.7	1.7	0.005	52.404	0.230	1.162	1.21
14	19	20	I	0.182	101.21	100.9	102.61	102.5	1.4	1.6	0.006	52.484	0.156	1.018	1.31
15	24	25	I	0.182	101.25	100.65	102.65	102.75	1.4	2.1	0.006	98.469	0.155	1.043	1.33
16	25	3	C	0.182	100.65	100.1	102.75	102.1	2.1	2.0	0.007	80.698	0.151	1.138	1.41
17	24	55	I	0.182	101.25	100.57	102.65	102.37	1.4	1.8	0.007	102.020	0.152	1.118	1.39
18	25	22	I	0.182	101.35	100.59	102.75	102.29	1.4	1.7	0.006	128.012	0.156	1.022	1.32
19	25	56	I	0.182	101.35	100.9	102.75	102.5	1.4	1.6	0.005	84.029	0.177	1.033	1.26
20	56	57	C	0.182	100.9	100.5	102.5	102.1	1.6	1.6	0.005	75.933	0.220	1.234	1.27
21	27	24	I	0.182	101.35	100.65	102.75	102.65	1.4	2.0	0.006	118.814	0.156	1.016	1.31
22	24	23	C	0.182	100.65	100.05	102.65	102.35	2.0	2.3	0.007	92.038	0.159	1.140	1.38
23	23	64	C	0.182	100.05	99.8	102.35	102.5	2.3	2.7	0.003	73.690	0.314	1.075	1.03
24	64	26	C	0.182	99.8	99.64	102.5	102.04	2.7	2.4	0.004	37.014	0.332	1.432	1.16
25	27	31	I	0.182	101.35	100.8	102.75	103	1.4	2.2	0.007	82.715	0.152	1.116	1.39
26	31	19	C	0.182	100.8	100.41	103	102.61	2.2	2.2	0.006	63.499	0.155	1.049	1.34
27	19	30	C	0.182	100.41	99.85	102.61	102.25	2.2	2.4	0.005	108.038	0.197	1.101	1.25
28	30	65	C	0.182	99.85	99.56	102.25	102.26	2.4	2.7	0.003	88.487	0.450	1.364	0.99
29	65	26	C	0.182	99.56	99.34	102.26	102.04	2.7	2.7	0.004	61.883	0.474	1.533	1.02

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i (m)	Cotea batea j (m)	Cota i (m)	Cota j (m)	Altura i (m)	Altura j (m)					
30	26	27	C	0.227	99.34	99.15	102.04	102.75	2.7	3.6	0.002	92.381	0.543	1.205	0.78
31	27	28	C	0.227	99.15	99	102.75	102.5	3.6	3.5	0.003	56.066	0.520	1.526	0.90
32	28	22	C	0.227	99	98.89	102.5	102.29	3.5	3.4	0.003	43.579	0.582	1.536	0.85
33	22	21	C	0.227	98.89	98.6	102.29	102.5	3.4	3.9	0.002	149.896	0.714	1.284	0.67
34	21	13	C	0.452	98.6	98.4	102.5	102.5	3.9	4.1	0.002	106.535	0.285	1.363	0.89
35	13	14	C	0.452	98.4	98.3	102.5	102.5	4.1	4.2	0.002	56.034	0.312	1.399	0.87
36	14	6	C	0.452	98.3	98.15	102.5	102.15	4.2	4.0	0.002	99.641	0.341	1.264	0.80
37	6	7	C	0.595	98.15	98.05	102.15	102.15	4.0	4.1	0.001	112.957	0.654	1.492	0.56
38	7	2	C	0.595	98.05	97.9	102.15	102.1	4.1	4.2	0.001	144.385	0.626	1.718	0.62
39	2	3	C	0.595	97.9	97.8	102.1	102.1	4.2	4.3	0.001	137.883	0.723	1.266	0.48
40	3	57	C	0.595	97.8	97.7	102.1	102.1	4.3	4.4	0.001	79.624	0.599	2.033	0.69
41	57	1	C	0.595	97.7	97.55	102.1	102.05	4.4	4.5	0.001	144.993	0.650	1.741	0.61
42	1	4	C	0.595	97.55	97.35	102.05	102.05	4.5	4.7	0.001	263.836	0.801	1.346	0.44
43	4	8	C	0.595	97.35	97.3	102.05	102	4.7	4.7	0.001	65.190	0.814	1.362	0.43
44	8	5	C	0.595	97.3	97.2	102	102	4.7	4.8	0.002	61.943	0.609	2.635	0.78
45	5	37	C	0.595	97.2	97.1	102	102	4.8	4.9	0.005	20.631	0.438	6.475	1.47
46	37	52	C	0.595	97.1	96.98	102	101.98	4.9	5.0	0.003	37.261	0.514	4.780	1.16
47	52	36	C	0.595	96.98	96.88	101.98	101.98	5.0	5.1	0.004	25.847	0.488	5.560	1.29
48	36	35	C	0.595	96.88	96.75	101.98	101.95	5.1	5.2	0.001	134.298	0.789	1.717	0.51
49	35	71	C	0.595	96.75	96.65	101.95	101.95	5.2	5.3	0.002	45.513	0.587	3.521	0.92
50	71	72	C	0.595	96.65	96.55	101.95	101.95	5.3	5.4	0.009	10.587	0.386	11.494	2.08
51	29	28	I	0.182	101.35	100.9	102.75	102.5	1.4	1.6	0.005	85.597	0.175	1.002	1.25
52	31	29	I	0.182	101.6	101.25	103	102.75	1.4	1.5	0.006	54.677	0.167	1.173	1.38

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j					
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
53	29	20	C	0.182	101.25	100.9	102.75	102.5	1.5	1.6	0.006	62.106	0.173	1.063	1.29
54	33	32	I	0.182	101.25	100.87	102.65	102.57	1.4	1.7	0.007	56.202	0.151	1.131	1.40
55	32	70	C	0.182	100.87	100.64	102.57	102.34	1.7	1.7	0.004	55.036	0.261	1.135	1.14
56	70	58	C	0.182	100.64	100.4	102.34	102.1	1.7	1.7	0.004	58.370	0.269	1.144	1.13
57	33	34	I	0.182	101.25	100.25	102.65	102.25	1.4	2.0	0.006	167.259	0.156	1.027	1.32
58	38	39	I	0.182	100.91	100.75	102.31	102.25	1.4	1.5	0.006	24.885	0.188	1.307	1.39
59	41	42	I	0.182	101.02	100.85	102.42	102.25	1.4	1.4	0.006	28.291	0.192	1.245	1.35
60	42	43	C	0.182	100.85	100.6	102.25	102.5	1.4	1.9	0.004	56.622	0.263	1.208	1.17
61	43	46	C	0.182	100.6	100.36	102.5	102.46	1.9	2.1	0.004	65.408	0.303	1.130	1.07
62	46	39	C	0.182	100.36	100.05	102.46	102.25	2.1	2.2	0.003	88.900	0.359	1.229	1.04
63	39	40	C	0.182	100.05	99.85	102.25	102.25	2.2	2.4	0.004	46.660	0.437	1.749	1.13
64	43	44	I	0.182	101.1	100.83	102.5	102.63	1.4	1.8	0.006	42.772	0.154	1.072	1.36
65	44	45	C	0.182	100.83	100.64	102.63	102.54	1.8	1.9	0.011	17.712	0.135	1.618	1.75
66	44	49	I	0.182	101.23	101	102.63	102.5	1.4	1.5	0.006	36.026	0.153	1.081	1.36
67	49	48	C	0.182	101	100.62	102.5	102.42	1.5	1.8	0.006	67.393	0.167	1.033	1.29
68	48	60	C	0.182	100.62	100.3	102.42	102	1.8	1.7	0.005	69.017	0.253	1.225	1.20
69	50	35	I	0.182	101.1	100.55	102.5	101.95	1.4	1.4	0.014	40.594	0.128	1.939	1.95
70	51	52	I	0.182	100.85	100.48	102.25	101.98	1.4	1.5	0.006	59.415	0.154	1.061	1.35
71	53	35	I	0.182	100.61	100.35	102.01	101.95	1.4	1.6	0.005	57.281	0.206	1.004	1.18
72	54	63	I	0.182	101.1	100.6	102.5	102.5	1.4	1.9	0.006	83.945	0.156	1.024	1.32
73	63	23	C	0.182	100.6	100.35	102.5	102.35	1.9	2.0	0.006	39.720	0.158	1.095	1.36
74	56	55	I	0.182	101.1	100.57	102.5	102.37	1.4	1.8	0.006	83.325	0.154	1.078	1.36
75	56	58	I	0.182	101.1	100.3	102.5	102.1	1.4	1.8	0.006	138.275	0.157	1.002	1.30

Tramo No.	Pozo i	Pozo j	Tipo de Tramo (I/C)	Diámetro (m)	Tubería		Terreno		Excavación		Pendiente	Longitud (m)	T/D	Tao (Pa)	Froude (-)
					Cota batea i	Cotea batea j	Cota i	Cota j	Altura i	Altura j					
					(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)					
76	59	33	I	0.182	101.1	100.15	102.5	102.65	1.4	2.5	0.006	158.576	0.156	1.029	1.32
77	33	45	C	0.182	100.15	99.84	102.65	102.54	2.5	2.7	0.007	41.541	0.148	1.221	1.47
78	45	47	C	0.182	99.84	99.38	102.54	102.38	2.7	3.0	0.006	75.343	0.171	1.140	1.35
79	47	40	C	0.182	99.38	98.95	102.38	102.25	3.0	3.3	0.004	95.792	0.250	1.175	1.18
80	40	34	C	0.182	98.95	98.75	102.25	102.25	3.3	3.5	0.003	64.145	0.612	1.561	0.89
81	34	37	C	0.182	98.75	98.6	102.25	102	3.5	3.4	0.002	61.496	0.757	1.316	0.69
82	59	55	I	0.182	101.1	100.37	102.5	102.37	1.4	2.0	0.006	119.851	0.155	1.042	1.33
83	55	54	C	0.182	100.37	100	102.37	102.5	2.0	2.5	0.004	86.883	0.274	1.204	1.15
84	54	62	C	0.182	100	99.85	102.5	102.25	2.5	2.4	0.005	27.726	0.298	1.641	1.30
85	62	61	C	0.182	99.85	99.7	102.25	102.2	2.4	2.5	0.003	48.202	0.391	1.171	0.98
86	61	60	C	0.182	99.7	99.6	102.2	102	2.5	2.4	0.003	31.173	0.424	1.280	0.98
87	60	59	C	0.182	99.6	99.4	102	102.5	2.4	3.1	0.003	59.854	0.552	1.584	0.95
88	59	58	C	0.182	99.4	99.3	102.5	102.1	3.1	2.8	0.002	52.143	0.698	1.014	0.65
89	58	1	C	0.227	99.3	99.15	102.1	102.05	2.8	2.9	0.002	77.325	0.615	1.214	0.73
90	67	6	I	0.452	100.5	100.35	102.2	102.15	1.7	1.8	0.002	73.490	0.688	2.665	0.79
91	68	69	I	0.182	101.08	100.55	102.48	102.45	1.4	1.9	0.007	78.020	0.151	1.135	1.40
92	69	2	C	0.182	100.55	100.2	102.45	102.1	1.9	1.9	0.007	48.052	0.149	1.198	1.45
93	69	22	I	0.182	101.05	100.69	102.45	102.29	1.4	1.6	0.007	53.984	0.152	1.118	1.39