

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
OPTIMIZACIÓN EN EL DISEÑO DE REDES DE
ALCANTARILLADO MEDIANTE PROGRAMACIÓN DINÁMICA

PRESENTADO POR EL EGRESADO DE INGENIERÍA CIVIL

VÍCTOR HUGO YARANGA PRADO

ASESOR

M.SC.ING. EDMUNDO CANCHARI GUTIÉRREZ

AYACUCHO - PERÚ

2018

PRESENTACIÓN

El presente documento tiene como objetivo la automatización del diseño de redes de saneamiento, como aporte a la investigación en el campo de la ingeniería hidráulica. Esta investigación responde a la necesidad de optimizar recursos en el proceso de ejecución así como tiempo en el proceso de diseño, con el propósito de materializar los objetivos anteriores se plantea el diseño de un programa mediante una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (*lenguaje M*), **Matlab R2017a**, a su vez se incluirá las disposiciones dadas por el Reglamento Nacional de Edificaciones tanto como la adecuada disposición de recursos en su diseño todo esto con el deseo de contribuir en esta rama de la Ingeniería Civil.

Yaranga Prado, Víctor Hugo

hg123civil@gmail.com

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

Ayacucho, 2018.

DEDICATORIA

A mi familia por su apoyo incondicional

A Susana Chávez Carrasco, mi gemelo corazón

AGRADECIMIENTOS

*A todos los docentes de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga
- Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil, por su dedicación a la
catedra de esta interesante disciplina de las ingenierías.*

*A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma máter, por
haberme acogido en sus aulas.*

Índice general

Portada	I
Presentación	I
Dedicatoria	II
Agradecimientos	III
Índice General	IV
Índice de Cuadros	XIII
Índice de Figuras	XV
Resumen	1
 I ENSAYO DE INVESTIGACIÓN	 2
 1. GENERALIDADES	 3
1.1. Antecedentes	3

1.2. Legislación peruana en Sistemas de Saneamiento	7
1.3. Competencia nacional de las instituciones	8
1.4. Organismos internacionales:	8
1.5. Descripción de la Realidad Problemática	9
1.6. TÍTULO.	10
1.6.1. INTRODUCCIÓN	10
1.7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	10
1.7.1. Formulación del problema.	10
1.8. JUSTIFICACIÓN.	11
1.9. IMPORTANCIA.	12
1.10. OBJETIVOS	12
1.10.1. Objetivo General.	12
1.10.2. Objetivos Específicos.	12
1.11. HIPÓTESIS	13
1.11.1. Hipótesis Global.	13
1.11.2. Subhipótesis.	13
1.12. Variables e Indicadores.	13
1.12.1. Variables Independientes.	13
1.12.2. Variables Dependientes.	14
1.13. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	14
1.13.1. Preliminar.	14
1.13.2. Tipo de Investigación.	15

1.13.3. Diseño de la Investigación.	15
1.13.4. Nivel de Investigación.	15
1.14. Organización de la tesis	17
II ESTADO DEL ARTE	20
2. MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL	21
2.1. Introducción	21
2.2. Redes de alcantarillado	21
2.3. Sistemas de Alcantarillados	22
2.3.1. Alcantarillado convencionales	22
2.3.2. Alcantarillado no convencionales	24
2.4. Disposición de la red del alcantarillado	26
2.5. Elementos del alcantarillado	26
2.5.1. Ubicación y recubrimiento de tuberías	27
2.5.2. Coeficiente de rugosidad de Manning	29
3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE CANALES	32
3.1. Definición de Canal	32
3.2. Principios de Energía y Momentum	33
3.2.1. Energía del flujo en canales	33
3.2.2. Ecuación de Movimiento General.	34
3.2.3. Ecuación de Movimiento del flujo.	35

3.3. Flujo Permanente.	37
3.4. Flujo Uniforme	38
3.4.1. Características del flujo uniforme	39
3.4.2. Establecimiento del flujo uniforme	39
3.4.3. Expresión de la velocidad en flujo uniforme	40
3.4.4. La ecuación de Chézy	42
3.4.5. Cálculo del factor de resistencia de Chézy	45
3.4.6. La ecuación de Maning	46
4. PARÁMETROS DE DISEÑO	48
4.0.1. Tasa de crecimiento	48
4.0.2. Periodo de diseño	48
4.0.3. Población	49
4.0.4. Población futura	51
4.0.5. Dotación de agua	54
4.0.6. Dotación en casos especiales	55
4.1. Caudal de diseño	55
4.1.1. Caudal Promedio Q_m	55
4.1.2. Caudal máximo diario (Q_{md})	56
4.1.3. Caudal máximo horario (Q_{mh})	57
4.1.4. Caudal de contribución al alcantarillado	58
4.1.5. Dimensionamiento Hidráulico	58
4.1.6. Tensión tractiva	60

5. TEORÍA DE GRAFOS	62
5.1. Introducción	62
5.2. Grafo Simple:	62
5.3. Multigrafo:	63
5.4. Pseudografo:	64
5.5. Dígrafo:	65
5.6. Caminos:	66
5.7. Caminos y ciclos:	66
5.8. Grafos Etiquetados y Ponderados	67
5.9. Conexidad:	67
5.10. Grafos Planares	68
5.11. Representación de redes	69
5.11.1. Matriz de adyacencia	70
5.11.2. Matriz de incidencia	70
6. PROGRAMACIÓN LINEAL	72
6.0.1. Problema de programación lineal	72
6.0.2. Solución Factible	73
6.0.3. Solución óptima	74
6.0.4. Problema de programación lineal en forma estándar	74
6.1. Programación lineal Entera-Mixta	76
6.1.1. Método de Ramificación y Acotación (RA)	77

6.2. Programación Lineal Entera	81
6.3. Enfoque de ramificación y corte para resolver problemas de PEB	85
6.3.1. Antecedentes	85
7. PROGRAMACIÓN DINÁMICA	89
7.0.1. Análisis para el componente i	90
7.0.2. Características de un Problema de Programación Dinámica	96
7.0.3. Resolución de un Problema de Programación Dinámica	96
7.0.4. El Principio de Optimalidad como base de la Teoría De Programación Dinámica	97
III FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA	99
8. FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA	100
8.1. Planteamiento del problema de Optimización en el diseño de Redes de Alcantarillado	100
8.1.1. Elementos matemáticos de una red de alcantarillado	101
8.1.2. Fase 01: Planteamiento de la Red	101
8.1.3. Fase 02: Generación de rutas óptimas	103
8.1.4. Fase 03: Optimización de perfiles	108
IV MODELAMIENTO DEL PROBLEMA	110
9. MODELAMIENTO DEL PROBLEMA	111
9.1. Introducción	111

9.2. Solución al planteamiento de la Red	111
9.3. Solución para la generación de rutas optimas	113
9.3.1. Matriz de nodos:	114
9.3.2. Matriz de arcos:	114
9.4. Diagrama de flujo	116
9.4.1. Cálculo de $A_k(i, j)$ a partir de $A_{k-1}(i, j)$	122
9.5. Solución para la generación de perfiles óptimos	125
9.5.1. Primer Escenario	125
9.5.2. Segundo Escenario	128
9.5.3. Síntesis del Primer y Segundo escenario	132
9.5.4. Solución mediante Programación Dinámica	134

V VALIDACIÓN 142

10.VALIDACIÓN DEL MODELO: ASENTAMIENTO HUMANO UNIÓN

HUICHCCANA	143
10.0.1. Objetivo del Proyecto	144
10.1. Características principales	145
10.1.1. Aspectos físicos	145
10.1.2. Parámetros de diseño	146
10.2. Instalación del Sistema de Alcantarillado Sanitario	146
10.2.1. Instalación de la Red De Alcantarillado	146
10.2.2. Construcción de buzones:	147

10.3. Caracterización de la Tesis	147
10.4. Identificación de la población	148
10.4.1. Unidad Muestral	148
10.4.2. Unidad de análisis	148
10.4.3. Delimitación de la población	150
10.5. Determinación de la muestra	150
10.5.1. Cálculo del tamaño de muestra	150
10.5.2. Tipos de datos	151
10.5.3. Escalas de medición	151
10.6. Análisis de datos	152
10.6.1. Análisis exploratorio	152
10.7. Análisis descriptivo	154
10.7.1. Medidas de tendencia central	154
10.7.2. Medidas de variabilidad	155
10.8. Validación del modelo	156
10.9. Resumen de resultados :	157
10.9.1. Cuadro de buzones:	157
10.9.2. Cuadro de tuberías:	158

VI RESULTADOS 161

11. Análisis, resultado de la investigación y contrastación de la hipótesis	162
11.1. Análisis	162

11.1.1. Confiabilidad	162
11.1.2. Validez	163
11.1.3. Objetividad	164
11.2. Resultados de la investigación	164
11.3. Contrastación de hipótesis	164
12.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	167
12.1. Conclusiones	167
12.2. Recomendaciones	169
Bibliografía	170
VII Anexos	173
A. ETAPA I : PLANTEAMIENTO DE LA RED	174
B. ETAPA II: GENERACIÓN DE RUTAS ÓPTIMAS	175
C. ETAPA III: OPTIMIZACIÓN DE PERFILES	186
D. REPORTE DEL MODELAMIENTO EN MATLAB : Buzones	201
E. REPORTE DEL MODELAMIENTO EN MATLAB : Tuberías	211
F. REPORTE DEL MODELAMIENTO EN SEWERCAD DEL PROYEC- TO : Buzones	222
G. REPORTE DEL MODELAMIENTO EN SEWERCAD DEL PROYEC- TO : Tuberías	232

Índice de cuadros

2.1. Coeficiente de rugosidad de Manning, RAS2000	30
2.2. Coeficiente de rugosidad de Manning, RNE	31
4.1. Dotación de agua (l/hab/día)	54
4.2. Dotación de agua (l/hab/día)	54
4.3. Dotación de agua para instituciones educativas (l/hab/día)	55
9.1. Separación Máxima en función al Diámetro de las tuberías	112
9.2. Matriz de nodos	114
9.3. Matriz de arcos	114
9.4. Diámetro nominal y distancias máximas permisibles, RNE	134
10.1. Cuadro resumen de tuberías del expediente	146
10.2. Cuadro resumen de buzones del expediente	147
10.3. Tamaño de muestra - Costo en construcción de buzones	150
10.4. Tamaño de muestra - Costo en instalación de tuberías	150
10.5. Costo en instalación de tuberías	153

10.6. Costo máximo y mínimo en construcción de buzones	153
10.7. Medidas de tendencia central para costo en instalación de tuberías	155
10.8. Medidas de tendencia central para costo en construcción de buzones . . .	155
10.9. Medidas de dispersión en costo de instalación de tuberías	156
10.10 Medidas de dispersión en costo de construcción de buzones	156
10.11 Cuadro resumen de buzones obtenidos de aplicación del programa	158
10.12 Cuadro resumen de tuberías obtenidas de la aplicación del programa . . .	158

Índice de figuras

2.1. Transformaciones biológicas en alcantarillas	24
2.2. Sistema de convenciones	25
2.3. Formas típicas de las cámaras de inspección	27
3.1. Tipos de canales	33
3.2. Fuerza Actuante en un Fluido	35
3.3. Establecimiento de flujo uniforme en un canal largo	41
3.4. Deducción de la ecuación de Chézy para flujo uniforme en un canal abierto.	43
4.1. Curva S de crecimiento vegetativo.	50
4.2. Curva de variación de consumo del caudal máximo diario ($K1$)	57
4.3. Curva de variación de consumo del caudal máximo horario ($K2$)	58
4.4. Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular	61
5.1. Red de $n = 50$ (<i>vértices</i>) y $m = 100$ (<i>aristas</i>)	63
5.2. Red de $n = 16$ (<i>vértices</i>) y $m = 50$ (<i>aristas</i>)	64

5.3. Red de $n = 16$ (<i>vértices</i>) y $m = 50$ (<i>aristas</i>)	65
5.4. Clases de caminos	66
5.5. Grafo etiquetados y ponderados	67
5.6. Grafo planar	68
5.7. Clases de caminos	69
6.1. Programacion Lineal para dos variables	75
6.2. Conjunto de soluciones factibles de un PPLEE (puntos asociados a círculos)	78
6.3. Ilustración de estrategias de (a) búsqueda en anchura, y (b) búsqueda en profundidad.	81
7.1. Nomenclatura usada en programación dinámica	89
7.2. Primer problema de suboptimización	91
7.3. Tabulación de resultados del Primer problema de suboptimización	92
7.5. Tabulación de resultados del Segundo problema de suboptimización	92
7.4. Segundo problema de suboptimización	93
7.6. Resumen de los problemas de suboptimización	95
7.7. Ilustración del principio de optimalidad	98
8.1. Sector de estudio	102
8.2. Grafo del sector de estudio	102
8.3. Digrafo basado en la red de la zona de estudio	103
8.4. Restricciones del modelo matemático	104
8.5. Topografía con pendiente positiva	106

8.6. Topografía con pendiente negativa	106
8.7. Gráfica de función de costo	107
8.8. Perfil longitudinal	109
9.1. Diagrama de flujo de la matriz de conectividad	116
9.2. Diagrama de flujo de la función de costo	117
9.3. Diagrama de creación de la matriz de las condiciones de igualdad	117
9.4. Diagrama de creación de la matriz de las condiciones de desigualdad	118
9.5. Diagrama de flujo de solución al problema	119
9.6. Cálculo de $A_k(i, j)$ a partir de $A_{k-1}(i, j)$	122
9.7. Si el nuevo camino mínimo no pasa por el nodo $k - 1$	122
9.8. Si el nuevo camino mínimo no pasa por el nodo $k - 1$	123
9.9. Comparación de rutas	123
9.10. Diagrama de flujo del Algoritmo de Floyd-Warshall	124
9.11. Perfil longitudinal para el Caudal Máximo horario Inicial	125
9.12. Corte A-A Caudal Máximo horario Inicial	125
9.13. Pendiente para $\sigma_\tau = 1$ <i>pa</i> y diferentes tirantes, siendo además $n = 0,010$ y $D = 6$ <i>pu lg</i>	127
9.14. Caudal para diferentes pendientes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6$ <i>pu lg</i> .	128
9.15. Velocidad final y Velocidad máxima para diferentes pendientes y tirantes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6$ <i>pu lg</i>	129
9.16. Velocidad final y Velocidad crítica para diferentes pendientes y tirantes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6$ <i>pu lg</i>	130

9.17. Velocidad final y Velocidad crítica para diferentes pendientes y tirantes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6 \text{ pulg}$	130
9.18. Perfil longitudinal para el Caudal Máximo Final	131
9.19. Corte A-A, Caudal Máximo Final	131
9.20. Caudales críticos en períodos de diseño inicial y final	132
9.21. Perfil con pendiente negativa	136
9.22. Perfil con pendiente positiva	137
9.23. Diagrama de flujo para una topografía con pendiente negativa	138
9.24. Diagrama de flujo para una topografía con pendiente positiva	139
9.25. Perfil con 5 diámetros	140
9.26. Representación para el Proceso de Programación Dinámica para un perfil de 5 diámetros	141
10.1. Zona del proyecto	144
10.2. Red de alcantarillado Asentamiento Humano Unión Huichcana	149
10.3. Costo en instalación de tuberías	152
10.4. Costo en construcción de buzones	153
10.5. Comparación de precios en instalación de tuberías	159
10.6. Comparación de precios en construcción de buzones	160

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se inicia con la finalidad de contribuir a la Ingeniería Civil dentro del área de la Hidráulica, para ello se desarrolla un algoritmo como herramienta de análisis y diseño con el objetivo de facilitar y disminuir aquellos procedimientos del análisis de decisión que se presentan al momento de realizar la proyección de una red de saneamiento. La sección teórica de la presente tesis de investigación, explica los pasos y los procedimientos a seguir mediante Programación Dinámica que se desarrollan en los capítulos 7 , 6. Las nociones básicas para la definición del problema en cuestión se definen en los capítulos 2 , 3 , 4 y 5. En los capítulos 8 , 9 se presentan la formulación y la solución del problema planteado. En el capítulo 10, se hace referencia a la aplicación práctica mediante el programa elaborado, el cual permitirá comprobar la relación teórico-práctico. Finalmente en el capítulo **11** se realiza el análisis estadístico de los resultado obtenidos con el presentado por el proyecto. Se adjunta el código fuente en los Anexos A, B y C, además de los resultados del modelamiento mediante la metodología expuesta en el Capítulo 9 que se presentan en los anexos D, E,F, G.

Parte I

ENSAYO DE INVESTIGACIÓN

GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Desde hace más de un siglo, el sistema del alcantarillado ha sido percibido como una tecnología ideal, en particular, en las zonas urbanas. El drenaje o alcantarillado se inventó al principio para evacuar las aguas pluviales de las ciudades. Los romanos fueron grandes constructores de drenaje de aguas de lluvia y grises. Cuando edificaban una ciudad, empezaban por construir canales subterráneos. En Europa es hasta el siglo XII cuando las autoridades locales vuelven al método antiguo y se construyen canales debajo de las avenidas principales de las ciudades. Esto fue el principio de la llamada *Ingeniería Sanitaria*. En 1843 en Alemania, se construyó la primera red de alcantarillado moderna. Se estableció en Hamburgo en el marco de la reconstrucción de la ciudad a raíz de un incendio.

En la segunda mitad del siglo XX se ha producido una migración masiva de la población rural hacia el medio urbano, fenómeno evidente a escala mundial, y que ha de ir acompañado de una gran inversión en nuevas infraestructuras, siendo una de ellas la red de alcantarillado. No obstante, el hecho de ser una red subterránea, conjugado con el carácter esporádico de su funcionamiento a plena capacidad, hacen de ésta infraestructura una de

las más olvidadas a nivel político, ya que el ciudadano no percibe de forma directa su funcionamiento, siendo tan solo los fallos en el mismo lo que atraen a la opinión pública.

A inicios de los años 60, con la aparición de las primeras computadoras y se diseñaron programas para el calculo de redes de alcantarillado entre ellos:

- HYDRA: Es un Software para el análisis de sistemas de alcantarillados municipales. Ha probado su confiabilidad por más de 30 años. Además ha sido un estándar en la industria en Estados Unidos y Canadá, desde su inicio comercial como programa de computación para modelación hidráulica de sistemas de alcantarillado en 1973. Es un software que sirve para el análisis de cuencas urbanas y redes de alcantarillado. Se trata de un código de dominio público, disponible desde 2004 y que permite modelar el comportamiento de las cuencas urbanas y la hidráulica de las redes de alcantarillado.
- SEWERGEMS: Es un modelo completamente dinámico y de flujo no permanente para el análisis de Sistemas de Drenaje Urbano que bien podrán ser Sanitarios, Pluviales y/o Combinados. Es un modelo multiplataforma con soporte a plataformas Stand Alone, AutoCAD, MicroStation y ArcGIS.

Es una novedosa y potente herramienta para el ingeniero civil especializado en el área sanitaria, que ofrece un eficiente sistema de cálculo de redes de alcantarillado pluvial y/o sanitario.

Como criterio fundamental el sistema busca obtener la menor excavación posible en la zona de proyecto, cumpliendo con los requisitos mínimos de:

1. Fuerza de arrastre de las partículas de arena
2. Velocidad
3. Profundidad

4. Ancho de la zanja adecuado para la construcción
 5. Condiciones críticas de flujo
- CIVIL ADS (Módulo para análisis y diseño de redes de drenaje sanitario y pluvial urbano) Contiene extensa ayuda en español y rutinas útiles para el cálculo geométrico y cuantificación de elementos de redes de alcantarillado. Para los datos como:
 1. Coeficiente de rugosidad de Manning
 2. Diámetros efectivos
 3. Detalles constructivos

Se tomaron en cuenta las características específicas de la tubería, conexiones y materiales fabricados por ADS Mexicana. Analiza redes sanitarias mediante método de Harmon obtiene volúmenes de obra en excavaciones y rellenos optimiza diámetros de tuberías.

- ALCONW Es un programa de computador que realiza Diseños y Simulaciones del comportamiento hidráulico de redes de Alcantarillados Sanitarios.

El programa cuenta con diversas utilidades que le permiten al usuario incorporar la información básica de la red desde archivos de Excel, generar planos, tanto en planta como en perfiles de la red, facilita la estimación de cantidades de obras, genera reportes de resultados completamente compatibles con Excel .

1. No tiene límite en cuanto al tamaño de la red que puede procesarse
2. las condiciones hidráulicas de la red se calculan mediante las fórmulas de Manning y considerando la variabilidad de coeficiente de fricción de esta fórmula con el tirante del flujo.
3. Contempla el enlace de los colectores por cota batea, por cota clave y por la línea de energía de acuerdo con lo determinado por el RAS.

4. Admite caídas determinadas por el usuario para cualquier cámara de la red.
 5. Permite tener varias cámaras finales y por tanto simular varias redes en el mismo archivo de datos.
 6. Admite simular caudales puntuales en cualquier cámara, como por ejemplo bombeos que descargan en la red o descargas de otros sectores o redes.
 7. Permite usar bases de diámetros comerciales propuestas por el usuario.
 8. Considera que década cámara no final solo puede salir un tramo ó tubería que evacua todo el agua que llega a dicha cámara.
 9. Permite considerar por cada tramo de la red, los diferentes tipos de aportes de agua residual como son las aguas Residuales Domésticas, Comerciales, Institucionales, Industriales, etc.
 10. En general permite que todos los parámetro de diseño sean variables por cada tramo de la red.
- **HIDROWORKS** Desarrollado por Wallingford Software y Anjou Reserche. Permite la modelación integrada de alcantarillados y ríos (Marinaki y Papageorgiou, 2005)
Es un modelo que engloba todos los procesos de la hidrología urbana, lluvias, escorrenta, etc., pensado para desarrollarse en ordenador personal. Un sistema de menus autoexplicativos lleva al usuario a realizar el proceso de calculo, desde el principio al final.
 - **SEWERUP**
Es un software para diseño de redes de alcantarillado, fácil de usar, que dispone de todas las prestaciones profesionales posibles. Ha sido concebido para ser de uso intuitivo y sencillo. Sirve tanto para realizar nuevos diseños de sistemas de alcantarillado, como para modelar sistemas existentes. En tiempos mínimos se pueden obtener diseños óptimos y planos definitivos listos para la ejecución de la obra.

- SWERCAD Ideal para el diseño de sistemas y rehabilitación de alcantarillado sanitario, SewerCAD le ayudará a optimizar su inversión en infraestructura de drenaje con una gran variedad de herramientas de análisis y diseño poderosas y fáciles de usar. Características SewerCAD se puede ejecutar como una aplicación independiente o directamente dentro de AutoCAD.

La interfaz autónomo proporciona un entorno sencillo para los nuevos y experimentados creadores de modelos con una gran cantidad de herramientas de productividad que facilitan la construcción de modelos , revisión y edición de datos de flujos de trabajo.

Se ha realizado la verificación de la relación de estudios de investigación realizadas sobre el presente tema en la biblioteca de la Universidad San Cristóbal de huamanga en la que no se encontraron trabajos a nivel de pre-grado sobre la materia.

1.2. **Legislación peruana en Sistemas de Saneamiento**

El objetivo principal del Gobierno del Perú en el sector saneamiento es dotar del acceso a los servicios saneamiento a todos los habitantes de las zonas urbanas al año 2021 y lograr la universalización de estos servicios en forma sostenible antes del año 2030, de acuerdo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, a los cuales el Perú se ha adherido.

El nuevo Marco Normativo del sector saneamiento, esta constituido por tres normas:

- **El Decreto Legislativo N° 1280**, que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento
- **El Decreto Legislativo N° 1284**, Decreto Legislativo que crea el Fondo de Inversión Agua Segura

- **El Decreto Legislativo N° 1285**, ley de Recursos Hídricos, que establece disposiciones para la adecuación progresiva a la autorización de vertimientos y a los instrumentos de gestión ambiental [16].

1.3. Competencia nacional de las instituciones

En nuestro país las entidades que están encargadas normar y fijar las condiciones exigibles en la elaboración y ejecución de proyectos de saneamiento:

- **Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento(MVCS):** El Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento es el órgano rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son:

1. Vivienda
2. Construcción
3. **Saneamiento**
4. Urbanismo y desarrollo urbano
5. Bienes estatales
6. Propiedad urbana

1.4. Organismos internacionales:

- **Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS):**

EL Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS) es el centro regional de tecnología ambiental de la Organización Panamericana de la

Salud Oficina regional (OPS), Oficina regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud.

1.5. Descripción de la Realidad Problemática

El sistema de disposición de aguas residuales, pluviales, combinadas o industriales, constituye un factor importante y decisivo en saneamiento ambiental de una ciudad. El la instalación de sistemas de alcantarillado a una población, es una preocupación para el estado y para la sociedad en su conjunto, dicha preocupación crece, al mismo ritmo en que las poblaciones aumentan.

En el Perú, si consideramos que una vivienda cuenta con acceso a un sistema adecuado de saneamiento, cuando este está conectado a algún sistema de eliminación de excretas, o en su defecto recibe algún tipo de tratamiento, a fin de evitar enfermedades, entonces se observa en el Perú, que del total de viviendas con ocupantes presentes, el 59,0 % cuenta con un sistema adecuado de eliminación de excretas (debido a que el 54,1 % cuenta con servicios higiénicos conectados a red pública de desagüe dentro o fuera de la vivienda y el 4,9 % utiliza pozos sépticos), sin embargo, es importante notar que un considerable 21,8 % utiliza pozos negros, ciegos o letrinas, otro considerable 17,4 % no tiene servicio higiénico y un pequeño 1,8 % hace uso de ríos, acequias o canales, sumando los tres en conjunto el 41,0 % de las viviendas, es decir, casi la mitad de las viviendas no disponen de un adecuado sistema de eliminación de excretas, lo cual pone en riesgo la salud de la población y contribuye a la contaminación de las fuentes de agua necesarias para el consumo humano. Este problema se agudiza más en el área rural donde el 92,4 % no cuenta con un adecuado sistema de saneamiento [11].

Debido a la realidad anteriormente descrita es de orden primordial optimizar recursos en la construcción de redes de alcantarillado

1.6. TÍTULO.

OPTIMIZACIÓN EN EL DISEÑO DE REDES DE ALCANTARILLADO MEDIANTE PROGRAMACIÓN DINÁMICA

1.6.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de alcantarillado se diseñan mediante técnicas de ensayo error, cumpliendo con las restricciones de velocidades, fuerzas tractivas mínimas y tirantes máximos, pero este proceso se basa más en la experiencia y la repetición, que en la búsqueda de la solución que utilice menos recursos.

1.7. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El sistema de disposición de aguas residuales, pluviales o combinadas e industriales, constituye un factor importante y decisivo en saneamiento ambiental de una ciudad. En la instalación de sistemas de alcantarillado a una población, es una preocupación para el estado y para la sociedad en su conjunto, dicha preocupación crece, al mismo ritmo en que las poblaciones aumentan. La inversión en sistemas de disposición adecuada y tratamiento de aguas residuales; la no contaminación de los cuerpos de agua previenen enfermedades de origen hídrico al igual que el manejo inadecuado de las aguas de lluvia produce inundaciones en grandes zonas territoriales.

1.7.1. Formulación del problema.

Es importante realizar una investigación en este tema y corroborar la posibilidad de obtener diseños de redes, que permitan optimizar recursos, a través de un modelo matemático (programación dinámica) y que puedan ser proyectados para su construcción.

Problema principal.

1. ¿Cómo optimizar el diseño de una red de alcantarillado mediante **Programación Dinámica**?

Problemas secundarios.

1. ¿La aplicación de **Programación Dinámica** reducirá costos en el diseño de redes de alcantarillado?
2. ¿Qué parámetros deben tomarse en consideración para que el diseño cumpla todas las restricciones establecidas a mínimo costo?
3. ¿Qué parámetro es el más influyente en la función costo del diseño de redes de alcantarillado ?

1.8. JUSTIFICACIÓN.

La presente investigación se hace porque de las múltiples opciones de diseño de alcantarillado se necesita conocer el que menos recursos precise para su DISEÑO, porque la investigación que realizara sobre los métodos de optimización, nos permitirá proponer una alternativa en el diseño para la reducción de costos en redes de alcantarillado cumpliendo con las restricciones físicas. las limitaciones de esta investigación son :

1. El trabajo de investigación alcanzará estudios a nivel de pregrado aplicando los conocimientos adquiridos en las aulas universitarias.

1.9. **IMPORTANCIA.**

La presente investigación tiene como fin evaluar criterios de optimización mediante Programación Dinámica en el diseño de redes de alcantarillado, la aplicación del método permitirá la asignación adecuada de cada parámetro físico: pendiente, diámetro y altura de buzones, teniendo en cuenta la minimización de costos en el diseño de la red.

1.10. **OBJETIVOS**

1.10.1. **Objetivo General.**

1. Optimizar el diseño de redes de alcantarillado mediante **Programación Dinámica.**

1.10.2. **Objetivos Específicos.**

1. Reducir costos en el diseño de redes de alcantarillado mediante **Programación Dinámica**
2. Determinar los parámetros que deben tomarse en consideración para que el diseño de redes de alcantarillado cumpla con las restricciones establecidas en el RNE a un mínimo costo.
3. Determinar el parámetro más influyente en la función de costo en el diseño de redes de alcantarillado.

1.11. HIPÓTESIS

1.11.1. Hipótesis Global.

1. La **Programación Dinámica** optimiza el diseño de redes de alcantarillado.

1.11.2. Subhipótesis.

1. La elaboración de un código, basado en **Programación Dinámica**, reduce costos en el diseño de redes de alcantarillados.
2. Los parámetros que se toman en consideración para el diseño de redes de alcantarillado permiten que se cumplan las restricciones dadas por el RNE a un mínimo costo.
3. El parámetro mas influyente en la función de costo es primordial para minimizar costos en el diseño de redes de alcantarillado.

1.12. Variables e Indicadores.

1.12.1. Variables Independientes.

1. Diámetros de las tuberías.
2. Pendiente de las tuberías.
3. Ancho de excavación.

Indicadores independientes

1. Dimensión transversal de la tubería.
2. Grado de inclinación de las tuberías.
3. Dimensión transversal de la excavación.

1.12.2. Variables Dependientes.

1. Costo de la red.
2. Velocidad del fluido.
3. Fuerza tractiva del fluido.

Indicadores dependientes

1. Asignación optima de recursos.
2. Tiempo de transporte del fluido.
3. Auto-limpieza en la tubería.

1.13. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

1.13.1. Preliminar.

En el campo de la investigación, la metodología de investigación se refiere la manera con la que un investigador aborda el objeto de su estudio, e incluye las técnicas, estrategias, tácticas y procedimientos que se utilizaran para lograr dar cumplimiento a los objetivos planteados.

1.13.2. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación se refiere a la profundidad con la que un investigador ha decidido abordar el objeto de su estudio. De acuerdo a lo expresado, el tipo de investigación se encuentra ligado a los objetivos que se plantean en el trabajo, puesto que estos determinan las finalidades o logros a los que se desean alcanzar, y que a su vez se expresan en los resultados que se obtienen al finalizar el proceso de investigación. En esta investigación titulada *"Optimización el diseño de redes de alcantarillado mediante Programación Dinámica "* está enmarcada dentro de la modalidad de Investigación *Descriptiva-Explicativa*. El objetivo de esta investigación es elaborar un código que permita determinar las pendientes, diámetros de los colectores y emisores así como las profundidades de los buzones que proporcionan el costo más óptimo cumpliendo con las restricciones de velocidades y fuerzas tractivas.

1.13.3. Diseño de la Investigación.

De acuerdo a las necesidades de esta investigación, los criterios que se consideran pertinentes para dar cumplimiento a los objetivos planteados se muestran seguidamente:

1.13.4. Nivel de Investigación.

En este caso, se decidió abordar la presente investigación con los criterios correspondientes al de una investigación *Descriptiva-Explicativa*, puesto que se desea, obtener lo expresado en los objetivos específicos, determinar los parámetros físicos de un sistema de alcantarillado que proporcionan el costo más óptimo cumpliendo las restricciones dadas por el *RNE-OS070*¹.

¹Reglamento Nacional de Edificaciones en su apartado OS070

De acuerdo a las necesidades de ésta investigación, los criterios que se consideran pertinentes para dar cumplimiento a los objetivos planteados, se plantean de la siguiente manera:

1. ***Tipo de investigación:*** En este caso se decidió abordar la presente investigación con los criterios correspondientes al de una *Descriptiva-Explicativa*, puesto que lo que se desea, tal como se expresó en los objetivos específicos ,es descubrir los elementos que caracterizan el evento de estudio, es decir, la mejor utilización de los parámetros de diseño permita el mínimo consumo de recursos cumpliendo las restricciones de *RNE-OS070*.
2. ***Número de eventos o variables de estudio:*** en este trabajo, el criterio se corresponde al de un solo evento, optimización de redes de alcantarillado, con variables antes descritas que nos permitan describir y desarrollar cada solución planteada.
3. ***Manipulación de variables:*** en este trabajo habrá manipulación de variables, puesto que se provoca, intencionalmente, al menos una causa y se analiza sus efectos o consecuencias, esta característica corresponde al de una *Investigación Experimental*.
4. ***Temporalidad:***este criterio alude a dos perspectivas; en la primera, se refiere a la duración del estudio, que la cual es el de una investigación de tipo ***Descriptiva-Explicativa***, puesto que el estudio se realizará en un periodo de tiempo definido y corto; en la segunda perspectiva, se refiere al momento en el que se realiza la investigación y que, en este caso, corresponde al momento actual o contemporáneo.
5. ***Fuentes de información:***este criterio se refiere a cuál es el contexto en el que se desarrollará el estudio, y de dónde surgirán los datos que darán cuenta de los evento o variables que son investigados. En este caso se recurrirá a fuentes documentales que aportaran los datos a los que se harán referencia .

En consecuencia, el diseño de la investigación de este trabajo corresponde al de una investigación *Descriptiva-Explicativa*, experimental, univariada, transeccional, de fuente documentada.

1.14. Organización de la tesis

- En el **Capítulo 1**, describe en forma general la tesis en introducción, motivación de la investigación, los objetivos de la tesis y su organización.
- En el **Capítulo 2**, se presenta conceptos de redes de saneamiento así como su composición y sus elementos. Además se distinguen los tipos de redes existentes.
- En el **Capítulo 3**, se desarrolla los conceptos esenciales de la hidráulica de canales abiertos así como ecuaciones representativas y el desarrollo de estas a través del tiempo, se da una breve descripción de los tipos de flujos existentes.
- En el **Capítulo 4**, se describen los parámetros de calculo a tomar en consideración para el dimensionamiento de los caudales que serán asignados a una red de saneamiento como : Población futura, Dotación, Caudal medio anual, Caudal máximo diario, Caudal máximo horario.
- El **Capítulo 5**, corresponde a la teoría de grafos que se desarrolla con el fin de formalizar la descripción de las redes de saneamiento. Este capítulo da las definiciones necesarias para el planteamiento del problema.
- El **Capítulo 6**, enfoca el análisis de toma de decisión a través de una proceso matemático conocido como Programación Entera Binaria (Cuyo algoritmo de solucion se basa en el principio de Optimalidad de Bellaman).

- En el **Capítulo7**, se desarrolla los conceptos de la Programación Dinámica y el principio de Bellman que se adaptaran posteriormente al planteamiento y solución del problema propuesto en este trabajo.
- En el **Capítulo8**, se plantea formalmente el problema de la optimización de redes de saneamiento haciendo uso de los conceptos y métodos desarrollados en los capítulos anteriores.
- En el **Capítulo9**, se hace uso de las herramientas de programación matemática que provee el software utilizado (**MATLAB 2017a**) a la par que se desarrolla el esquema de la solución al problema planteado mediante diagramas de flujo.
- En el **Capítulo10**, se presenta un caso particular de estudio para la validación del código realizado así como la comparación y el análisis de los resultados obtenidos .
- En el **Capítulo11**, realiza la comparación del resultado obtenidos con el presentado por el proyecto descrito en el capitulo anterior así como el análisis de estadístico de ambos casos.
- **Bibliografía**, Ofrece una amplia relación de bibliografía empleada para la realización de la investigación.
- En el **Apéndice A**, presenta el contenido del código realizado para la primera etapa esto es la ubicación de buzones así como el trazo de tuberías.
- En el **Apéndice B**, presenta el contenido del código realizado para la obtención de rutas óptimas.
- En el **Apéndice C**, presenta el contenido del código realizado para la obtención de perfiles óptimas utilizando **Programación Dinámica** .
- En el **Apéndice D**, se presentan los resultados obtenidos para las alturas de las cámaras de inspección.

- En el **Apéndice E**, se presentan los resultados obtenidos para las cotas de salida y entrada de cada tubería además de cada uno de sus diámetros.
- En el **Apéndice F**, se presentan los resultados presentados en el expediente técnico para las alturas de las cámaras de inspección.
- En el **Apéndice G**, se presentan los resultados presentados en el expediente técnico para las cotas de salida y entrada de cada tubería además de cada uno de sus diámetros.

Parte II

ESTADO DEL ARTE

MARCO TEÓRICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1. Introducción

En esta parte de la investigación se desarrolla el marco teórico y el marco conceptual los cuales contienen el conocimiento definido y aceptado hasta la fecha de las variables identificadas para el desarrollo de la investigación: Ingeniería Hidráulica, Redes de Saneamiento, Ecuaciones que gobiernan los fluidos por gravedad, Teoría de redes, Programación Entera Binaria y Programación Dinámica.

2.2. Redes de alcantarillado

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por lluvia. De no existir estas redes de recolección de aguas, se pondría en grave peligro la salud de las personas debido al riesgo de enfermedades epidemiológicas y, además, se causarían importantes pérdidas materiales.

Todo lugar que o población que cuente con un sistema de suministro de agua, de cualquiera que sea su procedencia, requiere un sistema de evacuación llamado alcantarillado [4].

Las aguas residuales pueden tener varios orígenes:

1. **Aguas residuales domésticas** Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia inorgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.
2. **Aguas residuales industriales** Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y, debido a su naturaleza, pueden contener, además de los componentes citados anteriormente respecto a las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, níquel, cobre y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.
3. **Aguas Pluviales** Proviene de la precipitación pluvial y, debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, pueden contener una gran cantidad de sólidos suspendidos; en zonas de alta contaminación atmosférica, químicos. pueden contener algunos metales pesados y otros elementos químicos

2.3. Sistemas de Alcantarillados

Los sistemas alcantarillados ser de dos tipos: convencionales o no convencionales.

2.3.1. Alcantarillado convencionales

En general, los alcantarillado convencionales han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran

flexibilidad en la operación, necesaria en muchos casos debido a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad y su estimación futura, a un sistema de mantenimiento inadecuado o insuficiente que conlleva a un análisis de mayor exigencia de las normas y por tanto unos costos mayores. Los sistemas no convencionales surgen como respuesta de saneamiento básico de poblaciones con recursos económicos limitados, pero en sistemas poco flexibles que requieren una mayor definición y control de los caudales de un mantenimiento intensivo, y mas importante aun que la parte tecnológica, necesitan una cultura de la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que estos pueden tener [7].

Los sistemas de alcantarillados convencionales se clasifican así, según el tipo de agua que conduzcan:

1. **Alcantarillado separado** Un sistema de alcantarillado separado es aquel en el cual se independiza la evacuación de las aguas residuales y lluvias. Se tiene entonces:

- **Alcantarillado sanitario**

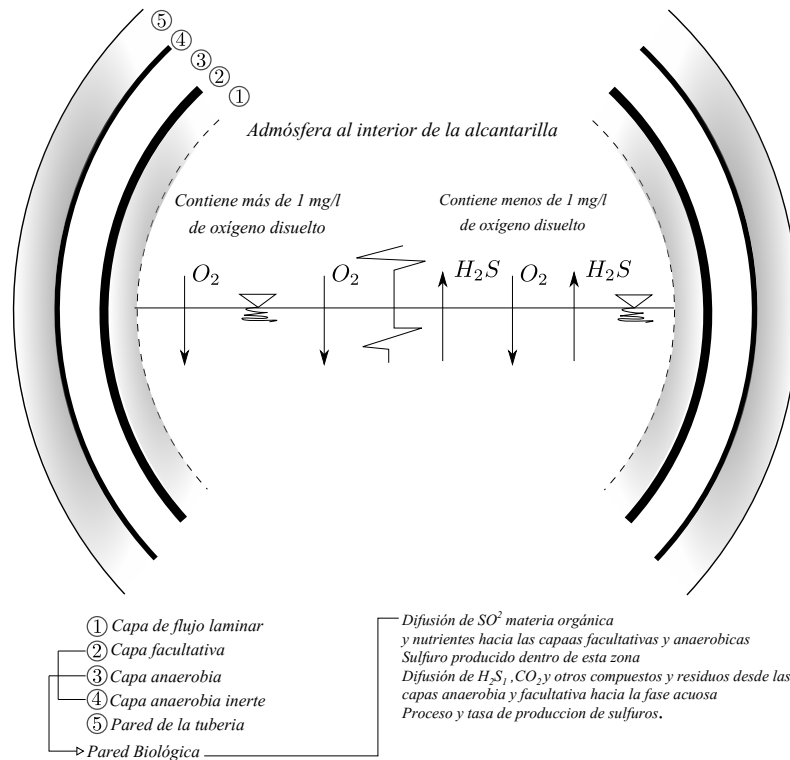
Se diseña para recibir, evacuar, conducir u disponer las aguas domesticas, de establecimientos comerciales y pequeñas plantas industriales; por lo general, las aguas negras sin fermentación son ligeramente alcalinas o neutras y bastante diluidas. Por lo tanto un sistema sanitario bien proyectado, construido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

En conductos viejos, cuando la corriente es lenta o se estanta debido al mal alineamiento o asentamiento del conducto, pueden acumularse en ciertos puntos materias organicas putrecibles [4].

- **Alcantarillado pluvial** Es el sistema de evacuación de la esorrentía superficial producida por la precipitación.

2. **Alcantarillado combinado** Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domésticas e industriales) y las aguas lluvias.

Figura 2.1: Transformaciones biológicas en alcantarillas



Fuente: Referencia [9]

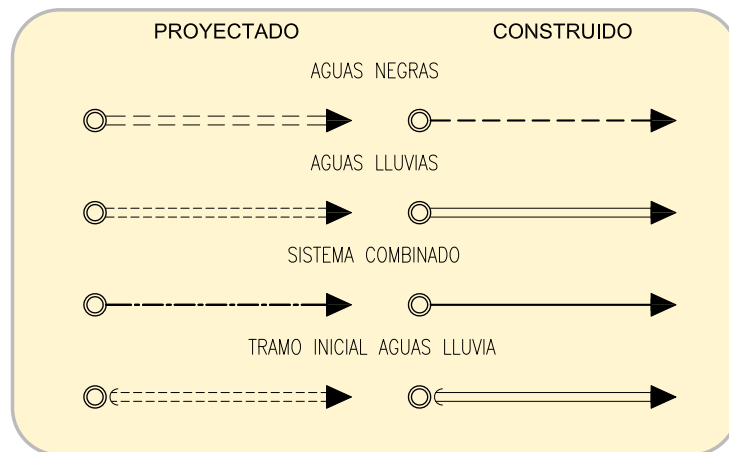
Convenciones

En los sistemas de alcantarillados, se han establecido las convenciones para la presentación de los planos e incorporación de las nuevas construcciones.

2.3.2. Alcantarillado no convencionales

Los sistemas de alcantarillados no convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limitan a la evacuación de las aguas residuales.

Figura 2.2: Sistema de convenciones



Fuente: Referencia [9]

1. **Alcantarillado simplificado** Un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de equipos de mejores equipos de mantenimiento.
2. **Alcantarillados condominiales** Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas (<1 hectárea) y las conducen a un sistema de alcantarillado convencional.
3. **Alcantarillados sin arrastre de sólidos** También conocidos como de alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro pequeño que no tienen que seguir un gradiente de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunos tramos.

El tipo de alcantarillado que se ha de usar depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Por ejemplo, en algunas localidades pequeñas, con determinadas condiciones topográficas, se podría pensar en un sistema de

alcantarillado sanitario inicial, dejando correr las aguas lluvias por las calzadas de las calles. La anterior condición permite aplazar la construcción del sistema de alcantarillado pluvial hasta que el problema de las aguas lluvias sea de alguna consideración. Unir las aguas residuales con las aguas lluvias, es decir, un alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, ya que este caudal combinado es muy variable en cantidad y calidad, lo cual genera perjuicios en los procesos de tratamiento. Se debe procurar entonces, hasta donde sea posible, una solución separada al problema de la conducción de aguas residuales y aguas lluvias.

2.4. Disposición de la red del alcantarillado

No existe una regla general para la disposición de la red del alcantarillado, ya que ésta se debe ajustar a las condiciones de terreno que se disponga.

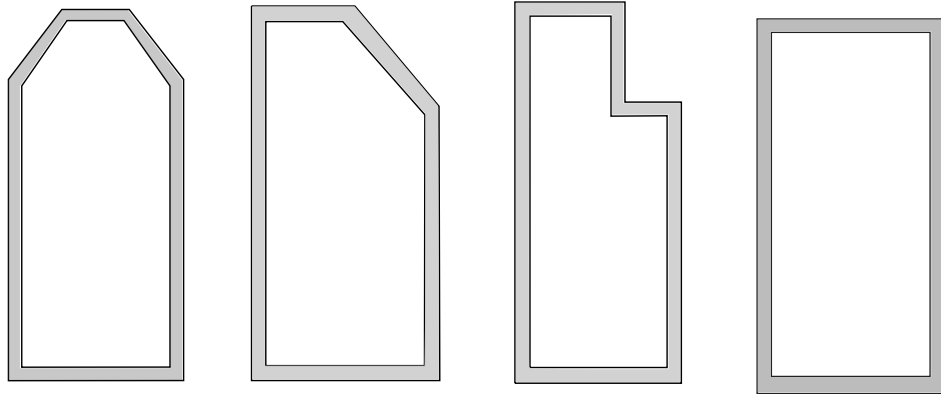
2.5. Elementos del alcantarillado

La red del alcantarillado, además de los colectores o tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema. Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- Pozos de inspección
- Cámaras de caída
- Aliviaderos frontales o laterales
- Sifones invertidos

- Sumideros y rejillas
- Conexiones domiciliarias

Figura 2.3: Formas típicas de las cámaras de inspección



Fuente: Referencia [9]

2.5.1. Ubicación y recubrimiento de tuberías

En las calles o avenidas de 20 m de ancho o menos se proyectará una sola tubería principal de preferencia en el eje de la vía vehicular

En avenidas de más de 20 m de ancho se proyectará un colector a cada lado de la calzada.

La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería debe ser como mínimo 1,5 m. La distancia entre los planos tangentes de las tuberías de agua potable y red de aguas residuales debe ser como mínimo de 2 m.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1,0 m en las vías vehiculares y de 0,60 m en las vías peatonales. Los recubrimientos menores deben ser justificados.

En las vías peatonales, pueden reducirse las distancias entre las tuberías y entre éstas y el límite de propiedad, así como, los recubrimientos siempre y cuando:

Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o rotura.

Si las vías peatonales presenten elementos(bancas, jardineras, etc.) que impidan el paso de vehículos.

En caso de posibles interferencias con otros servicios públicos, se deberá coordinar con las entidades afectadas con el fin de diseñar con ellas, la protección adecuada.

La solución que adopte debe contar con la aprobación de la entidad respectiva.

En los puntos de cruce de colectores con tuberías de agua de consumo humano, el diseño debe contemplar el cruce de éstas por encima de los colectores, con una distancia mínima de 0,25 m medida entre los planos horizontales tangentes. En el diseño se debe verificar que el punto de cruce evite la cercanía a las uniones de las tuberías de agua para minimizar el riesgo de contaminación del sistema de agua de consumo humano.

Si por razones de niveles disponibles no es posible proyectar el cruce de la forma descrita en el ítem anterior, será preciso diseñar una protección de concreto en el colector, en una longitud de 3 m a cada lado del punto de cruce.

La red de aguas residuales no debe ser profundizada para atender predios con cota de solera por debajo del nivel de vía. En los casos en que se considere necesario brindar el servicio para estas condiciones, se debe realizar un análisis de la conveniencia de la profundización considerando sus efectos en los tramos subsiguientes y comparándolo con otras soluciones.

Para efectos del dimensionamiento de tuberías en alcantarillados, es frecuente asumir el flujo uniforme y permanente. En estas condiciones, la lámina de agua es paralela al fondo de la tubería y la velocidad es constante a lo largo del trayecto, es decir, que la línea de energía es paralela a la lámina de agua. La anterior hipótesis de diseño se puede adoptar con seguridad para tuberías con diámetro inferior a 24”(600 mm). En colectores con diámetros superiores a 36”(900 mm) se debe hacer el diseño para flujo no uniforme (gradualmente variado) y permanente. Los colectores entre 24”y 36”pueden diseñarse para flujo uniforme, pero es conveniente revisar el diseño para flujo gradualmente variado. En

todo caso, la sección de flujo en tuberías debe corresponder al diámetro interno real, según lo indique el fabricante, de acuerdo con el material y tipo de tubería.

2.5.2. Coeficiente de rugosidad de Manning

La selección del coeficiente de rugosidad es una determinación crítica en el dimensionamiento de la tubería. Un valor muy alto resulta en un sobredimensionamiento y en un diseño antieconómico; por el contrario, un valor muy bajo resulta en una tubería con capacidad insuficiente para transportar el caudal de diseño. Adicionalmente, el coeficiente de rugosidad se ve influenciado por diversos factores durante la vida útil de la tubería, tales como:

1. **Tipo y número de uniones** Dependiendo del material de la tubería, se fabrica en tramos cortos o largos, aumentando el número de uniones en cada tramo
2. **Desalineamiento horizontal del conducto** Dependiendo del material de la tubería, se fabrica en tramos cortos o largos, aumentando el número de uniones en cada tramo
3. **Desalineamiento vertical del conducto** Causado generalmente por asentamientos diferenciales, produciendo el despalmado de las juntas y fisuras en las tuberías.
4. **Sedimentación de materiales** Causado generalmente por asentamientos diferenciales, produciendo el despalmado de las juntas y fisuras en las tuberías
5. **Reducción de la sección de flujo** Causado por la eventual sedimentación de material, aplastamiento de la tubería o incrustaciones.
6. **Crecimiento de la película dentro de la tubería:**

Después de unos meses de funcionamiento de un alcantarillado sanitario, las paredes de la tubería se revisten de unas capas de biomasa denominada película biológica.

Este crecimiento de biomasa se presenta en todos los materiales de tubería, lo cual permite definir un coeficiente de rugosidad único (independiente del material de la tubería) para alcantarillados sanitarios, teniendo como base un coeficiente de seguridad entre 1,2 y 1,3 con respecto al coeficiente de rugosidad determinado en tuberías nuevas y condiciones de laboratorio.

A causa de las últimas dos condiciones anteriores, el coeficiente de rugosidad en alcantarillados sanitarios puede tomar valores entre 0,009 y 0,013. La condición más conservadora o usualmente adoptada es definir $n = 0,013$, teniendo en cuenta la posibilidad de ocurrencia de los demás factores que afectan el coeficiente de rugosidad.

En alcantarillados sanitarios de pequeñas poblaciones en donde el mantenimiento suele ser muy esporádico, al igual que en alcantarillados pluviales, es posible trabajar con coeficientes de rugosidad mayores discriminando el material de la tubería, tal como se presenta en la tabla siguiente, extraída de la norma RAS-2000 ¹ y del RNE ² [9]:

Cuadro 2.1: Coeficiente de rugosidad de Manning, RAS2000

Material de la tubería	Coeficiente de rugosidad, n
Conductos cerrados	
Asbesto-cemento	0.011-0.015
Concreto interior liso	0.011-0.015
Concreto interior rugoso	0.015-0.017
Arcilla vitrificada, gres	0.011-0.015
PVC y fibra de vidrio	0.010-0.015
Metal corrugado	0.022-0.026
Canales abiertos	
Revestimiento en ladrillo	0.012-0.018
Revestimiento en concreto	0.011-0.020
Revestimiento rip-rap	0.020-0.035
Sin revestimiento	0.018-0.035

Fuente: RAS2000

¹ *RAS*: Reglamento Técnico del sector de Agua Potable y Saneamiento Básico

² *RNE*: Reglamento Nacional Edificaciones

Cuadro 2.2: Coeficiente de rugosidad de Manning, RNE

Conductos cerrados	Coeficiente de rugosidad, n
Asbesto-cemento	0.010
Hierro Fundido Dúctil	0.010
Cloruro de Polivinilo	0.010
Poliéster Reforzado con fibra de vidrio	0.010
Concreto Armado Liso	0.013
Concreto Armado con revestimiento de PVC	0.010-0.015
Arcilla vitrificada	0.010

Fuente: Reglamento Nacional Edificaciones

CÁLCULO HIDRÁULICO DE CANALES

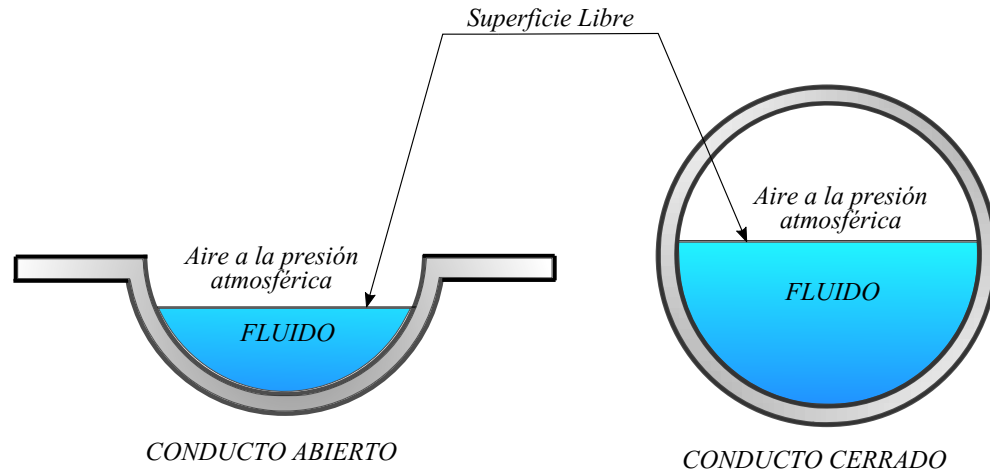
Desde hace por lo menos 5000 años el hombre ha inventado y construido obras para el aprovechamiento del agua; entre las más antiguas están los canales, usados para llevar el agua de un lugar a otro [19].

El flujo en una tubería o canal se determina a partir de las características de desplazamiento y velocidad de una partícula del fluido. Si las características permanecen constantes en el espacio, se presenta flujo uniforme, en tanto que si permanecen constantes en el tiempo se presentan flujo permanente. Contrariamente, se clasifica el flujo como no uniforme o no permanente [6].

3.1. Definición de Canal

Los canales son conductos abiertos o cerrados en los cuales el agua circula debido a la acción de la gravedad y sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera; esto quiere decir que el agua fluye impulsada por la presión atmosférica y de su propio peso.

Figura 3.1: Tipos de canales



Fuente: Referencia [19]

3.2. Principios de Energía y Momentum

3.2.1. Energía del flujo en canales

En hidráulica elemental se sabe que la energía total del agua cualquier línea de corriente que pasa a través de una sección de canal puede expresarse como la altura total de agua, que es igual a la suma de la elevación por encima del nivel de referencia, la altura de presión y la altura de velocidad.

Se entiende por flujo unidimensional cuando se ignora las variaciones de los cambios en la velocidad y la presión en el sentido perpendicular a la dirección principal del flujo. Para su solución numérica se tiene como base fundamental los tres principios derivados de la física:

- Conservación de la Masa.

- Conservación de la Energía.
- Impulso-Cantidad de Movimiento: Conservación del Momentum

3.2.2. Ecuación de Movimiento General.

Es importante mencionar las ecuaciones que provocan el movimiento de una masa elemental, para caso nuestro la masa elemental es el *fluido*. De la segunda ley de Newton se sabe que la fuerza es igual a la masa por la aceleración (resultado vectorial):

$$F = ma \quad (3.2.1)$$

Multiplicando ambos miembros por la componente longitud 's' paralela a la dirección de la fuerza y la aceleración, e integrando estas expresiones se tiene como resultado la Ecuación de Energía (expresión escalar):

$$\int_{s_1}^{s_2} F ds = m \int_{s_1}^{s_2} a ds = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) \quad (3.2.2)$$

De la misma forma multiplicando ambos miembros por el factor tiempo a la ecuación (3.2.1), e integrando se tiene la Ecuación de Momentum.

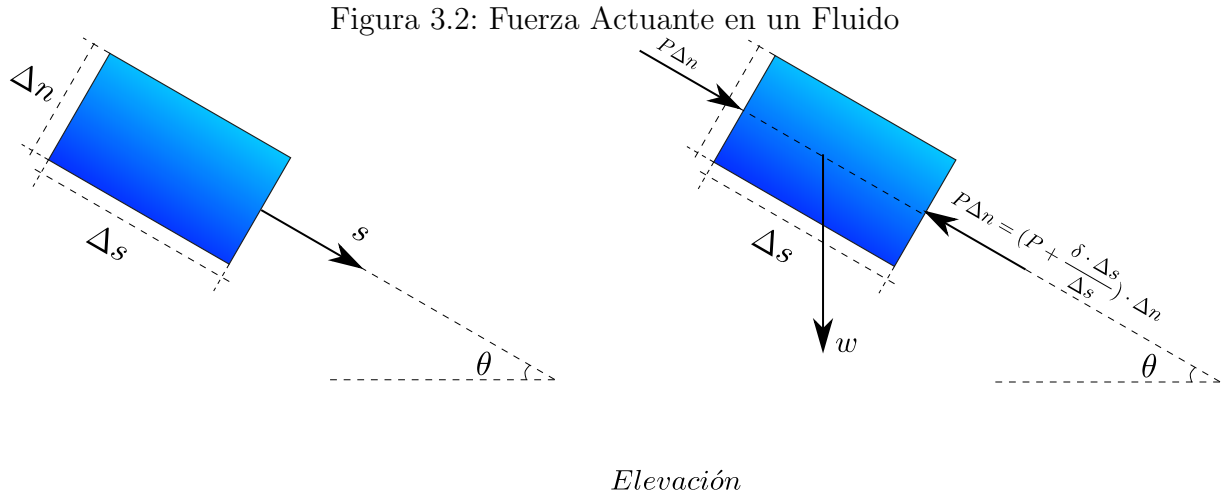
$$\int_{t_1}^{t_2} F dt = m \int_{t_1}^{t_2} a dt = \frac{1}{2}m(v_2 - v_1) \quad (3.2.3)$$

Esta última expresión muestra que el impulso (fuerza por tiempo) aplicado a un cuerpo es igual al momentum (masa por velocidad).

Estos enfoques son importantes en las aplicaciones para el movimiento de los flujos (Ecuación de la Energía, Ecuación de Momentum).

3.2.3. Ecuación de Movimiento del flujo.

Considerando un fluido elemental a lo largo de una línea de corriente, donde la longitud de este cuerpo es ΔS , normal a la línea de corriente es Δn y el espesor unitario (perpendicular al plano del papel). Para analizar el movimiento del flujo se considera que el flujo es No viscoso, por lo que no se presentan fuerzas de resistencia en el fluido [3].



Fuente: Referencia [3]

Si p es igual a la intensidad de la presión en la sección 1, entonces la presión en la sección 2 es $p + (\frac{\partial p}{\partial s})\Delta s$. Así mismo la Fuerza actuante en cara aguas arriba es:

$$p\Delta n \quad (3.2.4)$$

y la fuerza que actúa en la cara aguas abajo es:

$$(p + \frac{\partial p}{\partial s}\Delta s)\Delta n \quad (3.2.5)$$

El peso del fluido es:

$$\rho g \Delta s \Delta n \quad (3.2.6)$$

La componente de este peso en la dirección ' s ' es

$$\rho g \Delta s \Delta n \sin(\theta) \quad (3.2.7)$$

De la figura (3.2) se deduce que $\sin(\theta) = -\frac{\partial Z}{\partial s}$, donde Z es la cota superior medido a partir del datum (positivo hacia arriba). Por lo tanto la Fuerza Resultante que actúa en el elemento en la dirección aguas abajo es:

$$F_r = p \Delta n - (p + \frac{\partial p}{\partial s} \Delta s) \Delta n - \rho g \Delta s \Delta n \frac{\partial Z}{\partial s} \quad (3.2.8)$$

Simplificando la ecuación se tiene:

$$F_r = -\frac{\partial p}{\partial s} \Delta s \Delta n - \rho g \Delta s \Delta n \frac{\partial Z}{\partial s} \quad (3.2.9)$$

Aplicando la segunda ley de movimiento, la fuerza resultante es igual a la masa del fluido por una aceleración a_s

$$\rho \Delta s \Delta n a_s = -\frac{\partial p}{\partial s} \Delta s - \rho g \Delta s \Delta n \frac{\partial Z}{\partial s} \quad (3.2.10)$$

Simplificando

$$\rho a_s = -\frac{\partial p}{\partial s} - \rho g \frac{\partial Z}{\partial s} = \frac{\partial}{\partial s} (p + \gamma Z) \quad (3.2.11)$$

la aceleración a_s es fundamental en el flujo ya que aparece al aplicar la segunda ley de Newton a un sistema fluido infinitesimal. Por lo tanto se necesita calcular la derivada del vector velocidad con respecto al tiempo.

$$a_s = \frac{dV_s}{dt} = \frac{\partial V_s}{\partial t} + \frac{\partial V_s}{\partial s} \frac{ds}{dt} = \underbrace{\frac{\partial V_s}{\partial t}}_{Local} + \underbrace{V_s \frac{\partial V_s}{\partial s}}_{Convectiva} \quad (3.2.12)$$

El término $\frac{\partial V_s}{\partial t}$ se denomina *aceleración local* y se anula cuando el flujo es **Permanente** o **Estacionario**, es decir, independiente del tiempo. El término siguiente forma la *aceleración convectiva*, que aparece cuando la partícula se mueve a través de regiones donde la velocidad varía.

Sustituyendo la ecuación 3.2.12 en la ecuación 3.2.11 se tiene:

$$\rho\left(\frac{\partial V_s}{\partial t} + V_s \frac{\partial V_s}{\partial s}\right) + \frac{\partial}{\partial s}(p + \gamma Z) = 0 \quad (3.2.13)$$

La ecuación 3.2.13, es la conocida ecuación propuesta en el siglo XVIII, por el matemático suizo Leonard Euler y reconocida universalmente como la ecuación de Euler. En la tesis esta ecuación se simplifica la aceleración local, debido a que el análisis es para flujos permanentes.

3.3. Flujo Permanente.

Los flujos permanentes ocurren cuando las aceleraciones locales, son cero, esto es, si $\frac{\partial V_s}{\partial t}$ es cero, por lo que en un punto no se tienen cambios en el tiempo, aunque la velocidad puede variar de un punto a otro, si la velocidad cambia en un punto, el flujo se conoce como transitorio. Por lo tanto la ecuación 3.2.13 se reduce a una función que solo depende de s , entonces las derivadas parciales se pueden expresar como derivadas ordinarias.

$$\rho V_s \frac{dV_s}{ds} + \frac{d}{ds}(p + \gamma Z) = 0 \quad (3.3.1)$$

Multiplicando por el factor ds a toda la expresión e integrando se tiene:

$$\frac{1}{2} \rho V_s^2 + p + \gamma Z = Constante \quad (3.3.2)$$

Dividiendo entre γ

$$Z + \frac{p}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} = H = Constante \quad (3.3.3)$$

Es una de las formas alternativas de la *ecuación de Bernoulli*. Esta ecuación puede aplicarse a lo largo de una línea de corriente, en un fluido ideal sin rozamiento, pero la aplicación de la misma en otra dirección exige que el fluido sea irrotacional.¹

3.4. Flujo Uniforme

En una superficie libre se presenta el flujo uniforme, cuando en sus diferentes secciones, las características de circulación, velocidad, distribución de presiones, profundidad de circulación, etc son iguales.

En el flujo uniforme, la aceleración local y convectiva son cero, por lo tanto, la ecuación 3.2.13 se reduce.

$$\frac{d}{ds}(p + \gamma Z) = 0 \quad (3.4.1)$$

Integrando se tiene.

$$\frac{p}{\gamma} + Z = Constante \quad (3.4.2)$$

Esta ecuación representa a la distribución de la *Presión Hidrostática*, donde el término $\frac{p}{\gamma} + Z$, es la altura piezométrica (piezometric head).

¹ *Flujo Irrotacional*: Se da cuando la vorticidad resulta cero, la velocidad debe de ser igual a la gradiente de un escalar, ϕ , conocido como potencial de velocidad: $\nabla \times (\nabla \phi) = 0$

3.4.1. Características del flujo uniforme

- EL Tirante, el área hidráulica y la velocidad en cada secciones transversal, son constantes. Para propósitos prácticos, el requerimiento de una velocidad constante puede interpretarse libremente como el requerimiento de que, el flujo posea una velocidad media constante. Sin embargo, en rigor, esto significaría que el flujo posee una velocidad constante en cada punto de la, sección del canal dentro del tramo del flujo uniforme. En otras palabras, la distribución de velocidades a través de la sección del canal no se altera dentro del tramo
- La línea de gradiente de energía, la superficie del agua, y el fondo o terreno (plantilla del canal), son todos paralelos: esto es $S_f = S_w = S_0$, donde S_f = pendiente de la línea de energía, S_w = Pendiente de la superficie del agua, y S_0 = pendiente del fondo o plantilla del canal.

3.4.2. Establecimiento del flujo uniforme

Cuando el flujo ocurre en un canal abierto, el agua encuentra resistencia a medida que fluye aguas abajo. Esta resistencia por lo general es contrarrestada por las componentes de fuerzas gravitacionales que actúan sobre el cuerpo de agua en la dirección del movimiento. Un flujo uniforme se desarrollará si la resistencia se balancea con las fuerzas gravitacionales. La magnitud de la resistencia, cuando otros factores físicos del canal se mantienen constantes, depende de la velocidad de flujo. Si el agua entra al canal con lentitud, la velocidad y, por consiguiente, la resistencia son pequeñas, y la resistencia es sobrepasada por las fuerzas de gravedad, dando como resultado una aceleración de flujo en el tramo de aguas arriba. La velocidad y la resistencia se incrementarán de manera gradual hasta que se alcance un balance entre las fuerzas de resistencia y de gravedad. A partir de este momento, y de ahí en adelante, el flujo se vuelve uniforme. El tramo de

aguas arriba que se requiere para el establecimiento del flujo uniforme se conoce como zona transitoria. En esta zona el flujo es acelerado y variado. Si el canal es más corto que la longitud transitoria requerida para las condiciones dadas, no puede obtenerse flujo uniforme. Hacia el extremo de aguas abajo del canal la resistencia puede ser excedida de nuevo por las fuerzas gravitacionales y el flujo nuevamente se vuelve variado.

3.4.3. Expresión de la velocidad en flujo uniforme

Para los cálculos hidráulicos la velocidad media de un flujo uniforme turbulento en canales abiertos por lo general se expresa aproximadamente por la llamada ecuación de flujo uniforme. La mayor parte de las ecuaciones prácticas de flujo uniforme pueden expresarse de la siguiente manera:

$$V = C \cdot R^x S^y \quad (3.4.3)$$

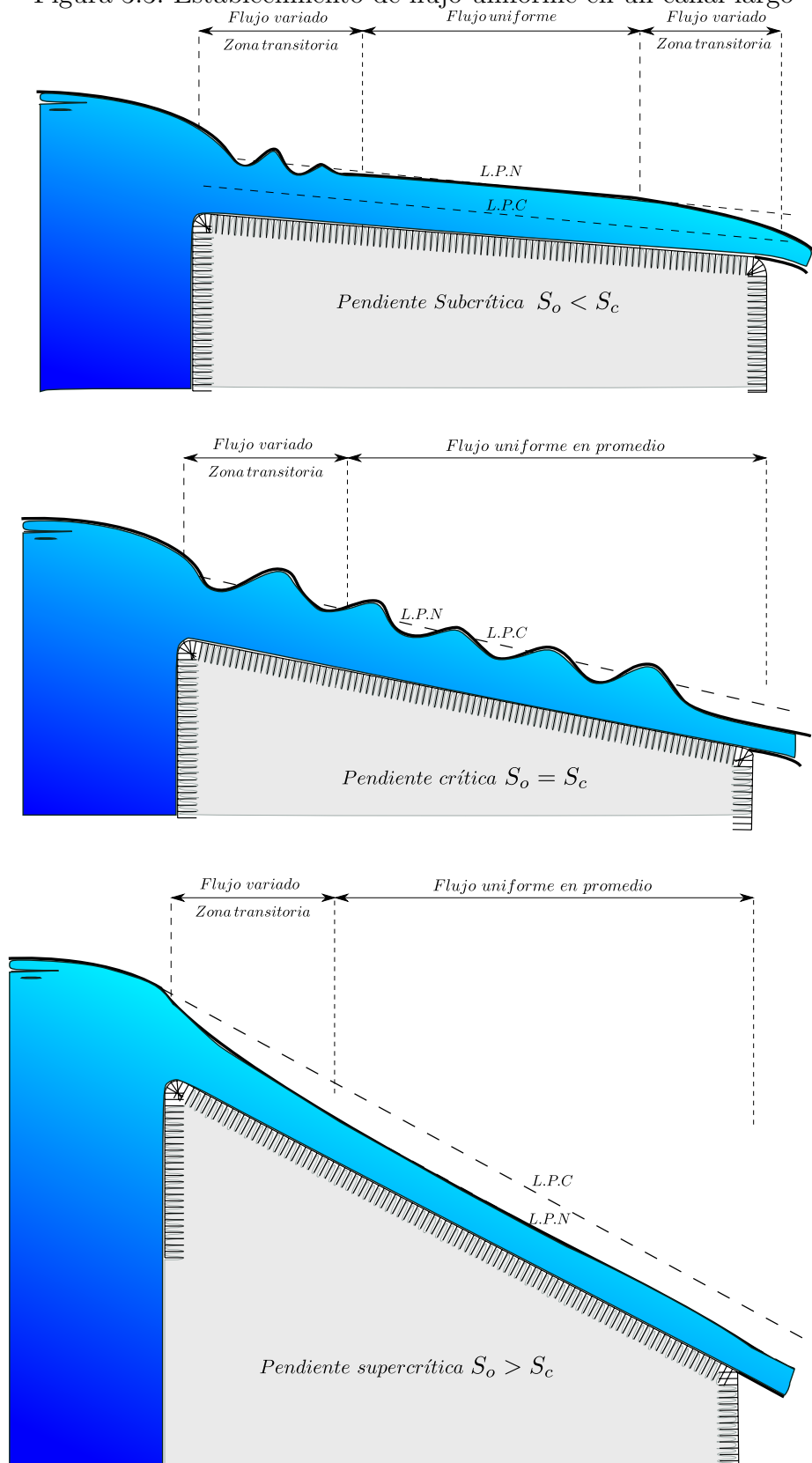
V : Velocidad media en m/s .

R : Radio hidraulico en m .

C : Factor de resistencia al flujo¹.

¹ C : Factor de resistencia al flujo, el cual varia con la velocidad media, el radio hidráulico, la rugosidad del canal, la viscosidad y muchos otros factores

Figura 3.3: Establecimiento de flujo uniforme en un canal largo



Fuente: Referencia [6]

3.4.4. La ecuación de Chézy

En 1769 el ingeniero francés Antoine Chézy desarrollaba probablemente la primera ecuación de flujo uniforme; la famosa ecuación de Chézy, que a menudo se expresa como sigue [6]:

$$V = C \cdot \sqrt{R \cdot S} \quad (3.4.4)$$

V = Velocidad media de la sección (m/s).

R = Radio Hidraulico (m) = $\frac{A}{P}$.

S = Pendiente de la linea de energía (m/m).

C = Coeficiente de resistencia al flujo de Chezy .

La ecuación de Chézy puede deducirse matemáticamente a partir de dos suposiciones.

La primera suposición fue hecha por Chézy. Ésta establece que la fuerza que resiste el flujo por unidad de área del lecho de la corriente es proporcional al cuadrado de la velocidad; es decir, esta fuerza es igual a la ecuación:

$$K \cdot V^2 \quad (3.4.5)$$

donde K es una constante de proporcionalidad

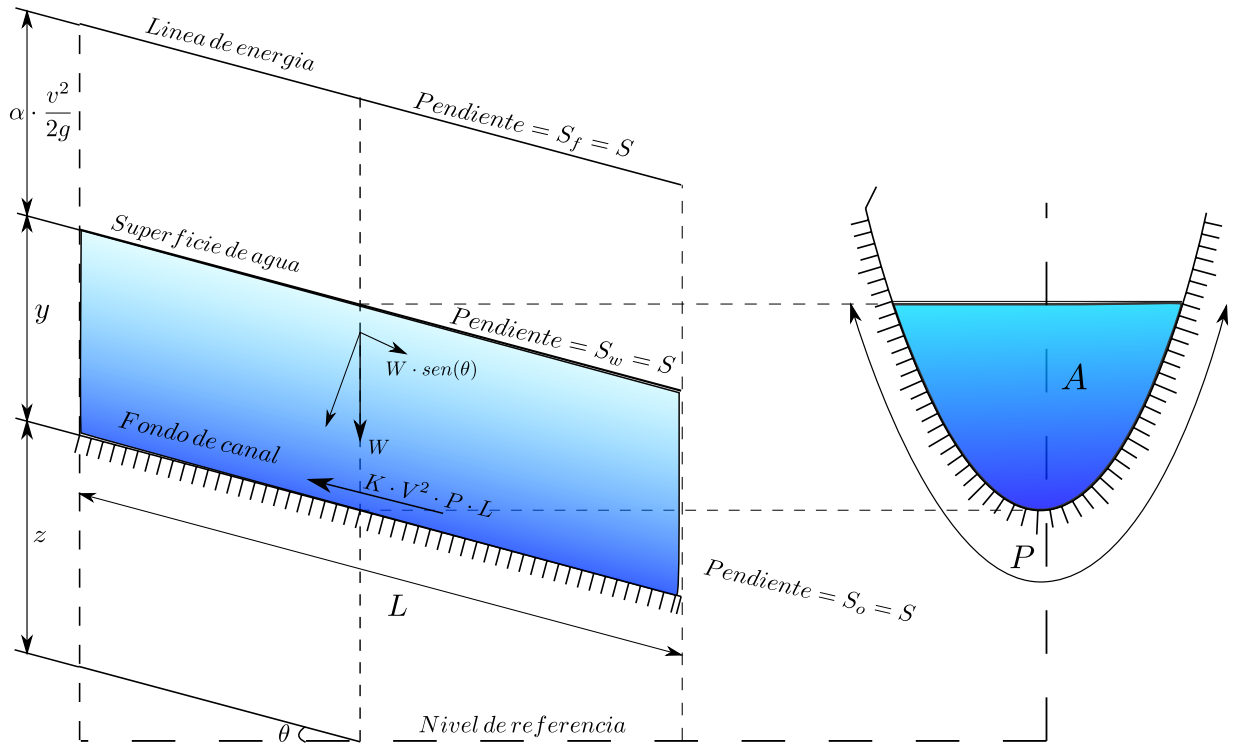
La superficie de contacto del flujo con el lecho de la corriente es igual al producto del perímetro mojado y la longitud del tramo del canal 3.4.

$$P \cdot L \quad (3.4.6)$$

Luego la fuerza total que resiste al flujo es igual a:

$$K \cdot V^2 \cdot P \cdot L \quad (3.4.7)$$

Figura 3.4: Deducción de la ecuación de Chézy para flujo uniforme en un canal abierto.



Fuente: Referencia [6]

La segunda suposición es el principio básico del flujo uniforme. Ésta establece que en el flujo uniforme la componente efectiva de la fuerza gravitacional que causa el flujo debe ser igual a la fuerza total de resistencia. La componente efectiva de la fuerza gravitacional es paralela al fondo del canal e igual a:

$$W \cdot A \cdot L \cdot \text{sen}(\theta) = W \cdot A \cdot L \cdot S \quad (3.4.8)$$

donde:

W : es el peso unitario del agua.

A : Longitud de la tubería i .

θ : es el ángulo de la pendiente.

S_i :Pendiente del canal i .

Entonces:

$$W \cdot A \cdot L \cdot S = K \cdot V^2 \cdot P \cdot L \quad (3.4.9)$$

Despejando la Velocidad se obtiene:

$$V = \sqrt{\frac{W}{K} \cdot \frac{A}{P} \cdot S} \quad (3.4.10)$$

Ademas:

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ C &= \sqrt{\frac{W}{K}} \end{aligned} \quad (3.4.11)$$

Reemplazando los valores de la ecuación 3.4.11 en 3.4.10:

$$V = C \sqrt{R \cdot S} \quad (3.4.12)$$

Se han hecho muchos intentos para determinar el valor del C de Chézy. En la siguiente sección se darán tres ecuaciones importantes desarrolladas con este propósito.

3.4.5. Cálculo del factor de resistencia de Chézy

. A continuación se presentan tres ecuaciones importantes para el cálculo del C de Chézy.

A) La ecuación de G. K.

En 1869, dos ingenieros suizos, Ganguillet y Kutter, publicaron una ecuación que expresa el valor de C en términos de la pendiente S , el radio hidráulico R y el coeficiente de rugosidad n . Expresada en unidades internacionales, la ecuación es :

$$C = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{S_o}}{1 + \frac{n}{\sqrt{R}}(23 + \frac{0,00155}{S_o})} \quad (3.4.13)$$

El coeficiente n de esta ecuación se conoce específicamente como n de Kutter.

B) La ecuación de Bazin.

En 1897, el ingeniero hidráulico francés H. Bazin propuso una ecuación de acuerdo con la cual el C de Chézy se considera como una función de R pero no de S . Expresada en unidades internacionales, esta ecuación es:

$$C = \frac{87}{1 + \frac{m}{\sqrt{R}}} \quad (3.4.14)$$

donde:

m : es un coeficiente de rugosidad.

C) La ecuación de Powell.

En 1950, Powell sugirió una ecuación logarítmica para la rugosidad de canales artificiales. Esta ecuación, una función implícita de C , es:

$$C = -42 \cdot \log\left(\frac{C}{4R} + \frac{\varepsilon}{R}\right) \quad (3.4.15)$$

R : Radio hidráulico en pies.

ε es una medida de la rugosidad del canal.

La ecuación de Powell fue desarrollada a partir de un número limitado de experimentos de laboratorio en canales lisos y rugosos y a partir de la distribución de velocidades teórica. La aplicación práctica de esta ecuación está limitada, debido a que se necesita investigación adicional para la determinación de los valores apropiados de ε .

3.4.6. La ecuación de Maning

En 1889 el ingeniero irlandés Robert Manning presentó una ecuación, la cual se modificó más adelante hasta llegar a su bien conocida forma actual:

$$V = \frac{R^{2/3} S^{1/2}}{n} \quad (3.4.16)$$

Donde :

V : es la velocidad media en m/s

R : es el radio hidráulico en m .

S : pendiente de la línea de energía.

n : es el coeficiente de rugosidad.

Esta ecuación fue desarrollada a partir de siete ecuaciones diferentes, basada en los datos experimentales de Bazin y además verificada mediante 170 observaciones. Debido a la simplicidad de su forma y a los resultados satisfactorios que arroja en aplicaciones prácticas, la ecuación de Manning se ha convertido en la más utilizada de todas las ecuaciones de flujo uniforme para cálculos de flujos de canales abiertos [6].

PARÁMETROS DE DISEÑO

4.0.1. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento es una medida del aumento o disminución promedio de la población en un determinado período de años, como resultado del juego de los movimientos migratorios externos, de nacimientos y defunciones.

4.0.2. Periodo de diseño

Es el periodo de tiempo en el cual la capacidad de producción de un componente de un sistema de agua potable o alcantarillado, cubre la demanda proyectada minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento durante el periodo de análisis del proyecto [17].

En la determinación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto el período de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100 % eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones. Existen diversos factores que determinan el periodo óptimo de diseño mencionándose algunos:

- La vida útil de las estructuras, que esta en función de la resistencia física del material que lo constituye y el desgaste que sufren estas.
- El estudio de factibilidad, que depende primordialmente del aspecto económico.
- El crecimiento poblacional, que es un factor muy importante porque incluye posibles cambios en el desarrollo industrial y comercial de la comunidad ya que pueden variar los índices económicos.
- La tasa de interés, que es un factor muy importante por cuanto si la tasa de interés es bajo se puede pensar en periodos largos.

4.0.3. Población

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para la comunidad. Con el fin de poder estimar la población futura es necesario estudiar las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente, y hacer predicciones sobre su futuro desarrollo, especialmente en lo concerniente a turismo y desarrollo industrial y comercial.

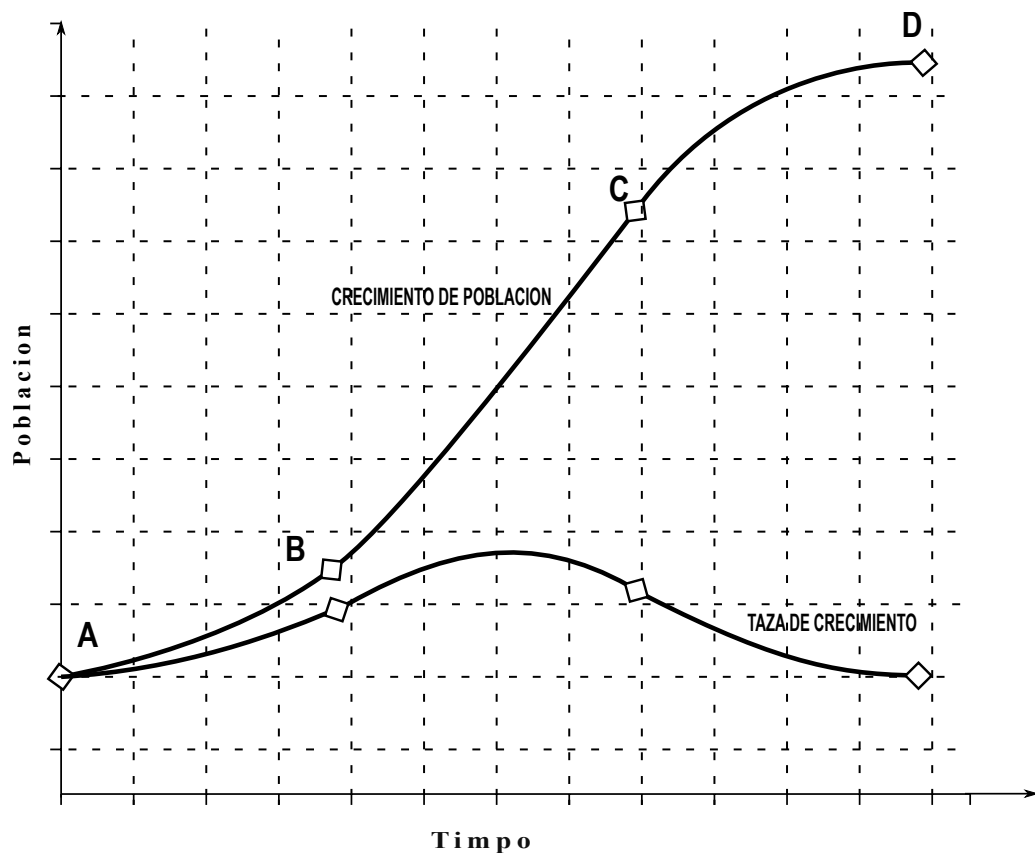
Una ciudad, pueblo o aldea es un ente dinámico, cuyo número de habitantes crece por nacimientos e inmigraciones y decrece por muertes y emigraciones. También puede crecer por anexión de otras concentraciones humanas más pequeñas. El elemento más importante y menos previsible en el desarrollo de la comunidad es el crecimiento industrial y comercial, el cual depende en gran medida de las políticas de tipo macroeconómico del país, que pueden cambiar según los planes de gobierno.

Sin tener en cuenta el factor industrial y comercial, la población presentará un crecimiento vegetativo, es decir, con espacio y oportunidad económica limitados [9].

En este caso, la curva de crecimiento de la población tiene forma de S y presenta tres etapas de crecimiento, según se indica en la figura 4.3, en donde:

- AB = Crecimiento temprano con índice creciente. Crecimiento geométrico.
- BC = Crecimiento intermedio con índice constante. Crecimiento lineal.
- CD = Crecimiento tardío con índice decreciente. Crecimiento logarítmico.
- D = Población de saturación.

Figura 4.1: Curva S de crecimiento vegetativo.



Fuente: Referencia [9]

4.0.4. Población futura

La predicción de crecimiento de población deberá estar perfectamente justificada de acuerdo a las características de la ciudad, sus factores social-económicos y su tendencia de desarrollo [20].

Existen varias metodologías para la proyección de población; sin embargo, se hará una presentación de los métodos cuya aplicación es más generalizada.

Crecimiento Lineal

Si el aumento de la población es constante e independiente del tamaño de ésta, el crecimiento es lineal. Si P es la población y T es el tiempo, entonces 4.0.1:

$$\frac{\partial P}{\partial T} = K_a \quad (4.0.1)$$

De donde se obtiene 4.0.2 :

$$\partial P = K_a \partial T \quad (4.0.2)$$

Integrando entre los límites de último censo (uc) y censo inicial (ci), se tiene 4.0.3:

$$K_a = \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \quad (4.0.3)$$

En donde:

K_a : pendiente de la recta.

P_{uc} : población de último censo.

T_{uc} : año del último censo

P_{ci} : población del censo inicial

T_{ci} : año del censo inicial

La población futura se calcula mediante la ecuación 4.0.4:

$$P_f = P_{uc}(1 + r(t - t_0)) \quad (4.0.4)$$

Crecimiento Geométrico

El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso, el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, el cual se expresa así :

$$P_f = P_{uc}(1 + r)^{T_f - T_{uc}} \quad (4.0.5)$$

En donde r es la tasa de crecimiento anual, calculada a partir de la ecuación anterior, se reemplaza el subíndice f por uc y uc por ci , y se despeja el término r para obtener la siguiente ecuación 4.0.6:

$$r = \left(\frac{P_{uc}}{P_{ci}} \right)^{\left(\frac{1}{T_{uc} - T_{ci}} \right)} - 1 \quad (4.0.6)$$

Este último valor es reemplazado en la ecuación 4.0.5 para hacer la proyección de población.

Crecimiento Logarítmico

Si el crecimiento de la población es de tipo exponencial, la población se proyecta a partir de la ecuación 4.0.7:

$$\frac{\partial P}{\partial T} = K_g P \rightarrow \frac{\partial P}{P} = K_g \partial T \quad (4.0.7)$$

Integrando la ecuación 4.0.7 entre dos períodos de tiempo cualesquiera, se tiene:

$$\ln P_2 - \ln P_1 = K_g (T_2 - T_1) \quad (4.0.8)$$

Despejando K_g :

$$K_g = \frac{\ln(P_{cp}) - \ln(P_{ca})}{T_{cp} - T_{ca}} \quad (4.0.9)$$

donde el subíndice cp corresponde al censo posterior y el subíndice ca , al censo anterior. La aplicación de este método requiere el conocimiento de por lo menos tres censos, ya que al evaluar un K_g promedio se necesita un mínimo de dos valores de K_g . Haciendo una integración abierta de la ecuación 4.0.7, se obtiene 4.0.10:

$$\begin{aligned} \ln(P) + C &= K_g \cdot T \\ C &= -\ln(P) \end{aligned} \quad \text{para : } T = 0 \Rightarrow P = P_{ci} \quad (4.0.10)$$

Remplazando el valor promedio de K_g obtenido de la ecuación 4.0.9 en la ecuación 4.0.10, la ecuación de proyección de población será:

$$\ln P_f = \ln P_{ci} + K_g \cdot (T_f - T_{ci}) \quad (4.0.11)$$

Es decir:

$$P_f = P_{ci} \cdot e^{K_g(T_f - T_{ci})} \quad (4.0.12)$$

4.0.5. Dotación de agua

Según el **Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS010)** la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas. Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución se considerara, los valores indicados en el cuadro siguiente :

Cuadro 4.1: Dotación de agua (l/hab/día)

Ítem	Criterio	Clima Templado	Clima Frio	Clima Cálido
1	Sistemas con conexiones	220	180	220
2	Lotes de área menor o igual a 90m ²	150	120	150
3	Sistemas de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas publicas	30-50	30-50	30-50

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (OS010)

Según la **RM-173-2016** [15] la dotación deberá ser estimada sobre la base de un *estudio de consumo de agua para el ámbito rural*, que deberá ser suscrito y sustentado por el Ingeniero Sanitario o Civil responsable del Proyecto. En ausencia de dicho estudio se aplicarán valores comprendidos en los siguientes rangos:

Cuadro 4.2: Dotación de agua (l/hab/día)

Region	Sin arrastre hidraulico	Con arrastre hidraulico
Costa	60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	70 l/h/d	100 l/h/d

Fuente: RM-173-2016

Dichas dotaciones consideran consumo proveniente de ducha y lavadero multiuso. En caso de omitir cualquier de estos elementos, se deberá justificar la dotación a utilizar. En el caso de piletas públicas la dotación recomendada será de 30 *lt/hab./da.* Para las instituciones educativas se empleará una dotación de:

Cuadro 4.3: Dotación de agua para instituciones educativas (l/hab/día)

Dotación para educación primaria	20 <i>l/hab/dia</i>
Dotación para educación secundaria	25 <i>l/alumno/dia</i>

Fuente: RM-173-2016

4.0.6. Dotación en casos especiales

Para soluciones con tecnologías no convencionales de abastecimiento, se asumirá una dotación máxima de 30 litros/hab/día para el caso de captación de agua de lluvia y de 20 litros/familia/día

4.1. Caudal de diseño

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo [18].

4.1.1. Caudal Promedio Q_m

El consumo promedio diario anual, se define como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s) y se determina mediante la siguiente relación:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot D}{86400} \quad (4.1.1)$$

Donde:

Q_m : Caudal promedio en litros por segun (l/s)

P_f : Población futura (*habitantes*)

D : Dotación domiciliaria en litro por habitante por día ($l/hab/da$)

4.1.2. Caudal máximo diario (Q_{md})

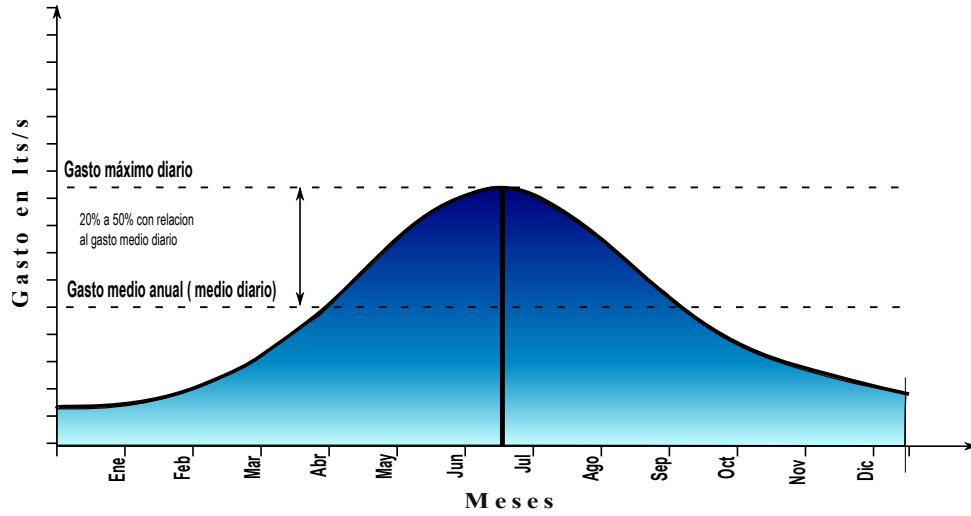
La demanda de agua tiene un comportamiento estacional, pues se incrementa en épocas calurosas y se reduce en estaciones frías. El abastecimiento de agua potable debe prepararse para satisfacer la demanda aún en los días de mayor calor del año. El caudal requerido en el día de máximo consumo se denomina Demanda máxima diaria (Q_{md}), y se obtiene al multiplicar el Q_p por el coeficiente máximo diario, el cual, de acuerdo a lo recomendado es de 1.3, y se obtiene según la expresión 4.1.2:

El Q_{md} se utiliza como dato principal para el dimensionamiento de componentes que se ubican antes de los reservorios como captación, producción y conducción a las plantas de tratamiento y/o reservorios [14].

$$Q_{md} = k_1 \cdot Q_m \quad (4.1.2)$$

Donde:

k_1 : Coeficiente de variación diaria, que varía entre 1.2 a 1.5 se adopta un valor de 1.3

Figura 4.2: Curva de variación de consumo del caudal **máximo diario** (K_1) .

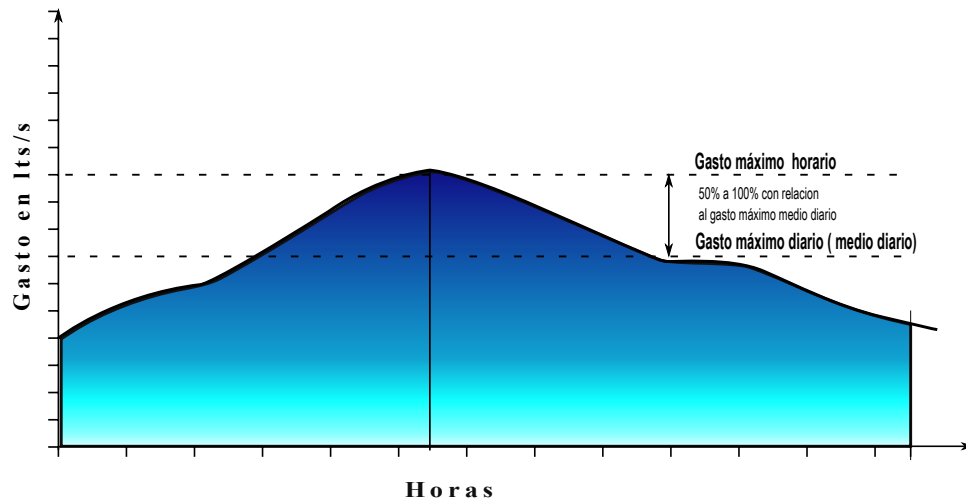
Fuente: Referencia[18]

4.1.3. Caudal máximo horario (Q_{mh})

La demanda también es variable en el día, por ello se adopta un segundo factor de corrección. La variación es absorbida por el reservorio de regulación y por la capacidad de las redes de distribución. Estas últimas se diseñan para atender la demanda máxima horaria (Q_{mh}), la cual se determina multiplicando por el coeficiente máximo horario de 2.0 de la siguiente forma:

$$Q_{mh} = k_2 \cdot Q_m \quad (4.1.3)$$

Se adopta el coeficiente de variación diaria de 2.

Figura 4.3: Curva de variación de consumo del caudal **máximo horario** (K_2) .

Fuente: Referencia[18]

4.1.4. Caudal de contribución al alcantarillado

el caudal de contribución al alcantarillado debe ser calculado con un coeficiente de retorno (C) del 80 % del caudal del agua potable consumida.

4.1.5. Dimensionamiento Hidráulico

- En todos los tramos de la red deben calcularse los caudales inicial y final (Q_i y Q_f).
El valor mínimo del caudal a considerar será de $1,5L/s$.
- Las pendientes de las tuberías deben cumplir la condición de autolimpieza aplicando el criterio de tensión tractiva. Cada tramo debe ser verificado por el criterio de *Tensión Tráctiva Media* σ_τ con un valor mínimo $\sigma_\tau = 1,0 Pa$. calculada para el caudal inicial (Q_i) ¹ y un valor correspondiente de el coeficiente de Manning $n =$

¹ Q_i : Caudal máximo horario al inicio del periodo de diseño

0,013. La pendiente mínima que satisface esta condición puede ser determinada por la siguiente expresión aproximada:

$$S_o \text{ mín} = 0,0055 \cdot Qi^{-0,47} \quad (4.1.4)$$

Donde:

$S_o \text{ mín}$:Pendiente mínima (m/m)

Q_i :Caudal inicial (L/s)

- Para coeficientes de Manning diferentes de 0,013, los valores de Tensión Tractiva Media y pendiente mínima a adoptar deben ser justificados. La expresión recomendada para el cálculo hidráulico es la Fórmula de Manning.
- La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final $Vf = 5m/s$; las situaciones especiales serán sustentadas por el proyectista.
- Cuando la velocidad final (Vf) es superior a la velocidad crítica (Vc), la mayor altura de lámina de agua admisible debe ser 50 % del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por la siguiente expresión:

$$V_c = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R_H} \quad (4.1.5)$$

Donde:

V_c :Caudal inicial (L/s)

g :Caudal inicial (L/s)

R_H :Radio hidráulico (m)

- La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un **Régimen de flujo uniforme y permanente**, siendo el valor máximo para el caudal final (Qf^2), igual o inferior a 75 % del diámetro del colector.

4.1.6. Tensión tractiva

La tensión tractiva ó fuerza de arrastre (σ_τ), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Como se muestra en la figura 9.19, en la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud L , con área de sección transversal A y perímetro mojado P , la tracción tractiva estará dada por el componente del peso (W) en dirección del flujo dividido por el área mojada:

$$\sigma_\tau = \frac{W \cdot \sin(\theta)}{P \cdot L} \quad (4.1.6)$$

Donde:

σ_τ : Tensión tractiva (Pa)

P :Perímetro mojado (m)

L :Longitud (m)

W :Peso (Newtons)

El peso (W) está dado por:

$$W = \rho \cdot g \cdot A \cdot L \quad (4.1.7)$$

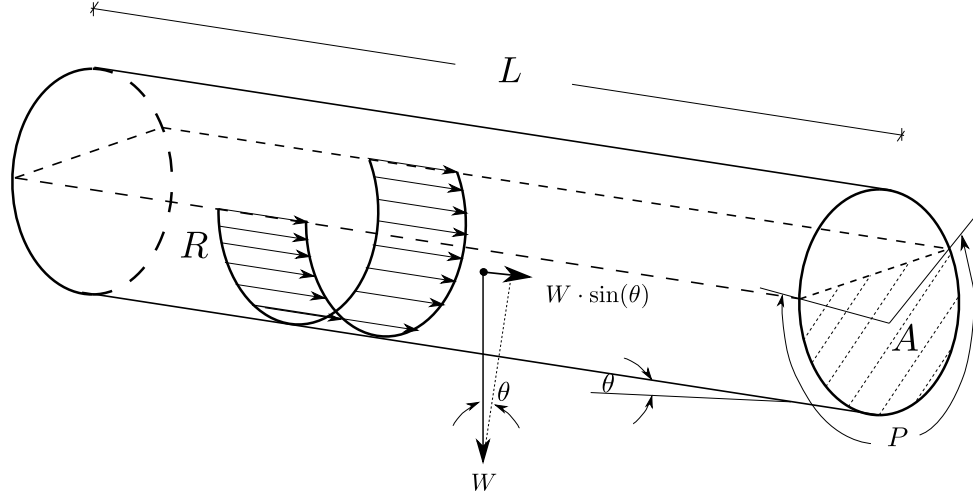
Donde:

² Qf : Caudal máximo horario al final del periodo de diseño

ρ : Densidad de aguas residuales (Pa)

g :Aceleración de la gravedad (m/s^2)

Figura 4.4: Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular



Fuente: Referencia [9]

Si se considera que A/P es el radio hidráulico, R :

$$\sigma_{\tau} = \rho \cdot g \cdot R \cdot \sin(\theta) \quad (4.1.8)$$

Cuando θ es pequeño, $\sin(\theta) = \tan(\theta)$, y como la $\tan(\theta)$ es la gradiente del colector, $S(m/m)$, la ecuación de tensión tractiva puede ser escrita de la siguiente forma:

$$\sigma_{\tau} = \rho \cdot g \cdot R \cdot S \quad (4.1.9)$$

Dados la disposición topográfica de red (ubicación de las cámaras de inspección), tipo de material , Caudal de diseño, se procede a calcular el diámetro y pendiente para las condiciones antes descritas por el RNE.

TEORÍA DE GRAFOS

5.1. Introducción

La Teoría de Grafos, una rama de la Topología¹, es el estudio de estructuras matemáticas que se usan para modelar relaciones entre objetos de una colección. El inicio de esta teoría tuvo lugar en 1736, en un artículo de Leonhard Euler². El trabajo surgió de un problema conocido como el problema de los puentes de *Königsberg*.

5.2. Grafo Simple:

En general, un grafo se utiliza para representar relaciones arbitrarias entre objetos del mismo tipo. Los objetos reciben el nombre de nodos o vértices y las relaciones entre ellos se denominan aristas [1]. Un grafo simple $\mathcal{G}$, como se muestra en la figura 5.1, se define como un conjunto $\mathcal{E}(\mathcal{G})$ de pares no ordenados de elementos distintos y otro conjunto de elementos $\mathcal{V}(\mathcal{G})$.

- El conjunto $\mathcal{V}$ es el conjunto de **vértices** del grafo, se denota por $\mathcal{V}(\mathcal{G})$.

¹La topología es la rama de las matemáticas dedicada al estudio de aquellas propiedades de los cuerpos geométricos que permanecen inalteradas por transformaciones continuas

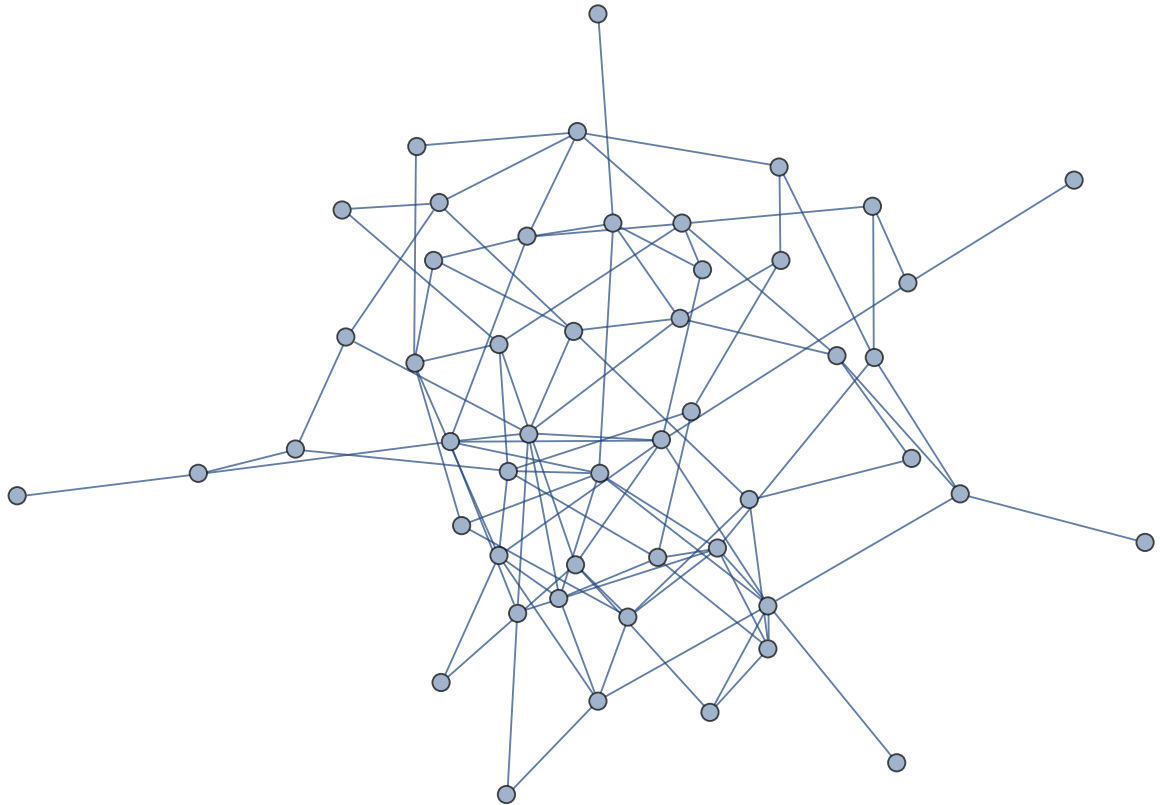
²Leonhard Paul Euler, conocido como Leonhard Euler, fue un matemático, físico y filósofo suizo. Se trata del principal matemático del siglo XVIII

- $\mathcal{E}(\mathcal{G})$ es un conjunto de pares no ordenados de vértices distintos de $\mathcal{G}$, llamados **aristas**, que se notan por ij o (i, j) .

$n = nG = [V(G)]$ y $m = mG = [E(G)]$; $VG = V(G)$, $EG = E(G)$.

Un grafo se dice trivial si tiene un solo vértice

Figura 5.1: Red de $n = 50$ (*vértices*) y $m = 100$ (*aristas*)



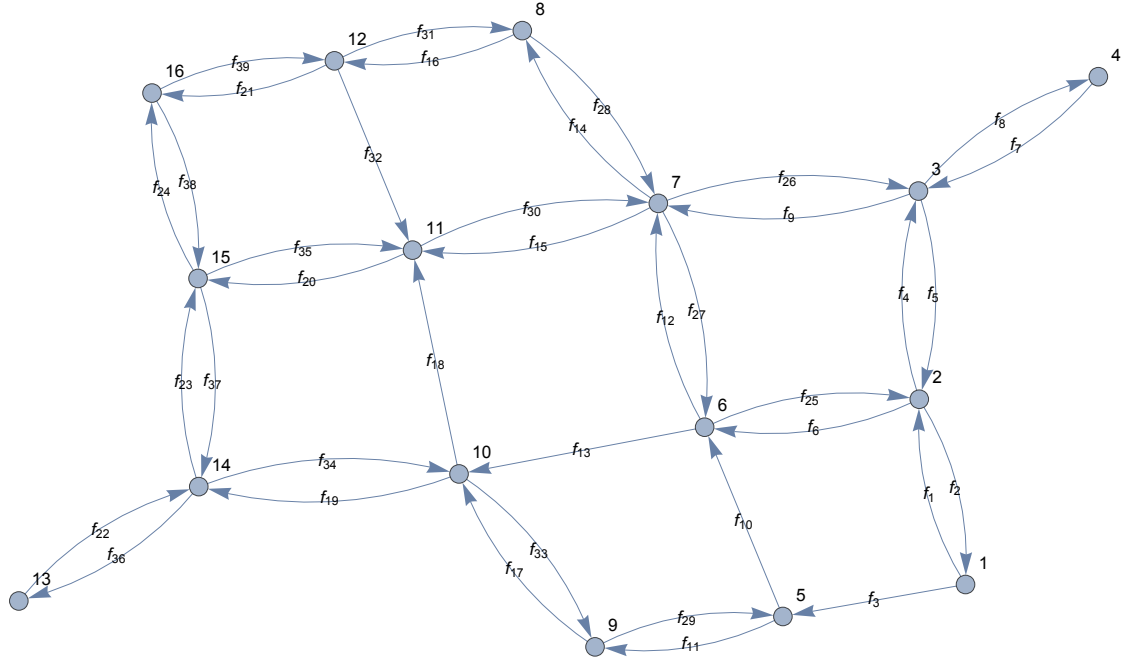
Fuente: Elaboración Propia

5.3. Multigrafo:

Un multigrafo $\mathcal{G}(\mathcal{E}, \mathcal{V})$ consta de un conjunto $\mathcal{V}$ de vértices, un conjunto $\mathcal{E}$ de aristas y una función f de $\mathcal{E}$ en $\{\{u, v\} \mid u, v \in \mathcal{V}, u \neq v\}$. Se dice que las aristas e_1, e_2 son aristas **múltiples** o **paralelas** si $f(e_1) = f(e_2)$. Los multigrafos definidos no admiten bucles o

lazos (aristas que conectan un vértice consigo mismo). Usamos en este caso, pseudografos que son más generales que los multigrafos [5].

Figura 5.2: Red de $n = 16$ (vértices) y $m = 50$ (aristas)



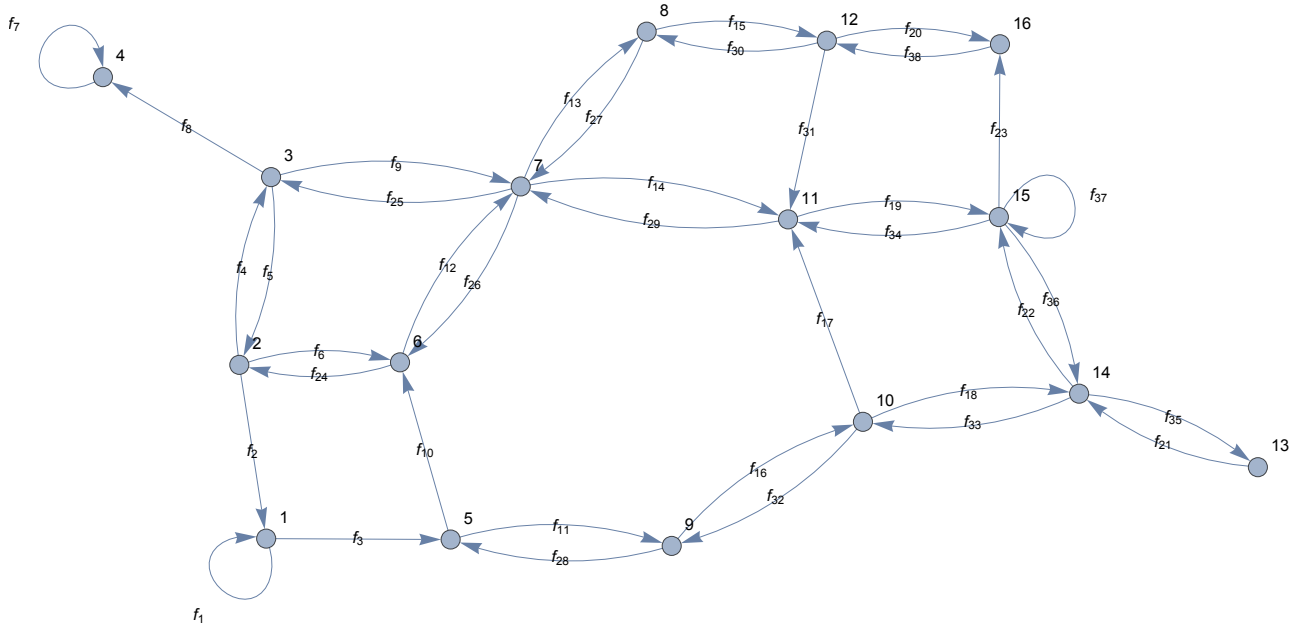
Fuente: Fuente: Elaboración Propia

$$\mathcal{V}(\mathcal{G}) = \{1, 2, 3, \dots, 14, 15, 16\}$$

$$\mathcal{E}(\mathcal{G}) = \{(1 \rightarrow 2), (2 \rightarrow 1), (1 \rightarrow 5), (2 \rightarrow 3) \dots (13 \rightarrow 9), (14 \rightarrow 10), (16 \rightarrow 15), (16 \rightarrow 12)\}$$

5.4. Pseudografo:

Un pseudografo $\mathcal{G}(\mathcal{E}, \mathcal{V})$ consta de un conjunto $\mathcal{V}$ de vértices, un conjunto $\mathcal{E}$ de aristas y una función f de $\mathcal{E}$ en $\{\{u, v\} \mid u, v \in \mathcal{V}, u \neq v\}$. Se dice que una aristas e es un bucle o lazo si $f(e) = \{u, u\} = \{u\}$ para algún $u \in \mathcal{V}$.

Figura 5.3: Red de $n = 16$ (vértices) y $m = 50$ (aristas)

Fuente: Fuente: Elaboración Propia

$$\mathcal{V}(\mathcal{G}) = \{1, 2, 3, \dots, 14, 15, 16\}$$

$$\mathcal{E}(\mathcal{G}) = \{(1 \rightarrow 1), (2 \rightarrow 1), (1 \rightarrow 5), (2 \rightarrow 3) \dots (13 \rightarrow 9), (14 \rightarrow 10), (16 \rightarrow 15), (16 \rightarrow 12)\}$$

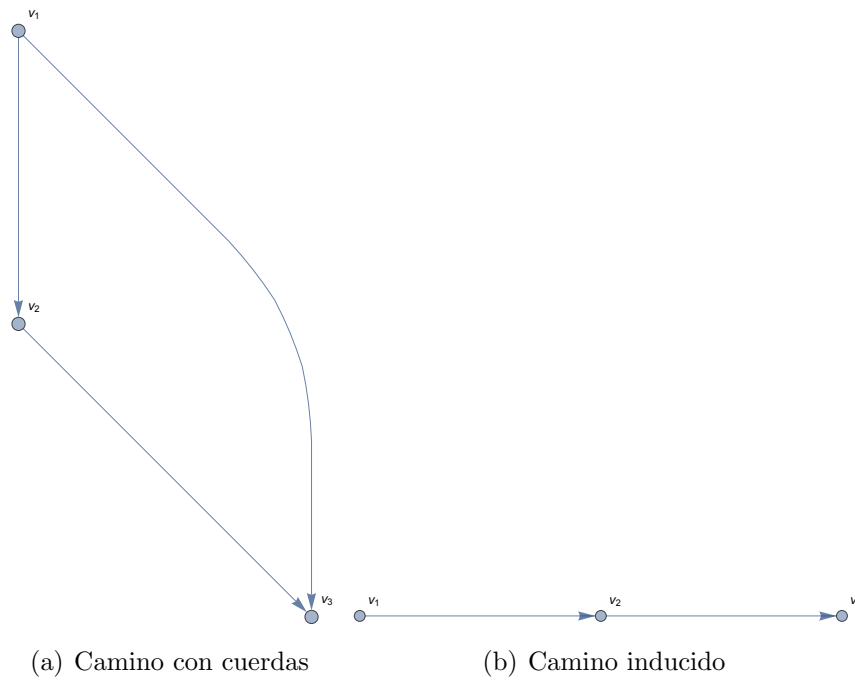
5.5. Dígrafo:

Decimos que $\mathcal{G} = (\mathcal{V}, \mathcal{E})$ consta de un conjunto $\mathcal{V}$ de vértices, un conjunto $\mathcal{E}$ de aristas, que son pares ordenados de elementos de $\mathcal{V}$.

5.6. Caminos:

Un camino en un grafo $\mathcal{G}$ es una secuencia de vértices $\mathcal{P} = v_1, v_2, \dots, v_k$, donde $(v_i, v_{i+1}), (v_i, v_{i+1}) \in \mathcal{E}(\mathcal{G}), i = 1, \dots, k - 1$. Una cuerda en $\mathcal{P}$ es una arista que une dos vértices no consecutivos de $\mathcal{P}$. Un camino inducido es un camino sin cuerdas. Denotamos por $\mathcal{P}_k$ al camino inducido de k vértices, no necesariamente distintos, donde $v_1 = v_k$ y (v_i, v_{i+1})

Figura 5.4: Clases de caminos



Fuente: Fuente: Elaboración Propia

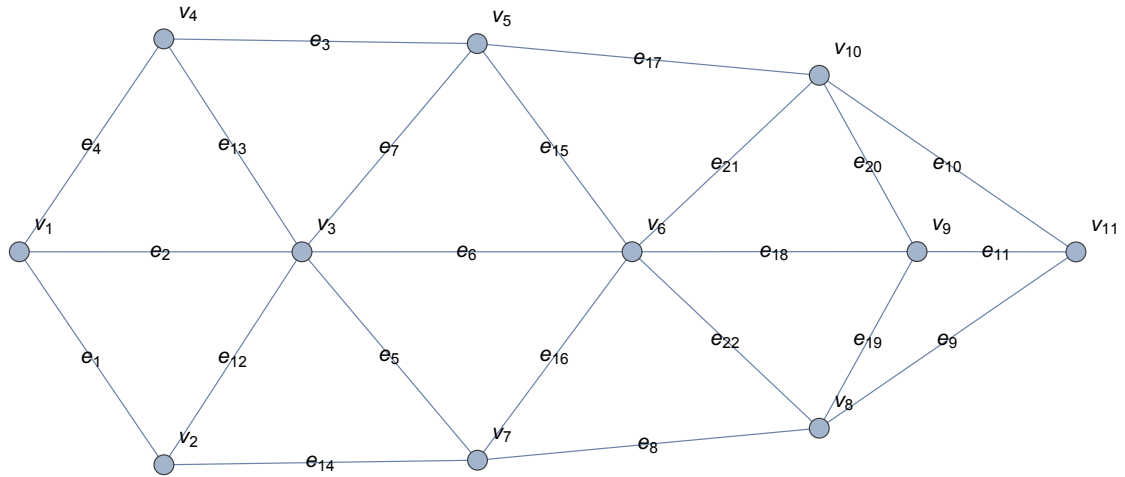
5.7. Caminos y ciclos:

- Un circuito en un grafo G es una secuencia de vértices $C = v_1, v_2, \dots, v_k$, donde $(v_i, v_{i+1}) \in E(G), i = 1, \dots, k - 1$.
- $k \geq 3$ y $v_1, \dots, v_{k-1}$ son distintos, C se llama ciclo.

5.8. Grafos Etiquetados y Ponderados

Un grafo G es un grafo etiquetado si sus aristas y/o vértices tienen asignado alguna identificación. En particular, G es un grafo ponderado si a cada arista e de G se le asigna un número no negativo $w(e)$ denominado peso o longitud de e . El peso o longitud de un camino en un grafo ponderado G se define como la suma de los pesos de las aristas del camino. Un importante problema en teoría de grafos es encontrar el camino más corto (liviano), esto es, el camino con el peso (longitud) mínimo entre dos vértices dados.

Figura 5.5: Grafo etiquetados y ponderados

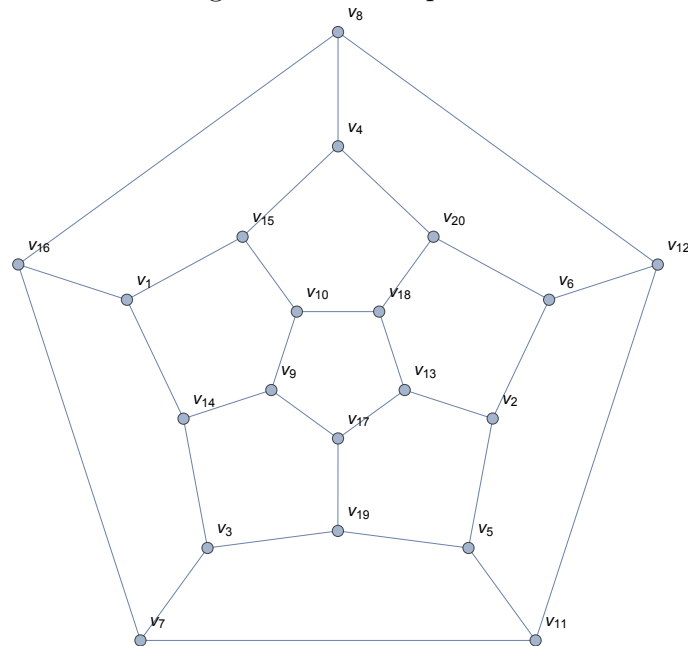


Fuente: Fuente: Elaboración Propia

5.9. Conexidad:

Un grafo (multigrafo, digrafo) $\mathcal{G}$ es conexo si existe una cadena (camino) entre cualesquiera par de vértices.

Figura 5.6: Grafo planar

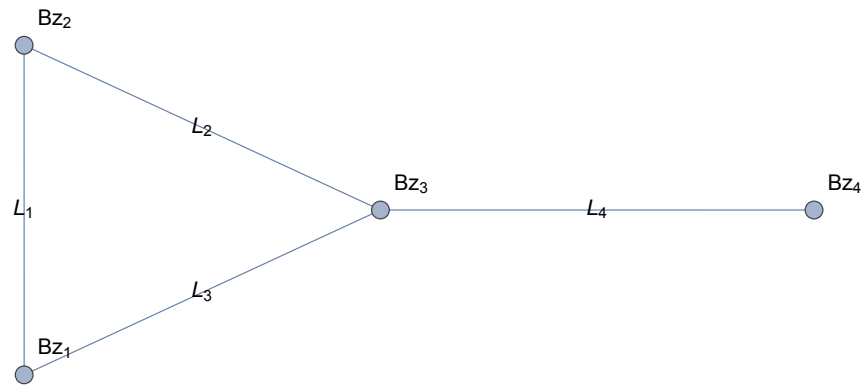


Fuente: Fuente: Elaboración Propia

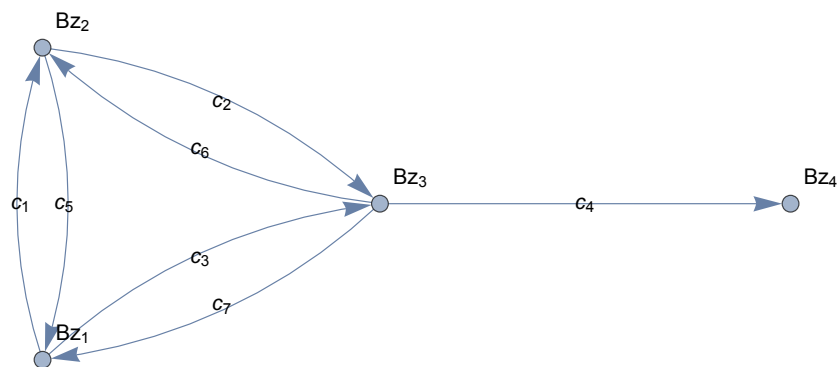
5.10. Grafos Planares

Decimos que un grafo G es planar si se puede dibujar en el plano sin que los lados se crucen fuera de sus extremos. Las regiones en una representación de un grafo planar, están limitadas por los lados. Dos puntos se encuentran en la misma región si existe una línea continua que los une sin cruzar ningún lado o vértice.

Figura 5.7: Clases de caminos



(a) Camino con cuerdas



(b) Camino inducido

Fuente: Fuente: Elaboración Propia

5.11. Representación de redes

Existen múltiples maneras de representar la conectividad de una red, entre éstas una red puede ser vista como un grafo, a su vez, un grafo puede representarse como con listas de aristas, listas de adyacencia, pero esto se vuelve problemático cuando hay demasiadas aristas en el grafo. Para simplificar el cálculo, los grafos pueden representarse como matrices.

Existen 2 tipos de matrices que son las más usadas para representar grafos. Una es la basada en la adyacencia de los vértices y la otra basada en la incidencia de los vértices y aristas [21].

5.11.1. Matriz de adyacencia

Suponemos que $\mathcal{G} = (\mathcal{V}; \mathcal{E})$ es un grafo simple, donde $|V| = n$. Si suponemos que los vértices de $\mathcal{G}$ son listados arbitrariamente como $v_1, v_2, \dots, v_k$. La matriz de adyacencia $\mathcal{A}$ (o $\mathcal{AG}$) de $\mathcal{G}$, con respecto a la lista de vértices, es la $n \times n$ matriz binaria con 1 en su entrada (i, j) cuando vi y vj son adyacentes y 0 si no son adyacentes. En otras palabras, si su matriz de adyacencia es $A = [a_{ij}]$, entonces:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } vi, vj \text{ es una arista de } \mathcal{G} \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (5.11.1)$$

Notese que una matriz de adyacencia esta basada en el orden de los vértices. Por lo tanto existen $n!$ diferentes matrices de adyacencia para el grafo con n vértices, dado que hay $n!$ formas posibles de ordenar n vértices.

La matriz de adyacencia de un grafo simple es simétrica, que significa que $n_{ij} = n_{ji}$, puesto que ambas entradas son iguales. Además el grafo simple no tiene ciclos, entonces cada entrada $n_{i,i} : i = 1, 2, 3, \dots, n = 0$. Cuando hay pocas aristas en el grafo, la matriz de adyacencia es una matriz dispersa, ya que tiene pocas entradas distintas a 0.

Otra manera de representar grafos es usando matrices de incidencia.

5.11.2. Matriz de incidencia

Sea $\mathcal{G} = (\mathcal{V}; \mathcal{E})$ un grafo no dirigida. Si suponemos que $v_1, v_2, \dots, v_k$ son vértices y $e_1, e_2, \dots, e_k$; son aristas de $\mathcal{G}$. Entonces la matriz de incidencia con respecto al orden de

V y E es la matriz $n \times m$; $M = [m_{ij}]$, donde:

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{cuando la arista } e_j \text{ es incidente con } v_i \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (5.11.2)$$

PROGRAMACIÓN LINEAL

El objeto de la programación lineal es optimizar (minimizar o maximizar) una función lineal de n variables sujeto a restricciones lineales de igualdad o desigualdad. Más formalmente, se dice que un problema de programación lineal consiste en encontrar el óptimo (máximo o mínimo) de una función lineal en un conjunto que puede expresarse como la intersección de un número finito de hiperplanos y semiespacios en $\mathbb{R}^n$. Considérense las siguientes definiciones [8].

6.0.1. Problema de programación lineal

La forma más general de un problema de programación lineal (*PPL*) consiste en minimizar o maximizar:

$$Z = f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (6.0.1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_j \quad , \quad i = 1, 2, \dots, p-1 \quad (6.0.2)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_j \quad , \quad i = p, \dots, q-1 \quad (6.0.3)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq b_j \quad , \quad i = p, \dots, m \quad (6.0.4)$$

donde p, q y m son enteros positivos tales que :

$$1 \leq p \leq q \leq m$$

Lo que distingue un problema de programación lineal de cualquier otro problema de optimización es que todas las funciones que en él intervienen son lineales. Una única función no lineal hace que el problema no pueda clasificarse como problema de programación lineal. Téngase en cuenta además que se considerará que los problemas tienen siempre un número finito de restricciones.

La función (lineal) en la ecuación 6.0.1 se denomina función objetivo o función de coste, y es la función de la que ha de optimizarse. Además se observe que en las restricciones 6.0.2, 6.0.3, 6.0.4 se presentan todas las posibles alternativas en lo que se refiere a los operadores que relacionan los dos términos de las restricciones (lineales), dependiendo de los valores p y q . Como casos especiales, el problema puede tener exclusivamente restricciones de igualdad, de desigualdad de un tipo, de desigualdad del otro tipo, desigualdades de ambos tipos, igualdades y desigualdades, etc.¹.

6.0.2. Solución Factible

Un punto $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ que satisface todas las restricciones 6.0.2, 6.0.3, 6.0.4 se denomina solución factible. El conjunto de todas esas soluciones es la región de factibilidad.

¹Salvo que se indique lo contrario, en lo siguiente se consideran problemas de minimización.

6.0.3. Solución óptima

Un punto factible $\tilde{x}$ tal que $f(x) \geq f(\tilde{x})$ para cualquier otro punto factible x se denomina una solución óptima del problema.

El objetivo de los problemas de optimización es encontrar un óptimo global. Sin embargo, las condiciones de optimalidad solo garantizan, en general, óptimos locales, si estos existen. Sin embargo, los problemas lineales presentan propiedades que hacen posible garantizar el óptimo global:

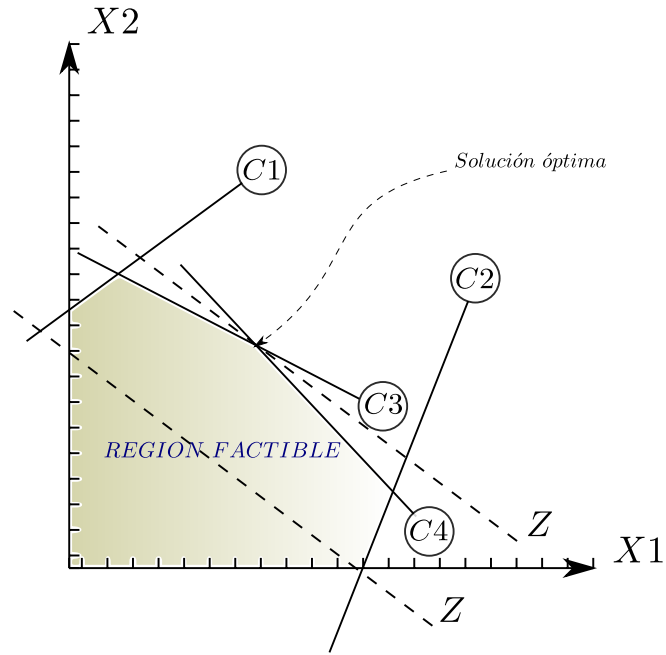
1. Si la región factible está acotada, el problema siempre tiene una solución (ésta es una condición suficiente pero no necesaria para que exista una solución).
2. El óptimo de un problema de programación lineal es siempre un óptimo global.
3. Si x y y son soluciones óptimas de un problema de programación lineal, entonces cualquier combinación (lineal) convexa de los mismos también es una solución óptima. Obsérvese que las combinaciones convexas de puntos con el mismo valor de la función de coste presentan el mismo valor de la función de coste.
4. La solución óptima se alcanza siempre, al menos, en un punto extremo de la región factible.

6.0.4. Problema de programación lineal en forma estándar

Dado que un PPL puede plantearse de diversas formas, para unificar su análisis, es conveniente transformarlo en lo que normalmente se llama forma estándar. A veces, esta transformación ha de realizarse antes de resolver el PPL y determinar el óptimo. Para describir un PPL en forma estándar son necesarios los tres elementos siguientes:

1. Un vector $c \in \mathbb{R}^n$

Figura 6.1: Programacion Lineal para dos variables



Fuente: Fuente: Referencia [8]

2. Un vector no negativo $b \in \Re^m$.
3. Una matriz $m \times n$, A .

Con estos elementos, el problema lineal asociado y en forma estándar tiene la siguiente forma. Minimizar:

$$Z = c^T x \quad (6.0.5)$$

Sujeto a:

$$Ax = b \quad (6.0.6)$$

$$x \geq 0 \quad (6.0.7)$$

donde $Z = c^T x$ indica producto escalar de los vectores c y x , Ax es el producto de la matriz A y el vector x , y $x \geq 0$ hace que todas las componentes de los vectores factibles sean no negativas. Los problemas de programación lineal se estudian normalmente en esta forma. Típicamente, n es mucho mayor que m . En resumen, un problema de programación lineal se dice que está en forma estándar si y solo si:

1. Es de minimización.
2. Sólo incluye restricciones de igualdad.
3. El vector b es no negativo.
4. Las variables x son no negativas.

6.1. Programación lineal Entera-Mixta

Un problema de programación lineal entera-mixta (**PPEM**) es un problema de programación lineal (**PPL**) en el que algunas de las variables son enteras. Si todas las variables enteras son binarias (0/1), el problema se denomina problema de programación lineal entera-mixta 0/1 (**PPEM** 0/1). Si, por otra parte, todas las variables son enteras, el problema se denomina problema de programación lineal entera estricta (**PPEE**). En ingeniería los problemas más frecuentes son los problemas de programación lineal entera-mixta. Estos problemas proporcionan un marco de modelado flexible y eficiente para formular y resolver muchos problemas de ingeniería. Un **PPEM** general se formula en forma estándar minimizando

$$Z = f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j \quad (6.1.1)$$

sujeto a :

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (6.1.2)$$

$$x_j \geq 0 \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (6.1.3)$$

$$x_j \in N \quad ; \quad \text{para todos o algunos } j = 1, 2, \dots, n \quad (6.1.4)$$

donde N se emplea para referirse al conjunto $\{0, 1, 2, \dots\}$

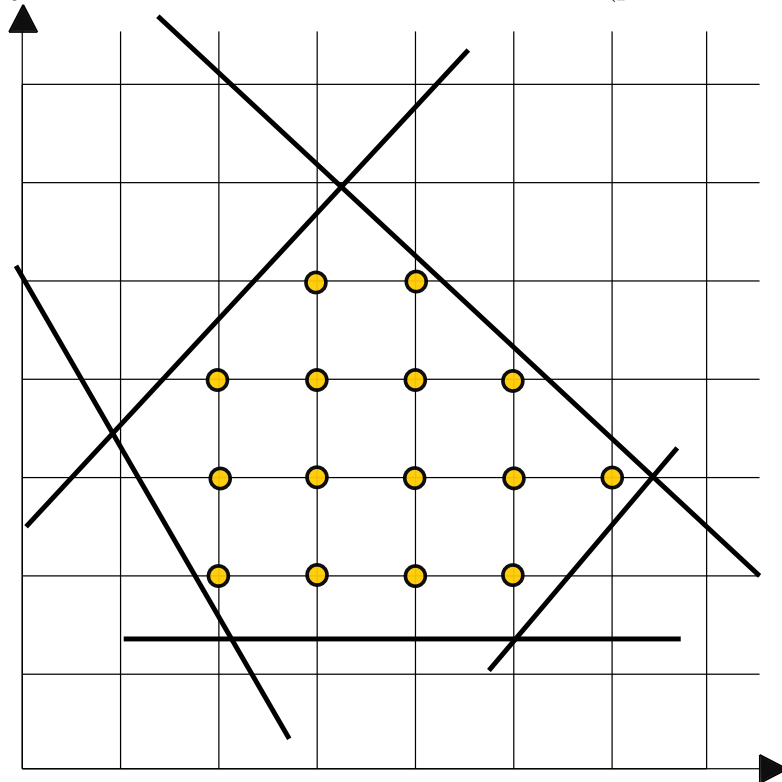
En este capítulo se explica el procedimiento de resolución de **PPEMs**: La técnica de ramificación y acotación (**RA**). La técnica **RA** es la utilizada más habitualmente por sus buenas propiedades computacionales. Sin embargo, recientemente se han desarrollado técnicas híbridas, denominadas de ramificación y cortes, que son más eficaces.

6.1.1. Método de Ramificación y Acotación (RA)

El método **RA** resuelve **PPEMs** resolviendo una secuencia ordenada de **PPL**, que se obtienen relajando las restricciones de integralidad y añadiendo restricciones adicionales. El número de restricciones adicionales crece a medida que el procedimiento de **RA** progresa. Estas restricciones permiten separar la región factible en subregiones complementarias.

El procedimiento **RA** establece inicialmente cotas inferior y superior del valor óptimo de la función objetivo. El mecanismo de ramificación aumenta progresivamente el valor de la cota superior y disminuye también progresivamente el valor de la cota superior. La diferencia entre estas cotas es una medida de la proximidad de la solución actual a la óptima, si ésta existe. Al minimizar, se obtiene una cota inferior de la solución óptima relajando las restricciones de integralidad del **PPEM** inicial y resolviendo el **PPL** resultante. De manera análoga, el valor de la función objetivo para cualquier solución del **PPEM** original es una cota superior de la solución óptima.

Figura 6.2: Conjunto de soluciones factibles de un PPLEE (puntos asociados a círculos)



Fuente: Referencia [8]

Entrada : Un PPLEM que ha de resolverse.

Salida : Su solución o un mensaje indicando que es infactible o que no esta acotado.

1. **Iniciación.** Se establece una cota superior (∞) y una cota inferior ($-\infty$) de la solución óptima. Se resuelve el PPLEM inicial relajando las restricciones de integralidad. Si el problema relajado es infactible, el original también lo es y no hay solución. Si la solución obtenida satisface las condiciones de integralidad, es óptima. En cualquier otro caso, se actualiza el valor de la cota inferior con el valor de la función objetivo del problema relajado.
2. **Ramificación.** Empleando la variable x_k que ha de ser entera y no lo es, se generan mediante ramificación dos problemas. Si el valor de la variable que ha de ser entera x_k

es $a \cdot b$, donde a y b son sus partes entera y fraccional respectivamente, los problemas fruto de la ramificación son los siguientes. El primer problema es el PPLEM inicial relajado al que se le añade la restricción $x_k \leq a$; análogamente, el segundo es el PPLEM inicial relajado al que se le añade la restricción $x_k \geq a + 1$. Estos problemas se colocan ordenadamente en una lista de problemas a procesar que son resueltos secuencialmente o en paralelo. Obsérvese que la técnica de ramificación propuesta cubre completamente el espacio de soluciones.

3. **Solución.** Se resuelve el problema siguiente en la lista de problemas a procesar.
4. **Actualización de cotas.** Si la solución del problema actual satisface las condiciones de integralidad y el valor óptimo de su función objetivo es menor que la cota superior actual, la cota superior se actualiza al valor óptimo de la función objetivo del problema resuelto, y el minimizador actual se almacena como el mejor candidato a minimizador del problema original. Si, por el contrario, la solución obtenida no satisface las restricciones de integralidad y el valor de la correspondiente función objetivo está entre las cotas inferior y superior, se actualiza el valor de la cota inferior al valor de la función objetivo del problema resuelto y se procede a ramificar. Los problemas generados en el proceso de ramificación se añaden a la lista de problemas que han de resolverse.
5. **Poda.** Si la solución del problema actual cumple las restricciones de integralidad, no ha lugar a ramificaciones adicionales relacionadas con esa solución. Se dice que la rama se poda por razones de integralidad. Si, por otra parte, la solución no satisface las condiciones de integralidad y además el valor de la función objetivo del problema resuelto es mayor que la cota superior, no es posible obtener soluciones mediante ramificaciones adicionales de esa rama. Se dice que la rama se poda por cotas. Si, finalmente, el problema es infactible, no ha lugar a ramificaciones adicionales empleando esa rama. Se dice que la rama se poda por infactibilidad.

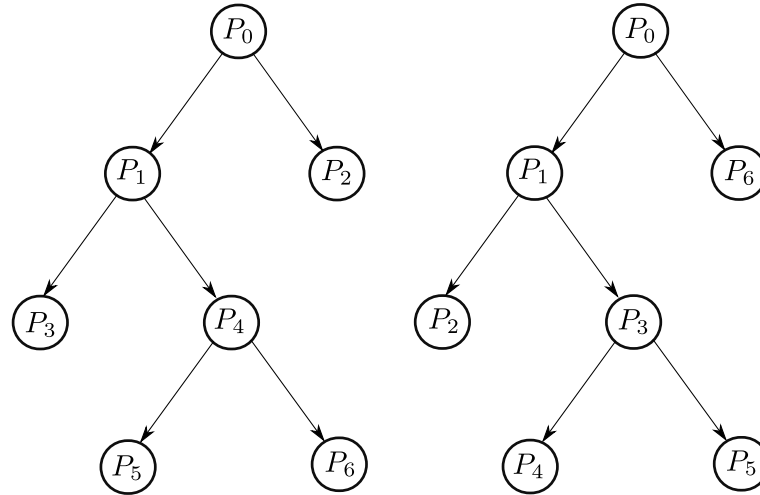
6. **Optimalidad.** Si la lista de problemas a procesar no está vacía, se continúa con el **paso 3**. Si, por el contrario, está vacía, el procedimiento concluye. Si en este caso, existe un candidato a minimizador, este candidato es el minimizador; si no existe, el problema es infactible. El algoritmo de ramificación y acotación devuelve la solución óptima o notifica la infactibilidad bien en el paso 1 ó en el paso 6. El proceso de ramificación concluye por una de las siguientes tres razones:

- a) El problema considerado es infactible.
- b) La solución obtenida satisface las condiciones de integralidad.
- c) La cota inferior obtenida es superior a la cota superior disponible.

Por tanto, la rama correspondiente se poda por infactibilidad, por integralidad o por cotas.

Cualquier variable que deba ser entera pero que no lo sea en la solución actual, es una variable candidata para ramificación. Cuál escoger es una cuestión no trivial cuya respuesta ha de basarse en la estructura del problema. Los problemas almacenados para ser procesados pueden tratarse mediante estrategias en anchura, en profundidad o mixtas.

Figura 6.3: Ilustración de estrategias de (a) búsqueda en anchura, y (b) búsqueda en profundidad.



Fuente: Referencia [8]

dos primeras alternativas. Normalmente el conocimiento técnico del problema permite establecer una estrategia, la otra o una estrategia mixta. Una estrategia de procesamiento en profundidad origina rápidamente problemas fuertemente restringidos que producen buenas cotas superiores e inferiores. Da lugar asimismo a problemas infactibles y por tanto a una deseable eliminación de ramas. Por el contrario, una estrategia en anchura permite tratar problemas muy similares, de lo que pueden desprenderse ventajas computacionales. Las técnicas de procesamiento paralelo son aplicables a cualquiera de las dos estrategias.

6.2. Programación Lineal Entera

En muchos problemas prácticos, las variables de decisión sólo tienen sentido real si su valor es entero. Por ejemplo, con frecuencia es necesario asignar a las actividades cantidades enteras de personas, máquinas o vehículos. Si el hecho de exigir valores enteros es la única diferencia que tiene un problema con la formulación de programación lineal, entonces se trata de un problema de programación entera (PE).

El modelo matemático para programación entera es sencillamente el modelo de programación lineal con la restricción adicional de que las variables deben tener valores enteros. Si sólo es necesario que algunas de las variables tengan valores enteros y el supuesto de divisibilidad se cumple para el resto, el modelo se conoce como de programación entera mixta (PEM). Cuando se hace la distinción entre un problema con todas las variables enteras y este caso mixto, el primero se llama de programación entera pura.

Se realizan numerosas aplicaciones de programación entera que involucran una extensión directa de programación lineal en la que debe eliminarse el supuesto de divisibilidad. Sin embargo, existe otra área de aplicación que puede ser mucho más importante, como el problema que incluye cierto número de decisiones tipo: sí o no. En situaciones de este tipo, las únicas dos elecciones posibles son sí y no. Por ejemplo, ¿debe emprenderse un proyecto específico? ¿Debe hacerse cierta inversión fija? ¿Debe localizarse una instalación en un sitio en particular? Debido a que estos problemas involucran sólo dos posibilidades, este tipo de decisiones se puede representar mediante variables de decisión restringidas a sólo dos valores, por ejemplo, 0 y 1. De esta forma, la j -ésima decisión sí o no se puede representar por x_j , tal que:

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{Si la decisión } j \text{ es sí} \\ 0 & \text{Si la decisión } j \text{ es no} \end{cases} \quad (6.2.1)$$

Las variables de este tipo se llaman binarias (*o variables 0-1*). En consecuencia, algunas veces se hace referencia a los problemas de programación entera que contienen sólo variables binarias como problemas de programación entera binaria (*PEB*) (o problemas 0-1 de programación entera) [Lieberman].

Puede parecer que la solución de problemas de PE es sencilla. Después de todo, los problemas de programación lineal se pueden resolver en forma eficiente, y la única diferencia es que la PE tiene muchas menos soluciones que considerar. En realidad, se garantiza

que los problemas de PE pura con región factible acotada tengan sólo un número finito de soluciones factibles. Desafortunadamente, existen dos falacias en esta línea de razonamiento. Una es que tener un número finito de soluciones factibles asegura que el problema se puede resolver. Los números finitos pueden ser astronómicamente grandes. Por ejemplo, considere el caso sencillo de problemas de PEB. Si se tienen n variables, existen 2^n soluciones que considerar (algunas de las cuales se pueden descartar por violar las restricciones funcionales). En consecuencia, cada vez que n aumenta en 1, el número de soluciones se duplica. Este patrón se llama crecimiento exponencial de la dificultad del problema. Con $n = 10$, existen más de mil soluciones (1024); con $n = 20$, son más de un millón; con $n = 30$ resultan más de mil millones, y así sucesivamente; en razón de ello, aun las computadoras más eficientes son incapaces de realizar una enumeración exhaustiva que verifique la factibilidad de cada solución y, de ser factible, que calcule el valor de la función objetivo en problemas de PEB con unas cuantas docenas de variables, sin mencionar los problemas de PE general con el mismo número de variables enteras. Por fortuna, empezando con las ideas que se describirán en secciones subsecuentes, en la actualidad los mejores algoritmos de PE son ampliamente superiores al método de la numeración exhaustiva. La mejora en las dos décadas pasadas ha sido sorprendente. Los problemas PEB que requerían años de procesamiento para resolverse hace 20 años, en la actualidad pueden resolverse en segundos mediante el uso de paquetes de software comerciales (como, por ejemplo, el paquete CPLEX ²). Este aumento dramático en la velocidad se debe al enorme progreso en tres áreas: mejoras significativas en los algoritmos PEB (así como en otros algoritmos de PE), mejoras sorprendentes en algoritmos de programación lineal muy utilizados en los algoritmos de programación entera y el notable incremento de la velocidad de las computadoras (entre las cuales se incluyen las de escritorio). Como

²IBM ILOG CPLEX ofrece bibliotecas C, C++, Java, .NET y Python que solucionan problemas de programación lineal (LP) y relacionados. Específicamente, resuelve de forma lineal o cuadrática problemas de optimización restringidos donde el objetivo a optimizar se puede expresar como una función lineal o una función cuadrática convexa. Las variables del modelo se pueden declarar como continuas o como más restringidas para tomar solo valores enteros.

consecuencia de todo ello, una gran cantidad de problemas PEB de gran tamaño están siendo resueltos en la actualidad, lo que hubiera sido imposible en las décadas pasadas. Los mejores algoritmos de hoy en día son capaces de resolver algunos problemas PEB puros con cientos de miles de variables. Sin embargo, debido al crecimiento exponencial, ni los mejores algoritmos garantizan la solución de todos los problemas relativamente pequeños (con menos de 100 variables binarias o enteras). Según sus características, ciertos problemas pequeños pueden ser más difíciles de resolver que algunos más grandes. Cuando se trata con variables enteras generales en lugar de variables binarias, el tamaño de los problemas que pueden resolverse tiende a ser mucho más pequeño. Sin embargo, hay excepciones. Por ejemplo, hace varios años, la versión profesional de CPLEX 8.0 resolvió de manera exitosa un problema de PE con 215 mil variables enteras generales, 75 mil restricciones funcionales y 6 millones de coeficientes de restricción distintos de cero. Con todo, las versiones más actuales de CPLEX son mucho más poderosas. La segunda falacia es que si se eliminan algunas soluciones factibles (las no enteras) de un problema de programación lineal, será más fácil resolverlo. Por el contrario, sólo cuando todas estas soluciones factibles están ahí, se puede garantizar que existe una solución factible en el vértice (FEV) que es óptima para el problema completo. Esta garantía es la clave de la extraordinaria eficiencia del método símplex. Como resultado, en general es mucho más sencillo resolver los problemas de programación lineal que los de programación entera. Es lógico, entonces, que la mayor parte de los algoritmos exitosos de programación entera incorporen un algoritmo de programación lineal, como el método símplex (o el método símplex dual) lo más que puedan, y que relacionen partes del problema de PE bajo consideración con el problema correspondiente de programación lineal (es decir, el mismo problema con la restricción de valores enteros eliminada). En cualquier problema dado de PE, el problema correspondiente de programación lineal se conoce como su relajamiento de PL. El algoritmo que se presenta en las dos secciones siguientes ilustra cómo se puede usar una sucesión de relajamientos de PL para porciones de un problema de programación

entera, con objeto de resolver de manera eficaz un problema completo de PE.

El algoritmo más popular de programación entera es la técnica de ramificación y acotamiento y las ideas relacionadas con la enumeración implícita de las soluciones factibles enteras, cuyos enfoques se analizarán más adelante. La siguiente sección presenta la técnica de ramificación y acotamiento en un contexto general y la ilustra con un algoritmo básico para enfrentar problemas de PEB.

6.3. Enfoque de ramificación y corte para resolver problemas de PEB

La programación entera ha sido un área emocionante de IO³ durante los últimos años debido a los notables adelantos que se han logrado en su metodología de solución.

6.3.1. Antecedentes

Para dar una mejor perspectiva sobre este progreso, considere los antecedentes históricos. A finales de la década de 1960 y principios de la de 1970 se presentó un gran cambio con el desarrollo y perfeccionamiento del enfoque de ramificación y acotamiento. Después, todo siguió igual; se podían resolver en forma muy eficiente problemas relativamente pequeños (muy por debajo de las 100 variables) pero aún un pequeño aumento del tamaño del problema podía causar una explosión en el tiempo de cálculos más allá de los límites factibles. Se hacían pocos progresos para vencer este crecimiento exponencial del tiempo de cálculos cuando el tamaño del problema aumentaba. Muchos problemas importantes que surgían en la práctica no se podían resolver.

³IO: Investigación de Operaciones

Más tarde llegó el siguiente cambio, a mediados de la década de 1980, con la introducción del enfoque de ramificación y corte para resolver problemas de PEB. Hubo reportes iniciales de problemas muy grandes con hasta 2 000 variables que se pudieron resolver mediante el uso de esta herramienta. Este avance creó un gran interés y condujo a una extensa investigación y actividades de desarrollo para perfeccionar el enfoque que se había utilizado desde entonces. Al principio, el enfoque se limitó a PEB pura, pero después se extendió a PEB mixta, y con posterioridad a problemas de PEM con algunas variables enteras generales. La descripción que se presentará aquí se limita al enfoque del caso de la PEB pura.

Es necesario agregar una nota de precaución. Este enfoque algorítmico no puede resolver siempre todos los problemas de PEB pura con unos cuantos miles, o cientos, de variables. Los problemas muy grandes de PEB pura que se ha resuelto tenían matrices A ralas, es decir, el porcentaje de coeficientes en las restricciones funcionales distintos de cero era bastante pequeño (quizá menos de 5 %, o incluso menos de 1 %). En realidad, en gran medida el enfoque depende de lo ralo. (Por fortuna, las formas ralas son frecuentes en los problemas prácticos). Más aún, existen otros factores importantes, además de lo ralo y el tamaño, que incrementan o reducen la dificultad de la solución de ciertos problemas de programación entera. Por ello, debe tenerse mucho cuidado al desarrollar las formulaciones de PE de tamaño bastante grande.

El preprocesado automático del problema incluye una inspección por computadora de la formulación del problema de PE que proporciona el usuario, con el fin de detectar algunas reformulaciones que permiten resolver el problema con más rapidez, sin eliminar ninguna solución factible. Estas reformulaciones se pueden clasificar en tres categorías:

1. Fijación de variables: Identificar las variables que pueden fijarse en uno de sus dos valores posibles (0 o 1) debido a que el otro valor no puede ser parte de una solución que sea tanto factible como óptima.

2. Eliminación de restricciones redundantes: Identificar y eliminar restricciones redundantes (restricciones que son satisfechas en forma automática cuando las soluciones satisfacen todas las demás).
3. Estrechamiento de restricciones: Estrechar algunas restricciones para reducir la región factible del relajamiento de PL sin eliminar ninguna solución factible del problema de PEB.

Fijación de variables:

Si el valor de una variable no puede satisfacer cierta restricción, aun cuando las otras variables sean iguales a sus mejores valores que tratan de satisfacer la restricción, entonces esa variable debe fijarse en el otro valor.

Eliminación de restricciones redundantes:

Si una restricción funcional satisface incluso la solución binaria de mayor reto, entonces las restricciones binarias las han convertido en redundantes y en adelante pueden eliminarse. En el caso de una restricción de tipo $\leq$ la solución binaria más demandante tiene variables iguales a 1 cuando tiene coeficientes no negativos y otras variables son iguales a 0. (Estos valores se invierten si se trata de una restricción de tipo $\geq$)

Estrechamiento de restricciones:

Procedimiento para estrechar o reducir una restricción de tipo $\leq$

Denote la restricción por $a_1 \cdot x_1 + a_2 \cdot x_2 + \dots + a_n \cdot x_n \leq b$

1. Calcule $S =$ suma de los a_j positivos.
2. Identifique cualquier $a_j \neq 0$ tal que $S < b + |a_j|$

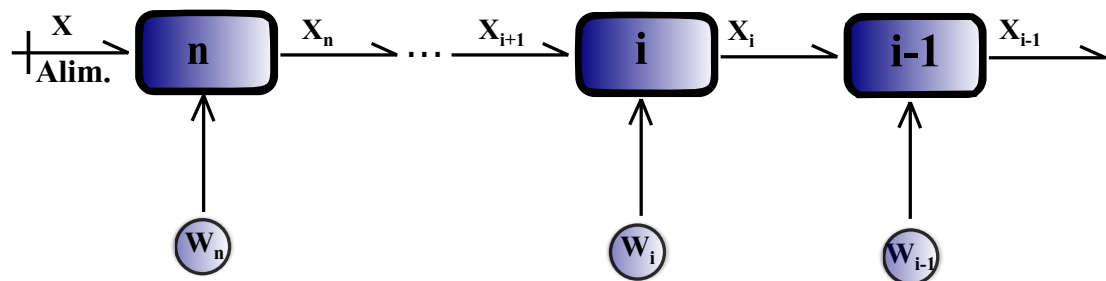
6.3. Enfoque de ramificación y corte para resolver problemas de PEB

- Si no existen, el procedimiento se detiene; la restricción ya no se puede reducir.
 - Si $a_j > 0$, vaya al paso 3.
 - Si $a_j < 0$, vaya al paso 4.
3. ($a_j > 0$) Calcule $\bar{a}_j = S - b$ y $\bar{b} = S - \bar{a}_j$. Restablezca $\bar{a}_j = a_j$ y $\bar{b}_j = b_j$. Regrese al paso 1.
 4. ($a_j < 0$) Aumente a_j a $\bar{a}_j = S - b$. Regrese al paso 1.

PROGRAMACIÓN DINÁMICA

La Programación Dinámica es un método de optimización de extraordinaria versatilidad. Si bien fue desarrollada especialmente para la resolución de problemas en **Procesos de Decisión en Múltiples Pasos**, diferentes investigaciones han mostrado que las mismas ideas pueden utilizarse en otro tipo de problemas de matemática aplicada, e incluso pueden ser útiles en el planteo de algunas cuestiones teóricas. Habiendo surgido en los inicios de la época de las computadoras, la Programación Dinámica fue, además, concebida con un ojo puesto en esta potente herramienta. La Ecuación Funcional que se obtiene, para cada problema, a través del uso del **Principio de Optimalidad de Bellman** que permite, con mayor o menor esfuerzo dependiendo del caso, establecer una recurrencia que es, en sí misma, un algoritmo que resuelve el problema en cuestión [13].

Figura 7.1: Nomenclatura usada en programación dinámica



Fuente: Referencia [13]

La programación dinámica encuentra la solución óptima de un problema con n variables descomponiéndolo en n etapas, siendo cada etapa un subproblema de una sola variable. Sin embargo, como la naturaleza de la etapa difiere de acuerdo con el problema de optimización, la programación dinámica no proporciona los detalles de cómputo para optimizar cada etapa [2] .

7.0.1. Análisis para el componente i

Función objetivo :

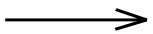
$$B_i(x_{i+1}, W_i, x_i) \quad (7.0.1)$$

Ecuación de diseño :

$$f_i(x_{i+1}, W_i, x_i) = 0 \quad (7.0.2)$$



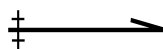
Variable de estado



Variable de estado



Variable de valor fijo

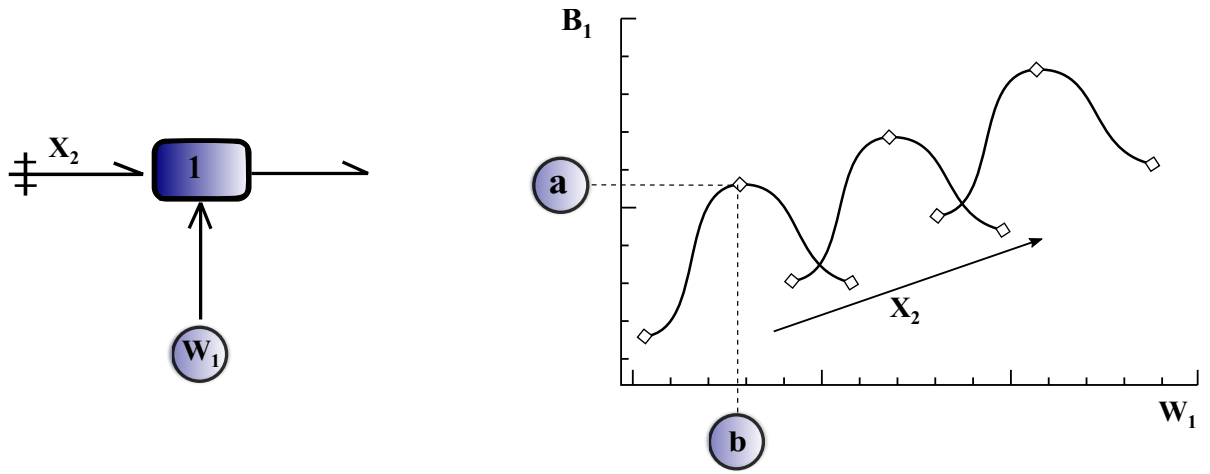


Una variable de valor fijo a algunos valores durante la suboptimización

$$\underset{W_1}{Max} [B_1(x_2, W_1, x_1)] \quad (7.0.3)$$

Estas gráficas contienen un resumen completo de la suboptimización de la etapa 1, y no se necesita un estudio adicional de la etapa en detalle. En la siguiente suboptimización

Figura 7.2: Primer problema de suboptimización

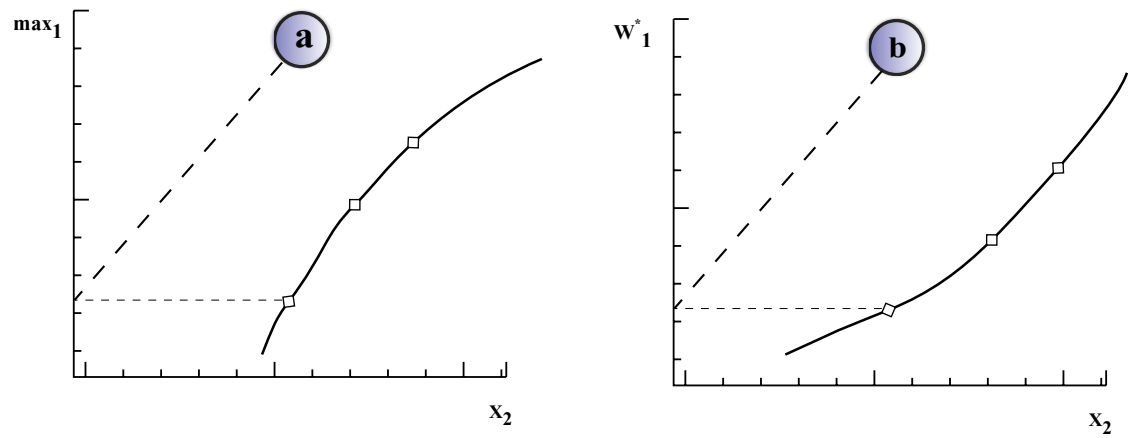


Fuente: Referencia [13]

se incluyen los dos últimos componentes; el principio de optimalidad establece que las variables de diseño w_1 y w_2 deben ajustarse para que estas dos etapas juntas sean optimizadas con respecto a la alimentación que reciben de corriente arriba esto es: El segundo problema de suboptimización queda como sigue:

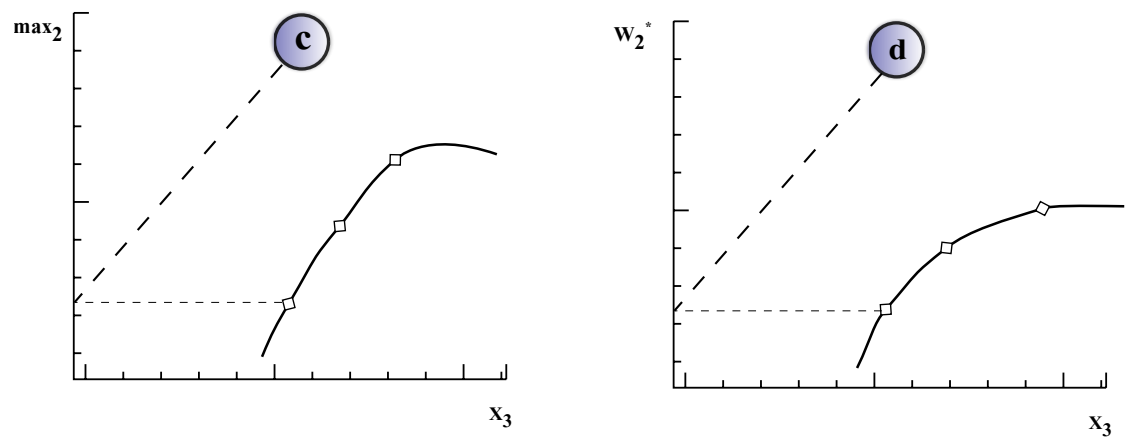
$$\underset{(w_1, w_2)}{\text{Max}} [B_2(x_3, W_2) + B_1(x_2, W_1)] = \text{Max}_2(x_3) \quad (7.0.4)$$

Figura 7.3: Tabulación de resultados del Primer problema de suboptimización



Fuente: Referencia [13]

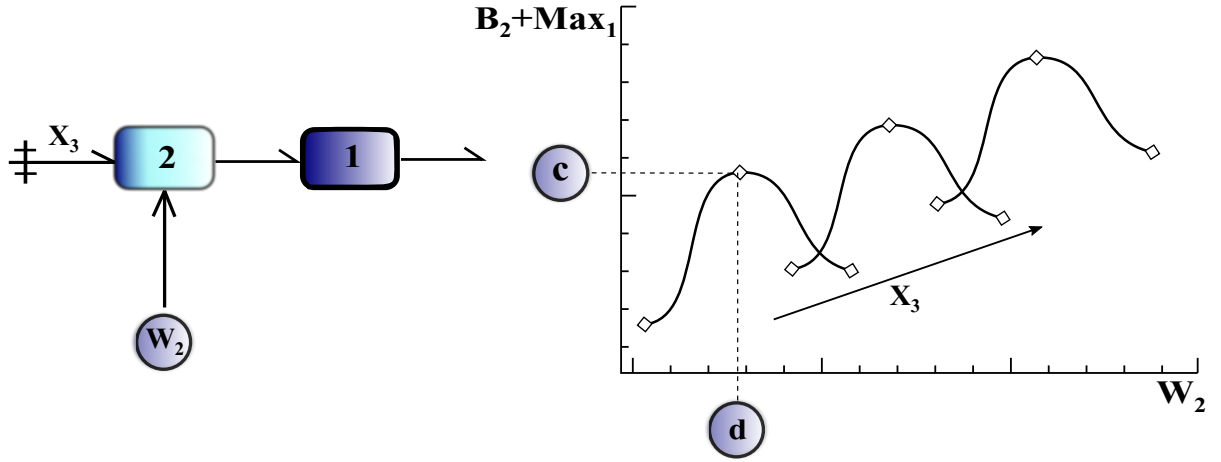
Figura 7.5: Tabulación de resultados del Segundo problema de suboptimización



Fuente: Referencia [13]

Ahora se conoce el diseño óptimo del componente 1, y esta información se encuentra en la gráfica de $max_1(x_2)$. Podemos sustituir ésta por B_1 , para dar los siguiente forma de suboptimización para los dos últimos componetes:

Figura 7.4: Segundo problema de suboptimización



Fuente: Referencia [13]

$$\underset{W_2}{Max} [B_2(x_3, W_2) + Max_1(x_2)] \quad (7.0.5)$$

Con esta maniobra se ha reducido el número de variables que deben considerarse durante la maximización, desde dos (W_1 y W_2) a uno (W_2). La referencia al componente 1 se hace ahora por medio de la gráfica de $max_1(x_2)$, más que por el problema de suboptimización. De nuevo, no se conoce el valor de la variable de estado x_3 ; por lo tanto debe considerarse un rango de valores para esta variable. Supongamos ahora que esta secuencia de suboptimizaciones se ha llevado hasta la etapa $i - 1$ incluyéndola, y el próximo paso es suboptimizar los componentes i -finales.

$$\underset{(W_i, W_{i-1} \dots W_1)}{Max} [B_i + B_{i-1} + \dots + B_1] = Max_{i-1} \quad (7.0.6)$$

Puesto que a este nivel los componentes $i-1$ finales ya han sido optimizados; la función :

$$\underset{(W_{i-1} \dots W_1)}{Max} [B_i + B_{i-1} + \dots + B_1] = Max_{i-1} \quad (7.0.7)$$

Se encuentra disponible, y por lo tanto puede usarse para reducir la dimesionalidad de la suboptimización del componente i a lo siguiente:

$$\underset{W_i}{Max} [B_i + Max_{i-1}(x_i)] \quad (7.0.8)$$

Las ecuaciones de diseño para la etapa i ,

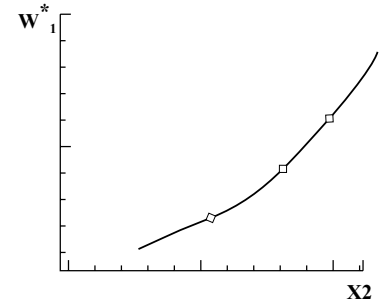
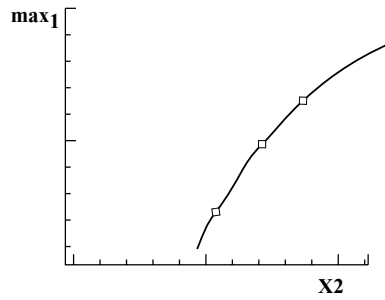
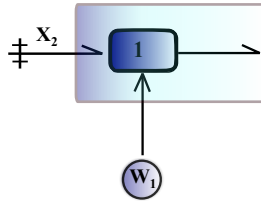
$$f_i(x_{i+1}, x_i, W_i) = 0$$

ofrece el enlace entre W_i y x_i . De nuevo se hace notar que un problema de optimización de las dimensiones se ha reducido a un problema unidimensional, por medio del resumen de las soluciones de los problemas de suboptimización de la corriente abajo. En la figura 7.6 se encuentra la recopilación de los problemas de suboptimización.

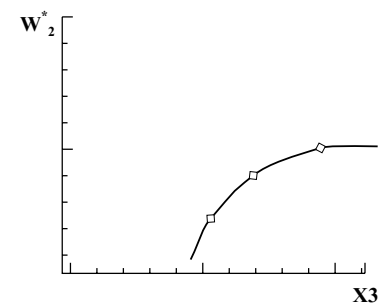
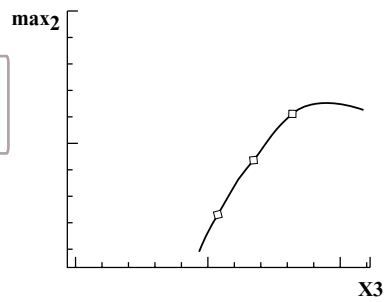
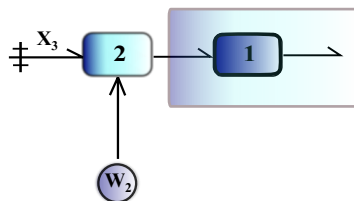
Figura 7.6: Resumen de los problemas de suboptimización

Fuente:

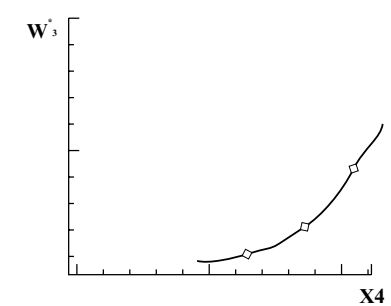
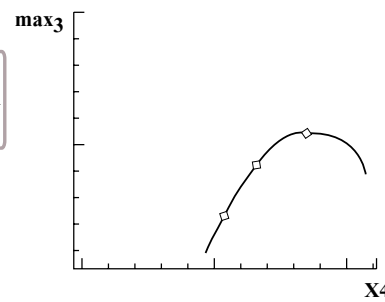
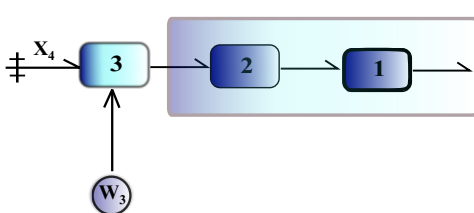
PASO 01:



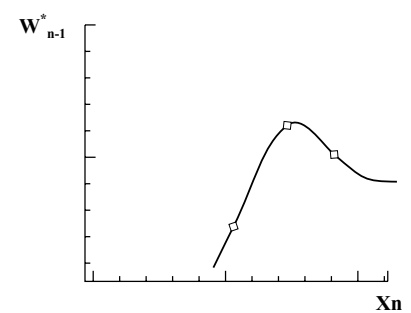
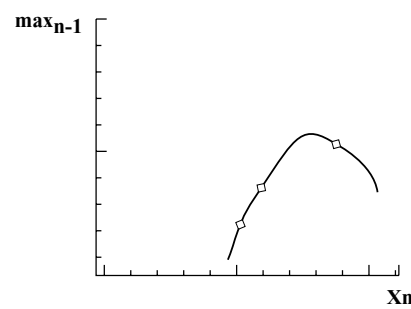
PASO 02:



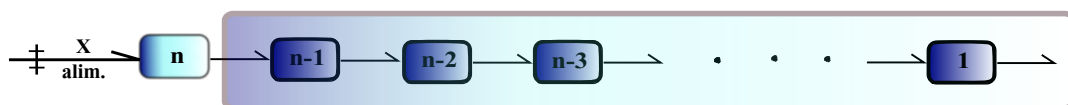
PASO 03:



...



PASO n:



7.0.2. Características de un Problema de Programación Dinámica

Para que un problema pueda ser resuelto con la técnica de programación dinámica, debe cumplir con ciertas características:

- Naturaleza secuencial de las decisiones: El problema puede ser dividido en etapas.
- Cada etapa tiene un número de estados asociados a ella.
- La decisión óptima de cada etapa depende solo del estado actual y no de las decisiones anteriores.
- La decisión tomada en una etapa determina cual será el estado de la etapa siguiente.

En síntesis, la política óptima es de un estado s de la etapa k a la etapa final esta constituida por una decisión que transforma s en un estado s' de la etapa $k + 1$ y por la política óptima desde el estado s' hasta la etapa final [10].

7.0.3. Resolución de un Problema de Programación Dinámica

Para resolver un problema de programación dinámica debemos al menos:

- Identificación de etapas, estados y variable de decisión:
 - Cada etapa debe tener asociado una o mas decisiones (problema de optimización), cuya dependencia de las decisiones anteriores esta dada exclusivamente por las variables de estado.
 - Cada estado debe contener toda la información relevante para la toma de decisión asociada al período.

- Las variables de decisión son aquellas sobre las cuales debemos definir su valor de modo de optimizar el beneficio acumulado y modificar el estado de la próxima etapa.
- Descripción de ecuaciones de recurrencia : Nos deben indicar como se acumula la función de beneficios a optimizar (función objetivo) y como varían las funciones de estado de una etapa a otra.
- Optimizar cada subproblema por etapas en función de los resultados de la resolución del subproblema siguiente. Notar que las para que las recurrencias estén bien definidas requerimos de condiciones de borde.

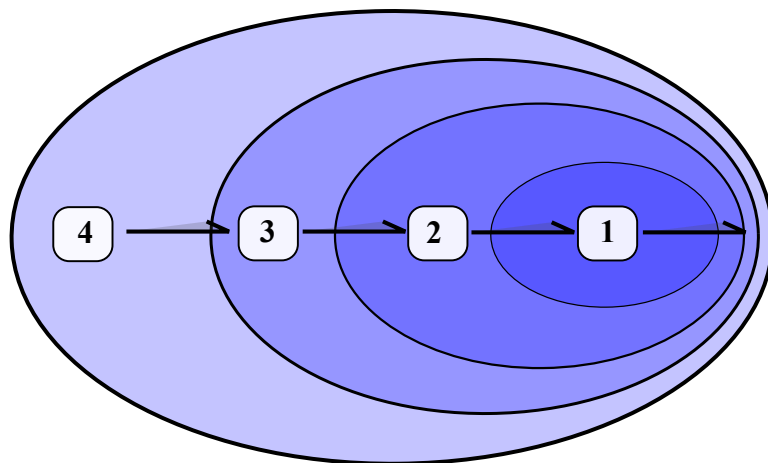
7.0.4. El Principio de Optimalidad como base de la Teoría De Programación Dinámica

La Programación Dinámica es una estrategia por medio de la cual los problemas de optimización que no presentan recirculación de información (estructura acíclica), se pueden descomponer en una secuencia de problemas de suboptimización más simples. Bajo ciertas condiciones, *"la suboptimización de partes pequeñas del problema conduce a la regla de que: La reducción de la magnitud es la dificultad de la optimización"*. Aún así, este concepto de suboptimización es la base de los métodos más avanzados de optimización. Haciendo referencia al o que se señaló anteriormente, se dice que un sistema tiene estructura **EN SERIE** ó **ACICLICA** cuando su flujo de información es de adelante hacia atrás sin recirculación. En estos sistemas, un cambio en el diseño de un componente, solamente puede afectar a los componentes de corriente abajo, Esta propiedad especial de los sistemas acíclicos, es la base desde la cual deriva su eficiencia la programación dinámica, En los primeros años de la década de 1950, Richard Bellman instituyó el principio de optimalidad como sigue:

*” Un sistema acíclico es optimizado cuando,
sus componentes de corriente abajo
son suboptimizados con respecto a la
alimentacion que reciben de corriente arriba”.*

En su. forma general, tanto el principio de optimalidad como los términos corriente arriba y corriente abajo, se refieren al flujo de informacion y de diseño, y ésta puede diferir de la dirección del flujo de material en el diagrama de flujo del proceso. Se muestra el principio de optimalidad en la figura 7.7 :

Figura 7.7: Ilustración del principio de optimalidad



Fuente: Referencia [13]

En cada caso el grupo de los componentes de corriente abajo, debe diseñarse para la función objetivo combinada que es máxima, es decir, suboptimizando con respecto a la alimentación que se recibe de corriente arriba. Por lo tanto, es importante entender que la optimización solo se aplica al grupo final de componentes de un sistema.

Las decisiones futuras para las etapas restantes formarán una política óptima independientemente de las políticas adoptadas en las etapas anteriores.

Parte III

FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA

FORMULACIÓN MATEMÁTICA DEL PROBLEMA

8.1. Planteamiento del problema de Optimización en el diseño de Redes de Alcantarillado

Dada una topografía y un trazo definido para una determinada red de alcantarillado, existe una cantidad considerable de posibles soluciones respecto a las direcciones que puedan tomar cada tubería así como los diámetros y cotas de plantilla de las que se pueden asignar a las atarjeas, colectores y emisores. En ocasiones la topografía del terreno obliga a rebombear el agua dentro de la red, en otros casos resultan necesarias caídas en la unión de las tuberías con las cámaras de inspección. Las tuberías del alcantarillado deben estar enterradas con cierto colchón mínimo para quedar protegidas contra el tráfico vehicular de las calles. Las fuerzas de arrastre del flujo en las tuberías deben estar en ciertos límites definidos por el RNE-OS070. El problema del diseño de la red consiste entonces en encontrar el diámetro y las cotas de plantilla de cada conducto en la red, así como las alturas de cada buzón, de forma tal que en cada conducto se respete el tirante máximo, la velocidad máxima permisible, además de asegurar los colchones mínimos en cada tubería. Debido al alto costo para la construcción y operación (bombeo) de una red

de alcantarillado, es deseable también que el diseño produzca el costo mínimo posible. En términos matemáticos se trata entonces de un problema de optimización discreta de gran escala con restricciones. El diseño de las redes de alcantarillado ha motivado a esta investigación que se formule un modelo matemático. El análisis de este modelo ayuda a planificar las direcciones que cada arco y en conjunto la red deberán tener para el buen desempeño de la red a la vez que se minimicen los costos.

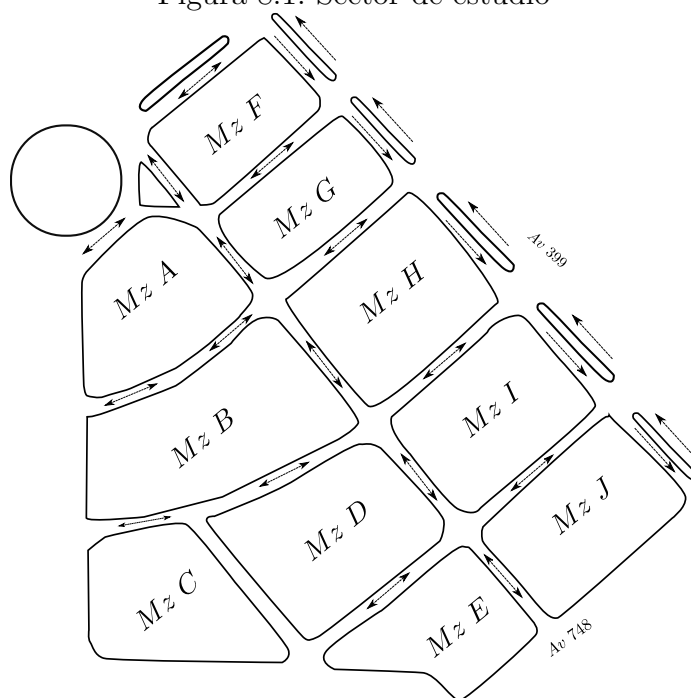
8.1.1. Elementos matemáticos de una red de alcantarillado

En esta sección se describe los principales elementos para la modelación de redes de alcantarillado. Se representaran las redes de alcantarillado mediante un modelo matemático llamado grafo dirigido (dígrafo) planar, este se define como un par $\mathcal{G} = (\mathcal{N}, \mathcal{A})$ en el que $\mathcal{N}$ es el conjunto de nodos, y $\mathcal{A}$ representan las tuberías. El conjunto $\mathcal{N}$ son las intersecciones que representan las cámaras de inspección o buzones de inicio, intermedio o de llegada a la planta de tratamiento. El planteamiento de este problema se dará en tres etapas:

8.1.2. Fase 01: Planteamiento de la Red

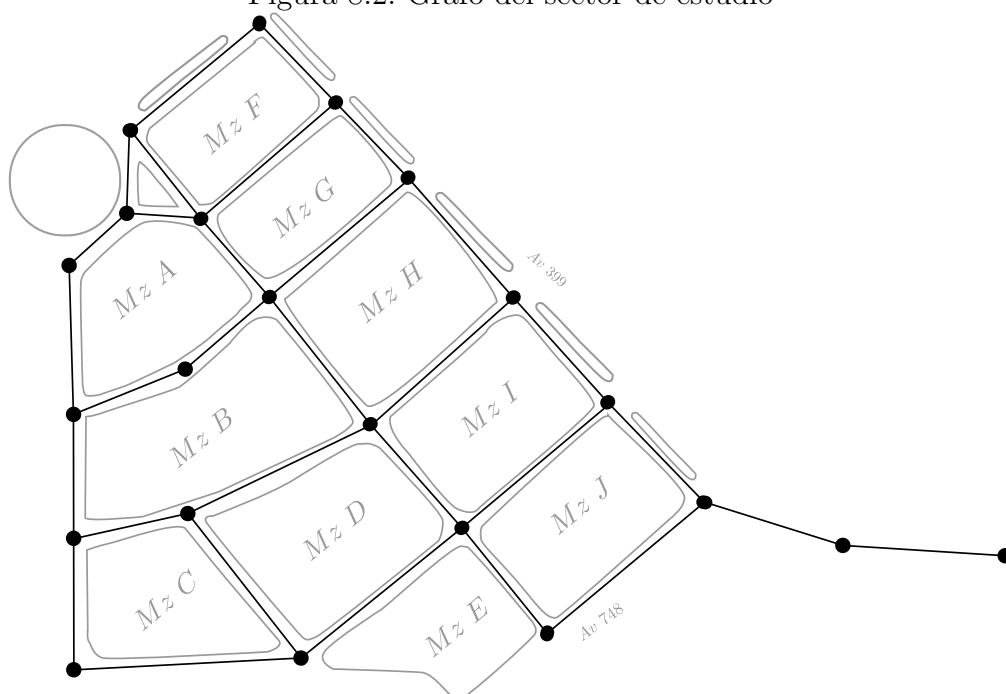
En esta etapa se comienza considerando la topografía y una serie de datos relativos a la zona de estudio. Estos datos, que incluyen información sobre las Conexiones domiciliarias, centros educativos, centros de salud, actividad económica de la distribución social, se usan para estimar el caudal que se asignara a la red. En esta etapa se considera la ubicación de las cámaras de inspección, así como la unión de las mismos mediante colectores, interceptores y emisores, todo esto teniendo en cuenta los cambios de pendiente así como las longitudes máximas en función al diámetro dadas por el **RNE-OS070**. Tras esta etapa se obtiene un modelo de red mediante un dígrafo $\mathcal{G} = (\mathcal{N}, \mathcal{A})$

Figura 8.1: Sector de estudio



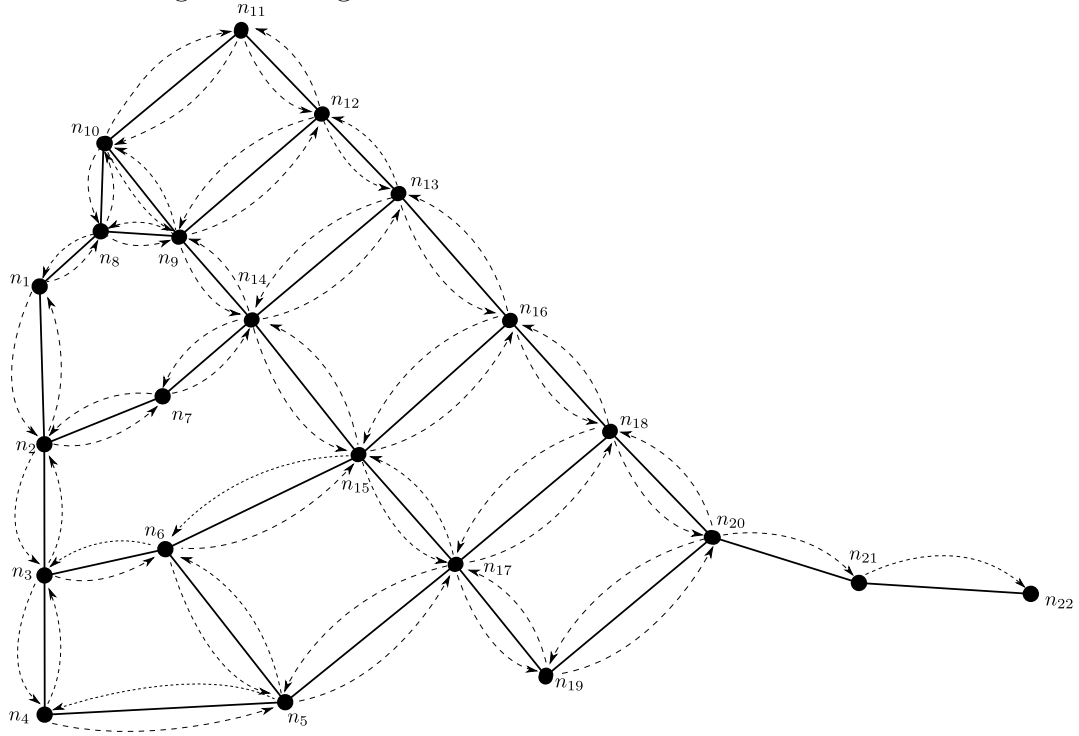
Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.2: Grafo del sector de estudio



Fuente: Elaboración Propia

Figura 8.3: Digrafo basado en la red de la zona de estudio



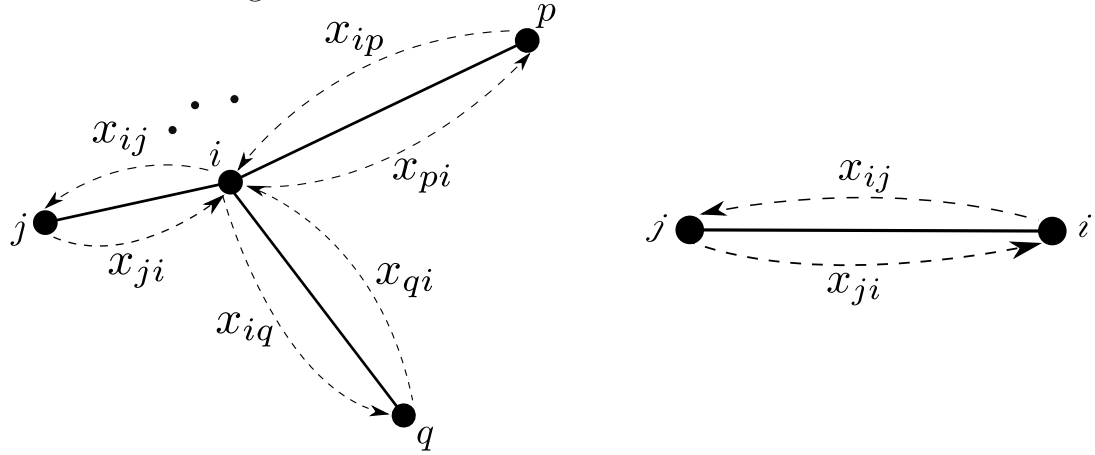
Fuente: Elaboración Propia

8.1.3. Fase 02: Generación de rutas óptimas

Considerando el dígrafo de la etapa anterior $\mathcal{G} = (\mathcal{N}, \mathcal{A})$. Donde $\mathcal{N} = n_1, n_2, \dots, n_n$, es un conjunto finito de nodos que representan las cámaras de inspección (buzones); y $\mathcal{A} = \{x_{ij}; ij = (n_i, n_j) \text{ donde } (n_i, n_j) \in N\}$ en un conjunto finito de enlaces entre nodos que representan las tuberías. Cada enlace tiene un número positivo real asociado denotado por: $\mathcal{W} = \{w_{ij} = w; wij = w(n_i, n_j), wij > 0 \text{ donde } (n_i, n_j) \in N\}$ representando el costo.

Esta etapa de la formulación del modelo matemático tiene que ver con la determinación del conjunto de aristas (tuberías) que configuren la red de menor costo, en el que cada arista tiene solo una dirección de las dos posibles que se muestra en el segundo dígrafo de la figura 8.4.

Figura 8.4: Restricciones del modelo matemático



Fuente: Elaboración Propia

En esencia, el problema es un modelo de **Programación Entera Binaria** con restricciones que garantizan la exclusión de aristas que confluyan en un solo nodo, lo que en el modelo real vendría representado por el represamiento de la cámara de inspección y su posterior colapso. En forma específica, en el caso con n cámaras de inspección, se define :

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Si la dirección de flujo se dirige del nodo } i \text{ al nodo } j \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases} \quad (8.1.1)$$

Si w_{ij} es el costo de ir del nodo i al nodo j , el modelo matemático es el siguiente :

Minimizar Z :

$$Z = \sum w_{ij} \cdot x_{ij}; \forall x_{ij} \in \mathcal{A} \quad (8.1.2)$$

Sujeto a:

$$x_{ij} + x_{ji} = 1; \forall x_{ij}, x_{ji} \in \mathcal{A} \text{ además } i \neq j \quad (8.1.3)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ji} \leq m - 1 ; d_G(i) = m \quad (8.1.4)$$

$$x_{ij} = (0, 1) \quad (8.1.5)$$

1. Las condiciones 8.1.3 y 8.1.5 restringen al modelo matemático a que cada arista deba tomar una de las dos posibles direcciones de flujo, estas posibilidades se muestran en la figura 8.4.
2. La condición 8.1.4 limita a que no todas las aristas conectadas con el nodo i convergentes en él, haciendo que almenos una de las aristas salga del nodo en mención.

El costo de cada arco se tomará como una función a la que están asociadas las alturas de cada nodo según se describe en la ecuación 8.1.6.

$$w_{ij}(n_i, n_j) = f(Cta_i, Cta_f) \quad (8.1.6)$$

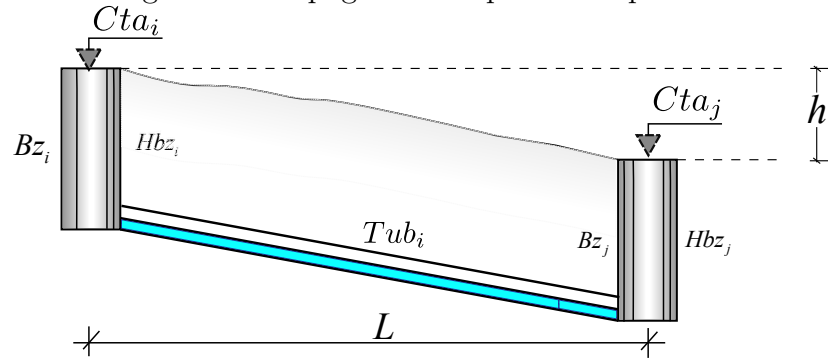
Donde:

Cta_i : Altura del buzón inicial.

Cta_f : Altura del buzón final.

En las figuras 8.5 y 8.6 se presentan dos casos a partir de los cuales se obtendrá la función de costo.

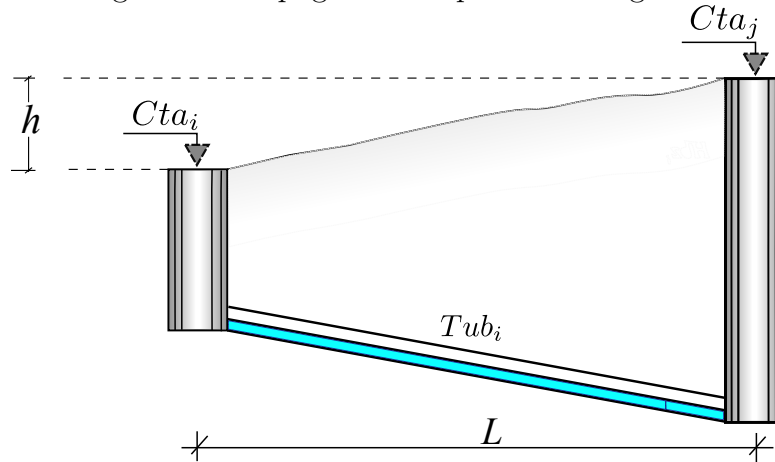
Figura 8.5: Topografía con pendiente positiva



Fuente: Elaboración Propia

En este caso, cuando la pendiente sea positiva, el valor de la diferencia de cotas (h) será siempre de valor positivo.

Figura 8.6: Topografía con pendiente negativa



Fuente: Elaboración Propia

Análogo al caso anterior, cuando la pendiente del terreno sea negativa, el valor de la diferencia de cotas (h) será siempre de valor negativo.

Además:

$$h = Cta_f - Cta_i \quad (8.1.7)$$

De donde se puede escribir la función de costo como una función que depende unicamente de la diferencia de alturas como se muestra en la ecuación 8.1.8 :

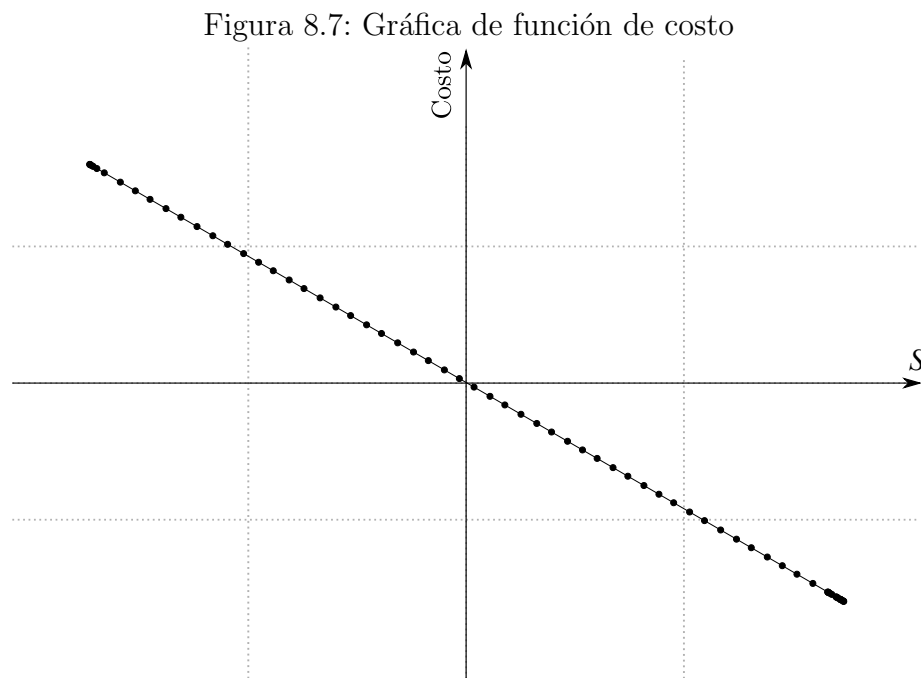
$$w_{ij}(n_i, n_j) = f(Cta_i, Cta_f) = f(h, L) \quad (8.1.8)$$

De las ecuaciones anteriores se deduce que la función de costo debe tener un costo mayor cuando la diferencia de cotas tenga valor negativo, esto con el fin de penalizar las rutas que tengan aristas de pendiente negativa, y tener costo menor cuando las pendientes sean positivas.

Una función que cumple con estas características es 8.1.9 :

$$f(h, L) = \frac{h}{L} = S \quad (8.1.9)$$

El comportamiento de la función anterior se presenta en la figura 8.7



Fuente: Elaboración Propia

Del procesamiento del dígrafo $\mathcal{G} = (\mathcal{N}, \mathcal{A})$ y de la optimización de la función objetivo 8.1.3 se obtiene un grafo dirigido $\mathcal{G}' = (\mathcal{N}, \mathcal{A}')$, donde a cada arco: $i \rightarrow j \in \mathcal{A}'$ tiene asociado un costo $w_{ij} = w \wedge w_{ji} = \infty$ y donde el costo de un camino se calcula sumando los costos de las aristas que lo conforman.

Todo camino finaliza en un vértice ¹ del que no sale ninguna flecha, al que llamamos terminal. El problema para hallar las rutas que conformen la red se enunciara como: Dado un vértice cualquiera, $i \in \mathcal{N}$ hallar un camino de costo mínimo que parta de u y finalice en un vértice terminal. Un camino con estas características se llama camino óptimo que parte de i . Esto se debe realizar para todos los nodos a excepción de los nodos terminales.

8.1.4. Fase 03: Optimización de perfiles

Una vez obtenido el conjunto de rutas, se busca determinar los diámetros y cotas de entrada y salida de las tuberías a diseñar así como las alturas de las cámaras de inspección que proporcionan un costo mínimo para la construcción, lo anterior cumpliendo siempre con las condiciones de tensión tractiva mínimas y velocidades máximas permisibles, colchones mínimos y otras exigidas dadas por las normas de diseño especificadas en el **RNE-OS070**. Se plantea el problema anteriormente descrito mediante cálculos recursivos mediante **Programación Dinámica**. Se plantea la función de costo² de costo para cada tramo como se muestra en la ecuación 8.1.10 :

$$f_i = \left(\frac{Hbz_{i-1} + Hbz_i}{2} \right) \cdot l_i \cdot A(\phi) \cdot C_e + l_i \cdot C_t(\phi) + C_{bz}(Hbz_i) \quad (8.1.10)$$

¹Para el modelo real este vértice o conjunto de vértices son los buzones que descargan a la planta de tratamiento.

²En función de costo 8.1.10 la altura del buzón inicial, por lo tanto el costo, de para cada ruta se asume según sea el caso especificado por el *RNE-OS070* apartado 4,7 por lo que no se considera en la función de costo.

8.1. Planteamiento del problema de Optimización en el diseño de Redes de Alcantarillado

Donde:

h_i : Altura del buzón i .

l_i : Longitud de la tubería i .

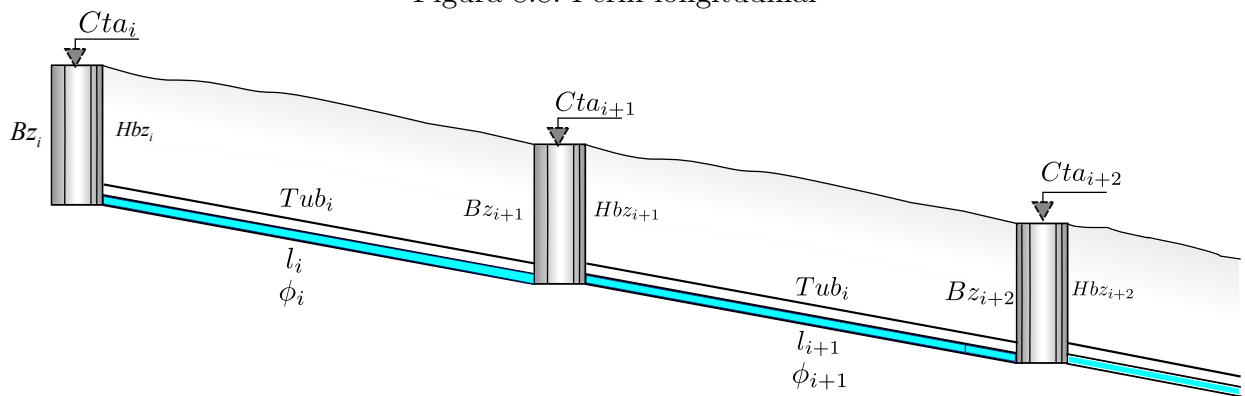
A : Ancho de la excavación en función del diámetro de la tubería.

C_e :Costo de excavación en m^3 .

C_d :Costo de la tubería en función a su diámetro.

C_{bz} :Costo del buzón en función de su altura.

Figura 8.8: Perfil longitudinal



Fuente: Elaboración Propia

Parte IV

MODELAMIENTO DEL PROBLEMA

MODELAMIENTO DEL PROBLEMA

9.1. Introducción

En este capítulo se da solución al problema planteado, en cada una de sus tres fases, para este propósito se aplicaran los conocimientos definidos en los capítulos que conforman el estado del arte de esta investigación

9.2. Solución al planteamiento de la Red

Esta fase del problema depende unicamente de la pericia del diseñador, el buen criterio que se deberá tomar en cuenta en la ubicación de las cámaras de inspección así como la conexión de las mismas. Se propone algunos criterios a tomarse en cuenta en la generación de la red:

- a) Se efectuará el diseño de los colectores y emisores, de acuerdo a los rangos adjuntos, teniendo en cuenta los siguientes escurrimientos.
 - Colectores = 0.75 Diámetro como Máximo.

- Emisor = 0.75 Diámetro como Máximo.

En ningún caso las tuberías trabajaran a presión en las redes de alcantarillado.

b) Las cámaras de Inspección (Buzones) serán ubicadas en:

- Intersección de las calles.
- En el inicio de cada colector.
- En todos los empalmes de colectores.
- En los cambios de pendiente.
- En todos cambios de dirección.
- En todos los cambios de diámetros.
- En los cambios de material.
- En todos lugar donde sea necesario por razones de inspección y limpieza.

Además se recomienda lo siguiente:

- La profundidad de las Cámaras será de 1.20 metros (mínimo).
- Los diámetros interiores de la Cámara será como mínimo de 1.20 metros.
- La distancia máxima entre buzones con fines de operación y mantenimiento serán:

Cuadro 9.1: Separación Máxima en función al Diámetro de las tuberías

Diámetro nominal de la tubería (mm)	Distancia Máxima (m)
100-150	60
200	80
250 a 300	100
Diametros mayores	150

Fuente: Elaboración Propia

- En el fondo de las cámaras de inspección se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25 % entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

9.3. Solución para la generación de rutas optimas

Luego de plantear el modelo de red en la fase anterior, para la obtención de las direcciones de cada arco, enunciado por el problema como:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{Si la direccion de flujo se dirige del nodo } i \text{ al nodo } j \\ 0 & \text{En otro caso} \end{cases} \quad (9.3.1)$$

Si w_{ij} es el costo de ir del nodo i al nodo j , el modelo matemático es el siguiente :

Minimizar $\mathcal{Z}$:

$$\mathcal{Z} = \sum w_{ij} \cdot x_{ij}; \forall x_{ij} \in \mathcal{A} \quad (9.3.2)$$

Sujeto a:

$$x_{ij} + x_{ji} = 1; \forall x_{ij}, x_{ji} \in A \quad \text{además } i \neq j \quad (9.3.3)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ji} \leq m - 1; d_G(i) = m \quad (9.3.4)$$

$$x_{ij} = (0, 1) \quad (9.3.5)$$

Para la solución del problema propuesto, se definen las siguientes matrices de entrada:

9.3.1. Matriz de nodos:

En esta matriz se enumeran los nodos (cámaras de inspección) y se dan las coordenadas de cada nodo bajo el formato que se muestra en la tabla 9.2:

Cuadro 9.2: Matriz de nodos

<i>Bz</i>	<i>Este</i>	<i>Norte</i>	<i>Altura</i>
n_1	E_1	N_1	H_1
n_2	E_2	N_2	H_2
n_3	E_3	N_3	H_3
...	...	...	...
n_n	E_n	N_n	H_n

Fuente: Elaboración propia

Para fines prácticos esta matriz se nombrara como $mtxbz^1$ y n es el numero total de nodos.

9.3.2. Matriz de arcos:

En esta matriz se enumeran los arcos (tuberías) y se configuran bajo el siguiente formato que se muestra en la tabla 9.3.

Cuadro 9.3: Matriz de arcos

<i>Tub</i>	<i>Ni</i>	<i>Nf</i>	<i>Long</i>	<i>Q_t</i>
T_1	n_{i1}	n_{j1}	l_{j1}	q_{j1}
T_2	n_{i2}	n_{j2}	l_{j2}	q_{j2}
T_3	n_{i3}	n_{j3}	l_{j3}	q_{j3}
...	...	...	...	...
T_k	n_{ik}	n_{jk}	l_{jk}	q_{jk}

Fuente: Elaboración propia

¹ $mtxbz$:Esta variable es el nombre que en adelante se le data a la matriz de buzones

Para fines prácticos esta matriz se nombrara como mtx_{tb} y k es el número total de tuberías. A partir de las matrices anteriores se obtienen las matrices de adyacencia e incidencia que se definen como:

Matriz de adyacencia es $A = [a_{ij}]$, entonces:

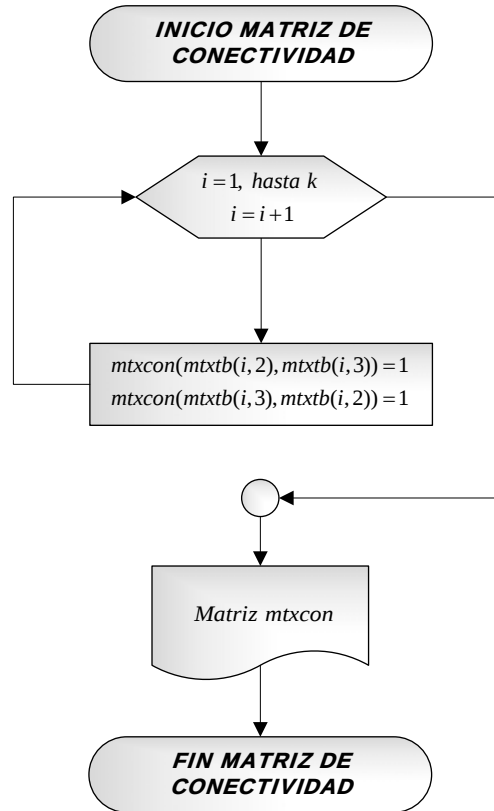
$$a_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } v_i, v_j \text{ es una arista de } \mathcal{G} \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (9.3.6)$$

Matriz de incidencia con respecto al orden de V y E es la matriz $n \times m$; $M = [m_{ij}]$, donde:

$$m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{cuando la arista } e_j \text{ es incidente con } v_i \\ 0 & \text{de otra manera} \end{cases} \quad (9.3.7)$$

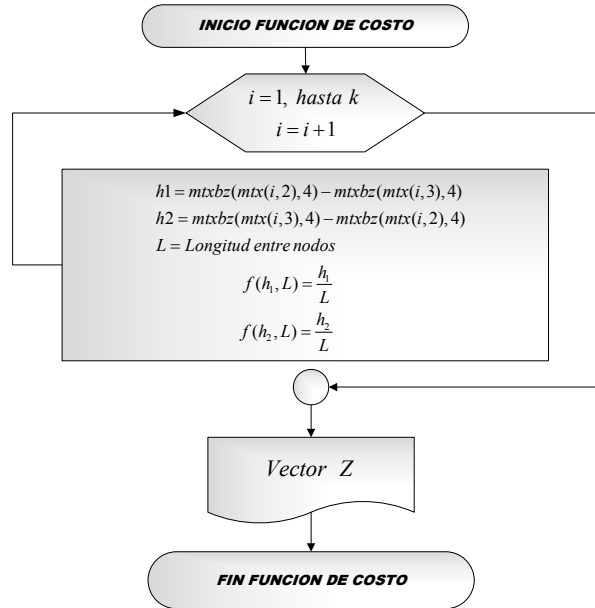
9.4. Diagrama de flujo

Figura 9.1: Diagrama de flujo de la matriz de conectividad



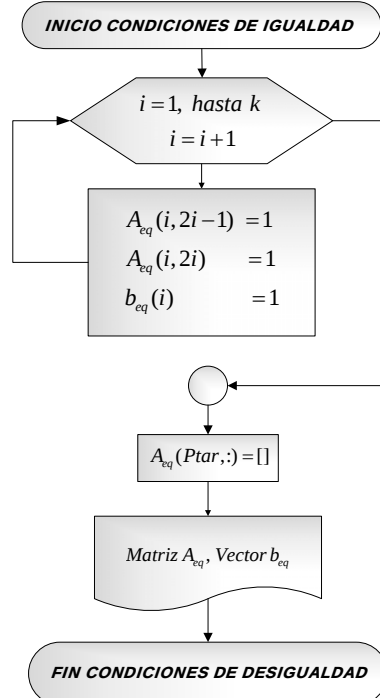
Fuente:Elaboración Propia

Figura 9.2: Diagrama de flujo de la función de costo



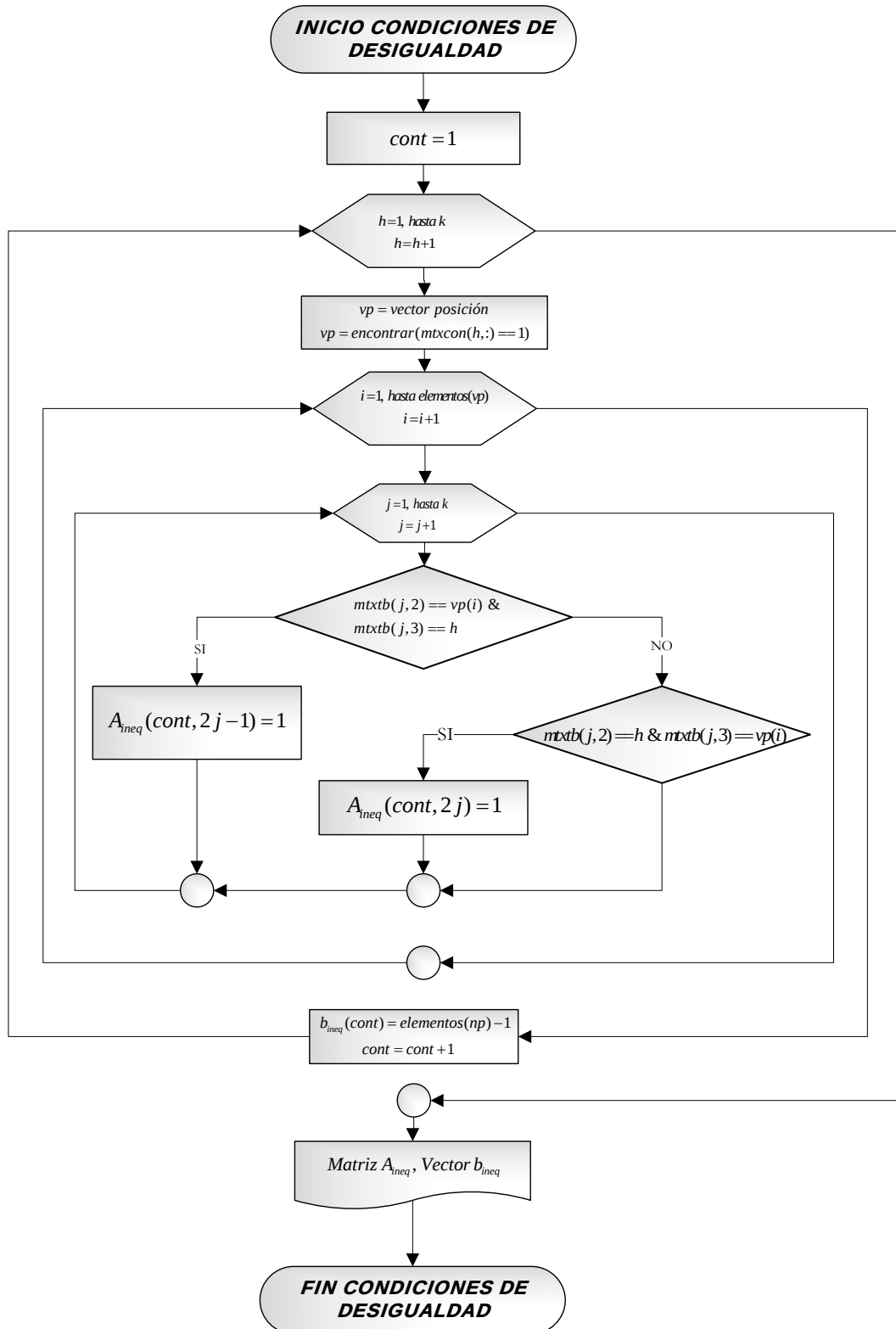
Fuente:Elaboración Propia

Figura 9.3: Diagrama de creación de la matriz de las condiciones de igualdad



Fuente:Elaboración Propia

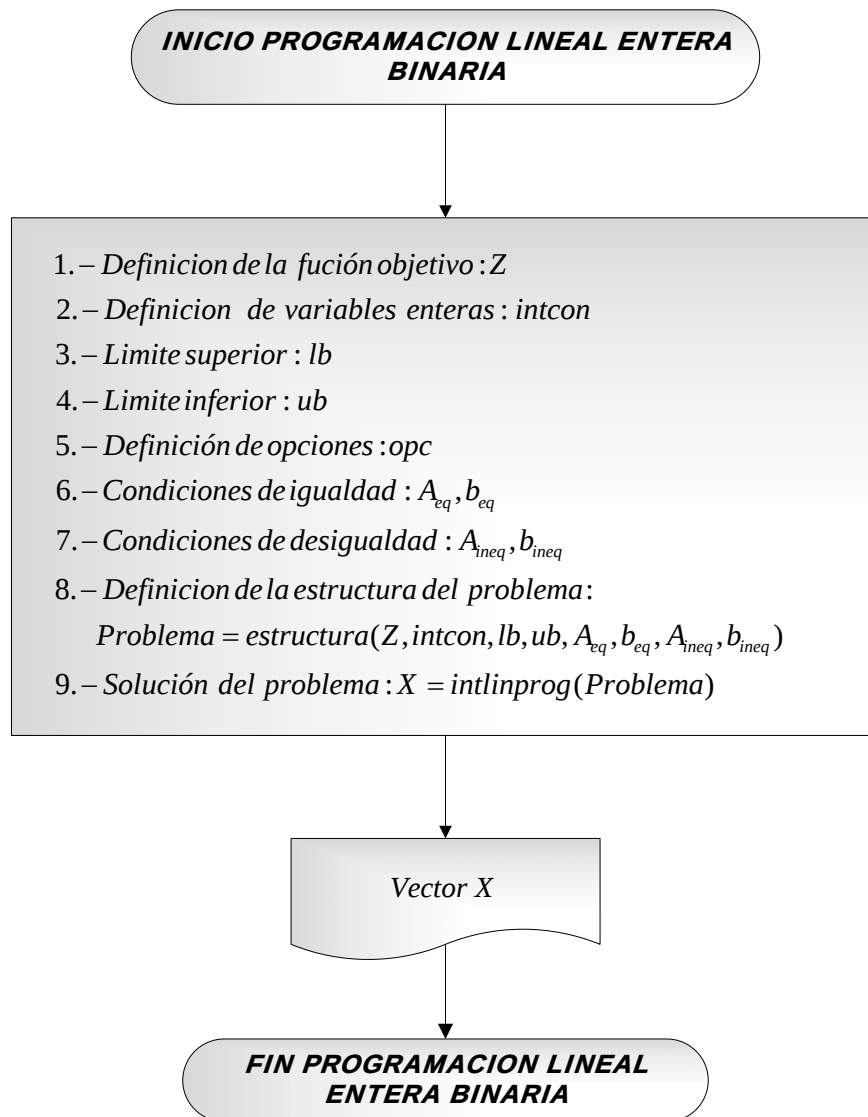
Figura 9.4: Diagrama de creación de la matriz de las condiciones de desigualdad



Fuente: Elaboración propia

De las condiciones anteriores tenemos las variables necesarias para plantear el problema de Programación Entera Binaria como se muestra:

Figura 9.5: Diagrama de flujo de solución al problema



Fuente: Elaboración propia

Para la solución de del problema en esta etapa se ha utilizado una herramienta de calculo,

Matlab R2017a² del que se utilizó el comando **intlinprog**³.

La estructura de para este comando es la siguiente

$$\min_x (f^T x) \text{ subject to } \begin{cases} x(\text{intcon}) \text{ are integers} \\ A \cdot x \leq b \\ A_{eq} \cdot x = b_{eq} \\ lb \leq x \leq ub \end{cases} \quad (9.4.1)$$

- f , x , intcon , b , b_{eq} , lb , y ub son vectores, y A y A_{eq} are matrices.

Para la obtención de rutas optimas se plantea el algoritmo de Floy-Warshall basado en Programación Dinámica

Supongamos que tenemos n cámaras de inspección, numeradas desde 1 hasta n .

- a) Si k no es un vértice intermedio en el camino p , entonces todos los vértices intermedios en dicho camino están en el conjunto $1, 2, \dots, k-1$. Por tanto un camino de costo mínimo del vértice i al j con todos los vértices intermedios entre $1, 2, \dots, k-1$ es también un camino de costo mínimo de i a j con todos los vértices intermedios en el conjunto $1, 2, \dots, k$.
- b) Si k es un vértice intermedio en el camino p , entonces dicho camino se parte en dos subcaminos $p1$ y $p2$ como se muestra en la figura siguiente.

Asumiendo que los vértices del grafo $\mathcal{G}$ se numeran de la siguiente forma $\mathcal{V} = 1, 2, 3, \dots, n$.

Consideremos el siguiente subconjunto de vértices $1, 2, \dots, k$ para algún cierto k . Para

²MATLAB (abreviatura de **MA**Trix **LAB**oratory, "laboratorio de matrices") es una herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M).

³intlinprog : comando de Matlab adaptado para problemas enteros-mixtos de programación lineal (MILP)

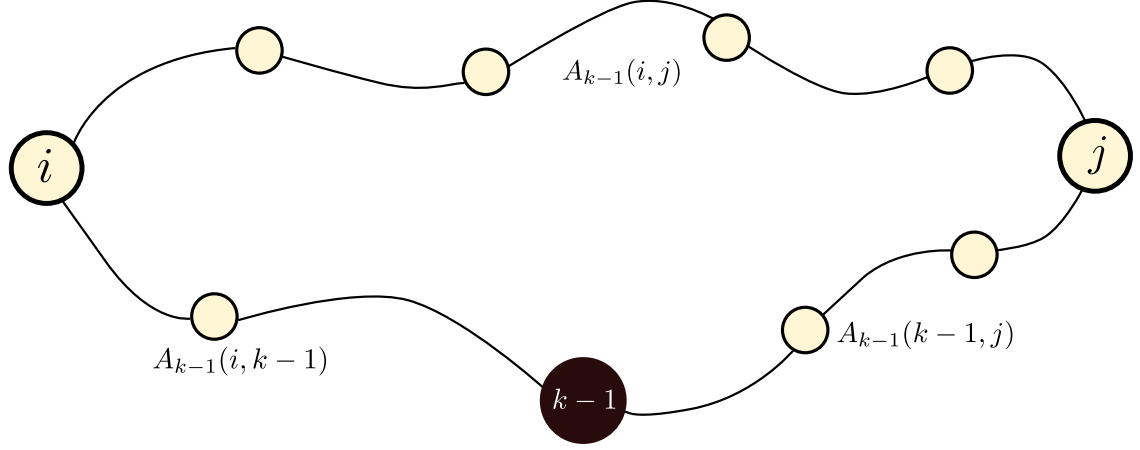
cualquier par de vértices $i, j \in \mathcal{V}$ consideremos todos los caminos de i a j cuyos vértices intermedios tienen números entre $1, 2, \dots, k$ (o sea entre los vértices intermedios no hay ninguno con número mayor que k) y sea p un el camino simple de costo mínimo entre todos esos caminos.

El algoritmo de *Floyd-Warshall* explora una relación entre p y los caminos de costo mínimo entre i e j cuyos vértices intermedios están entre $1, 2, \dots, k - 1$. La relación depende de si k está o no entre los vértices intermedios de p .

- a) Si k no es un vértice intermedio en el camino p , entonces todos los vértices intermedios en dicho camino están en el conjunto $1, 2, \dots, k - 1$. Por tanto un camino de costo mínimo del vértice i al j con todos los vértices intermedios entre $1, 2, \dots, k - 1$ es también un camino de costo mínimo de i a j con todos los vértices intermedios en el conjunto $1, 2, \dots, k$.
- b) Si k es un vértice intermedio en el camino p , entonces dicho camino se parte en dos subcaminos p_1 y p_2 .

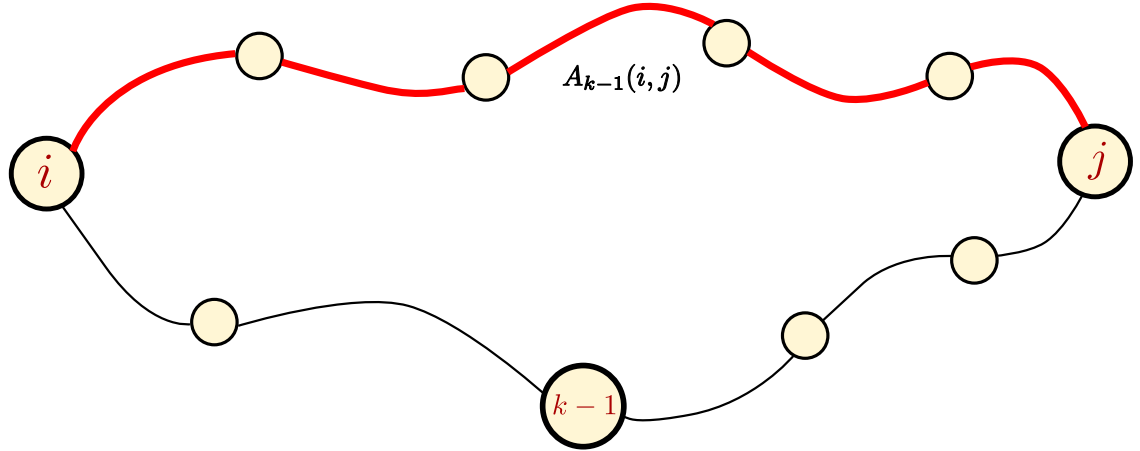
9.4.1. Cálculo de $A_k(i, j)$ a partir de $A_{k-1}(i, j)$

Figura 9.6: Cálculo de $A_k(i, j)$ a partir de $A_{k-1}(i, j)$



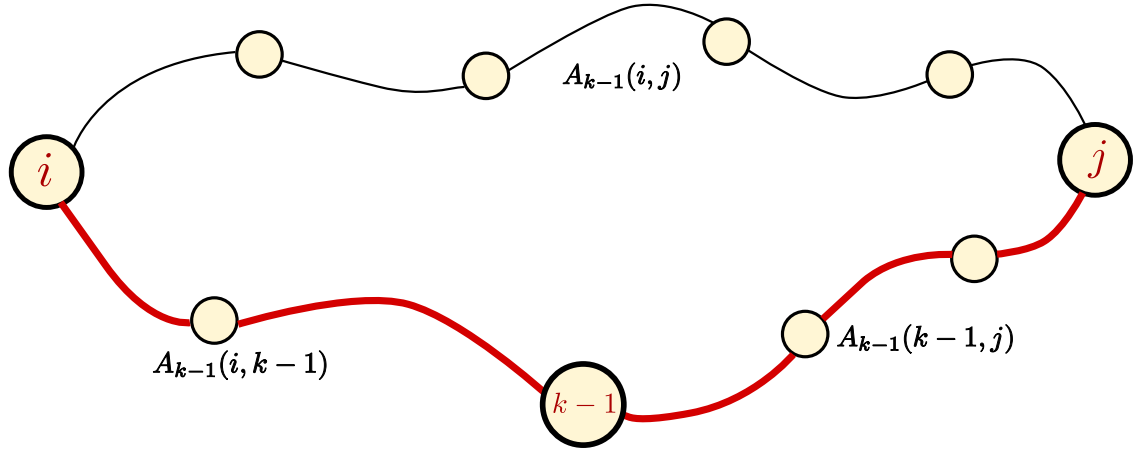
Fuente: Referencia [13]

Figura 9.7: Si el nuevo camino mínimo no pasa por el nodo $k-1$



Fuente: Referencia [13]

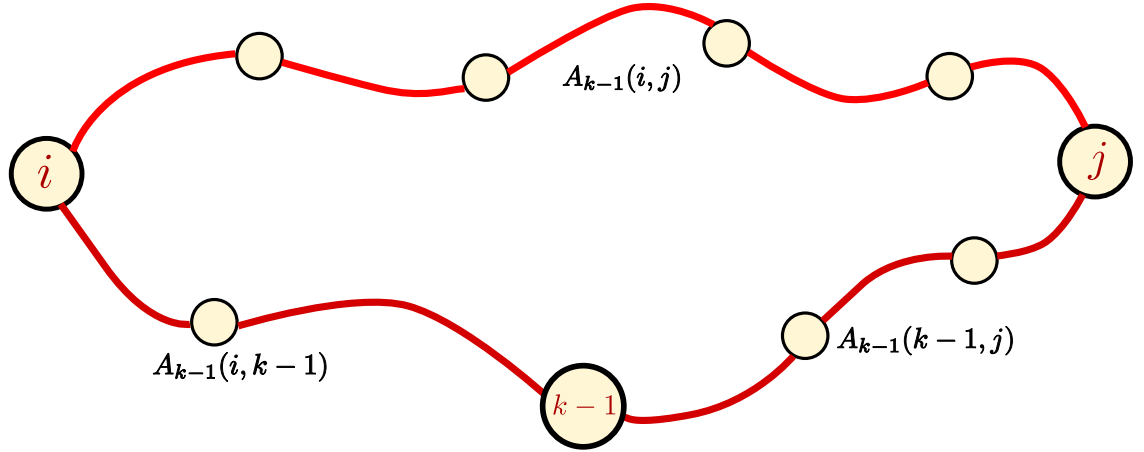
$$A_k(i, j) = A_{k-1}(i, j) \quad (9.4.2)$$

Figura 9.8: Si el nuevo camino mínimo no pasa por el nodo $k - 1$ 

Fuente: Referencia [13]

$$A_k(i, j) = A_{k-1}(i, k-1) + A_{k-1}(k-1, j) \quad (9.4.3)$$

Figura 9.9: Comparación de rutas

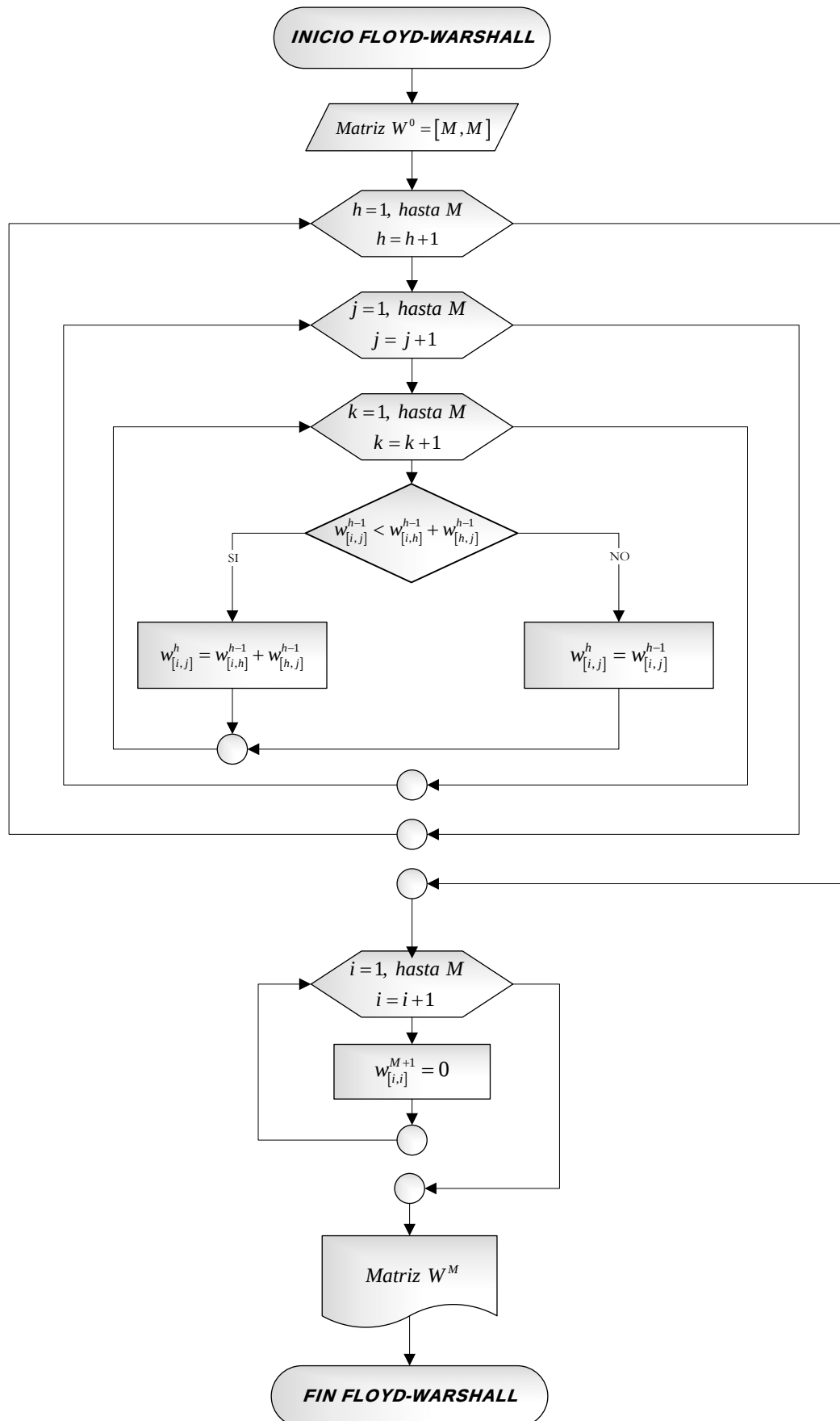


Fuente: Referencia [13]

La opción más conveniente será :

$$A_k(i, j) = \min\{A_{k-1}(i, j), A_{k-1}(i, k-1) + A_{k-1}(k-1, j)\} \quad (9.4.4)$$

Figura 9.10: Diagrama de flujo del Algoritmo de Floyd-Warshall



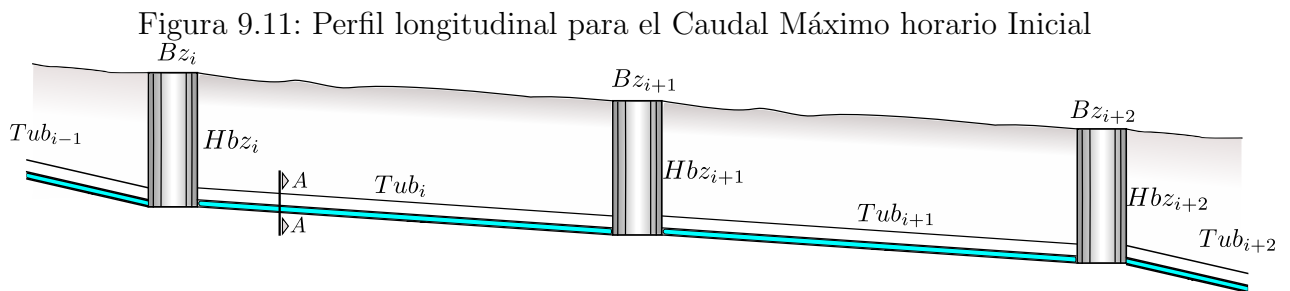
9.5. Solución para la generación de perfiles óptimos

Para la generación de perfiles óptimos, una vez obtenidas las rutas de la red en su totalidad, se seguirán las directivas establecidas en el **RNE OS070** de Aguas Residuales.

El diseño de redes de alcantarillado se debe realizar en función de un caudal inicial (Q_i), que es el caudal máximo horario al inicio del proyecto, y un caudal final (Q_f), que es el caudal máximo horario al final del periodo de diseño, por esto la formulación matemática se realizara en dos escenarios :

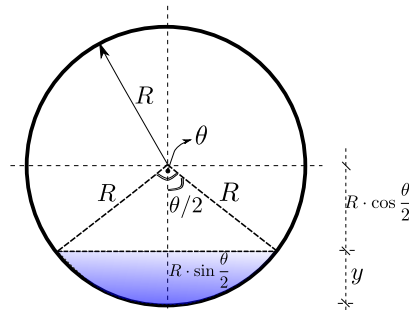
9.5.1. Primer Escenario

En el primer escenario se toma en consideración el inicio del funcionamiento de la red, para este escenario la condición critica es la **Tensión Tráctiva Mínima**.



Fuente: Elaboración propia

Figura 9.12: Corte A-A Caudal Máximo horario Inicial



Fuente: Elaboración propia

De la ecuación de Maning del Caudal:

$$Q = \frac{A(y) \cdot R(y)^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (9.5.1)$$

Q_i = Caudal inicial (m/s).

R = Radio Hidraulico (m) = $\frac{A}{P}$.

P = Perimetro mojado.

S = Pendiente de la linea de energía (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning .

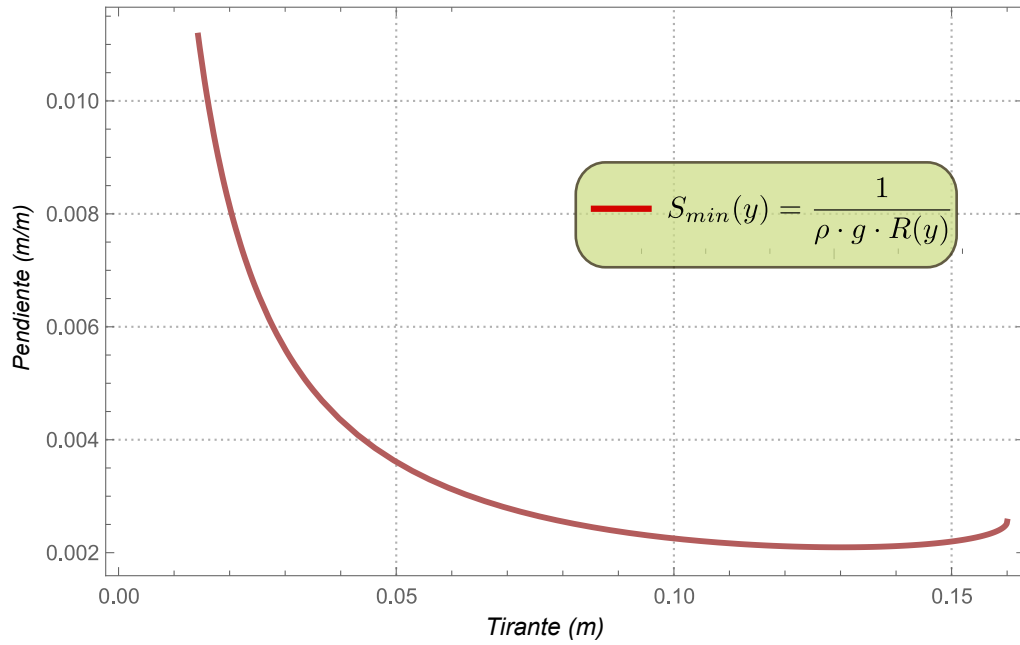
De la ecuación de Tension Tractiva :

$$\sigma_\tau = \rho \cdot g \cdot R(y) \cdot S \quad (9.5.2)$$

Haciendo que $\sigma_\tau = 1 \text{ pa}$ y despejando la pendiente:

$$S(y) = \frac{1}{\rho \cdot g \cdot R(y)} \quad (9.5.3)$$

Figura 9.13: Pendiente para $\sigma_\tau = 1$ *pa* y diferentes tirantes, siendo además $n = 0,010$ y $D = 6$ *pu lg*



Fuente: Elaboración propia

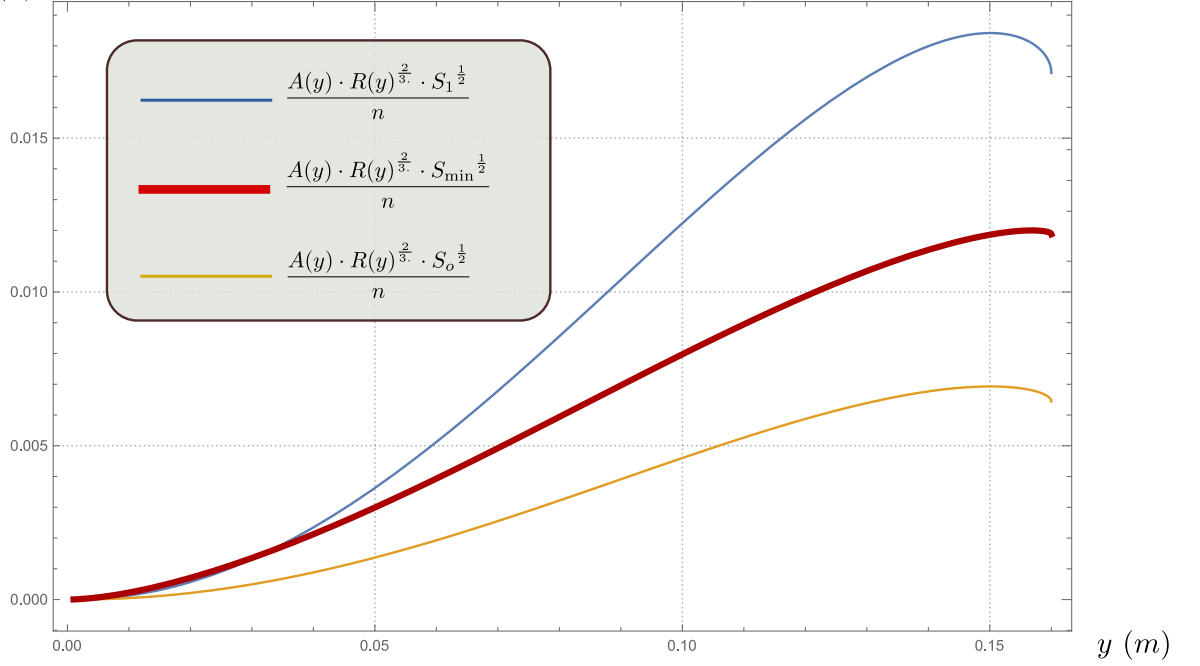
Reemplazando la ecuación 9.5.3 en la ecuación 9.5.1 :

$$Q = \frac{A(y) \cdot R(y)^{2/3} \cdot \left(\frac{1}{\rho \cdot g \cdot R(y)} \right)^{1/2}}{n}$$

Se obtiene la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{A(y) \cdot R(y)^{1/6}}{n \cdot \rho^{1/2} \cdot g^{1/2}} \quad (9.5.4)$$

Figura 9.14: Caudal para diferentes pendientes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6$ pulg



Fuente: Elaboración propia

En la figura 9.14 se muestran caudales para diferentes pendientes, siendo la pendiente $S_{\min}$ que hace a la tensión tractiva 1 pa , además se tiene la siguiente relación:

$$S_o < S_{\min} < S_1 \quad (9.5.5)$$

$$Q_o < Q_{\min} < Q_1 \quad (9.5.6)$$

$$\sigma_{\tau O} < \sigma_{\tau \min} < \sigma_{\tau 1} \rightarrow \sigma_{\tau O} < 1 \text{ pa} < \sigma_{\tau 1} \quad (9.5.7)$$

9.5.2. Segundo Escenario

En el segundo escenario se toma en consideración el periodo para el que fue diseñado de la red, para este escenario la condición crítica es el, **Tirante de la tubería** sujeto a

Velocidad máxima admisible y Velocidad Crítica.

De la ecuación de Manning de la velocidad:

$$Vf(y, S) = \frac{R(y)^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (9.5.8)$$

Vf = Caudal inicial (m/s).

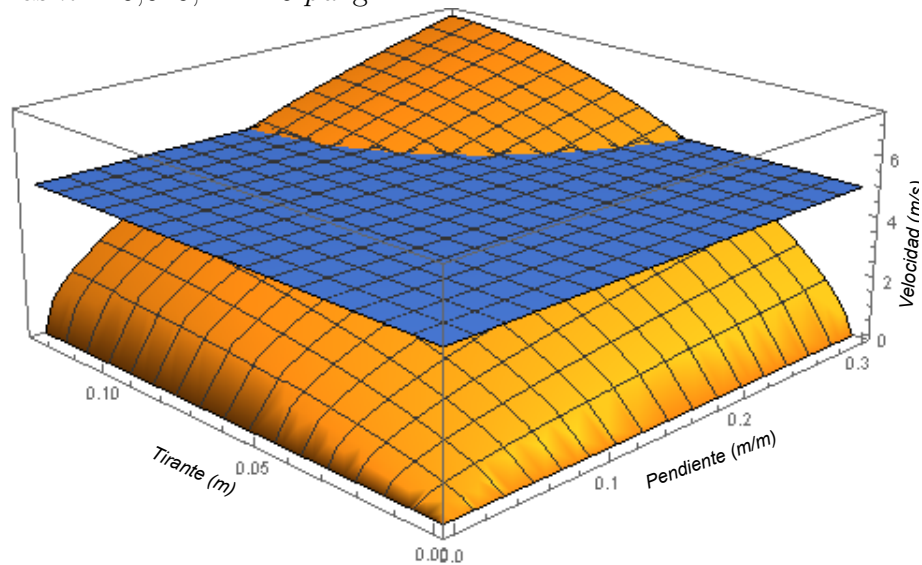
R = Radio Hidraulico (m) = $\frac{A}{P}$.

P = Perimetro mojado.

S = Pendiente de la linea de energía (m/m).

n = Coeficiente de rugosidad de Manning .

Figura 9.15: Velocidad final y Velocidad máxima para diferentes pendientes y tirantes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6 \text{ pulg}$

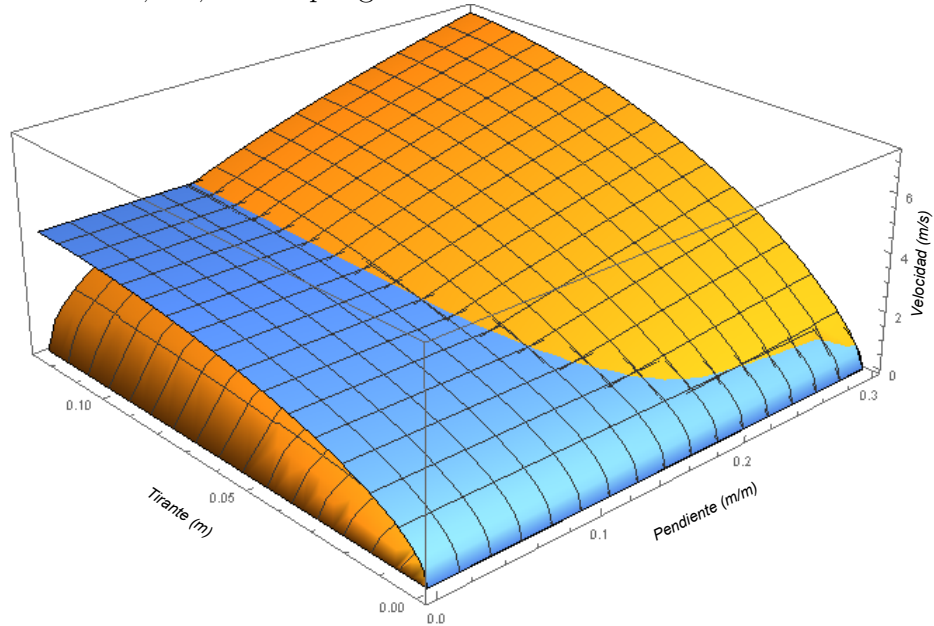


Fuente: Elaboración propia

De la ecuación de la velocidad crítica :

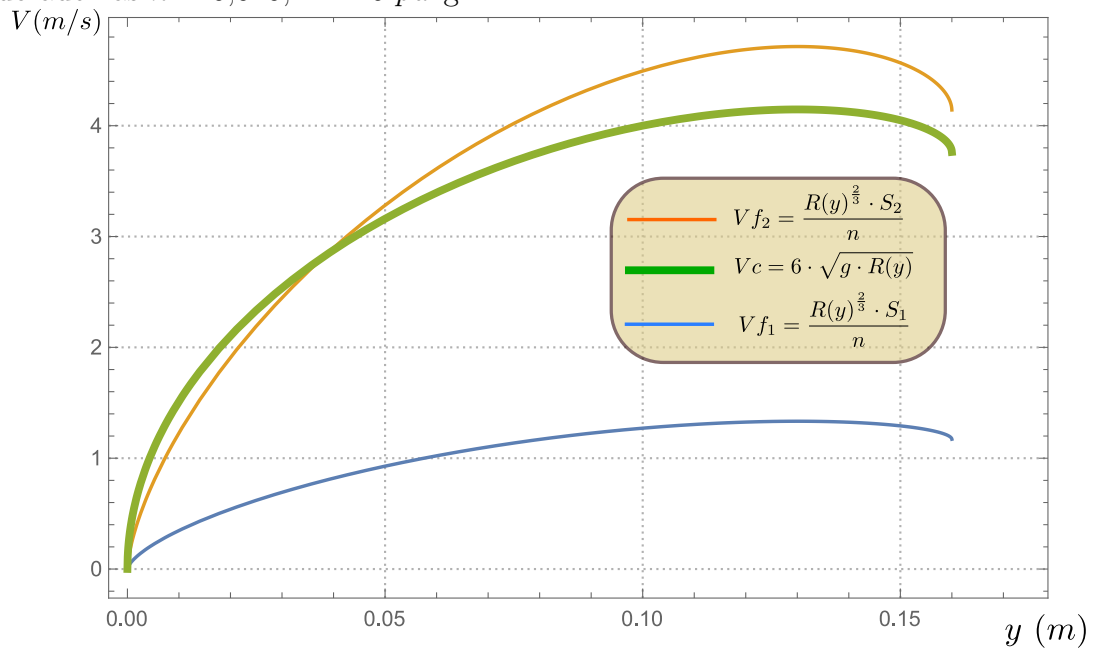
$$Vc(y) = 6 \cdot \sqrt{g \cdot R(y)} \quad (9.5.9)$$

Figura 9.16: Velocidad final y Velocidad crítica para diferentes pendientes y tirantes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6 \text{ pulg}$



Fuente: Elaboración propia

Figura 9.17: Velocidad final y Velocidad crítica para diferentes pendientes y tirantes, siendo además $n = 0,010$, $D = 6 \text{ pulg}$



Fuente: Elaboración propia

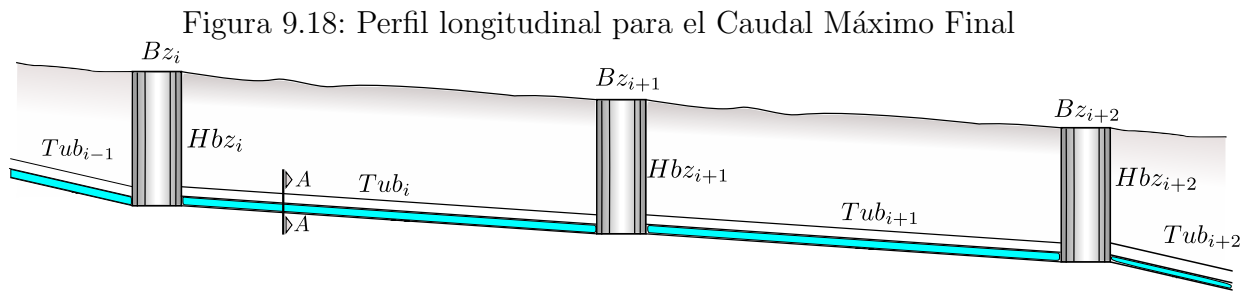
Se debe tomar en consideración que la máxima pendiente admisible de una tubería es la que corresponde a $Vf = 5 \text{ m/s}$ las situaciones especiales serán justificadas por el proyectista, en resumen se tiene:

$$Vf \leq 5 \text{ m/s} \quad (9.5.10)$$

Además si:

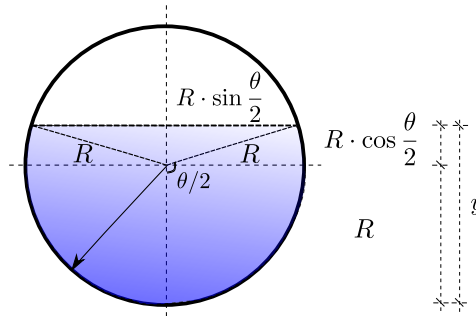
$$Vf \leq Vc \Rightarrow y \leq 0,75 \cdot D_i \quad (9.5.11)$$

$$Vf \geq Vc \Rightarrow y \leq 0,50 \cdot D_i \quad (9.5.12)$$



Fuente: Elaboración propia

Figura 9.19: Corte A-A, Caudal Máximo Final



Fuente: Elaboración propia

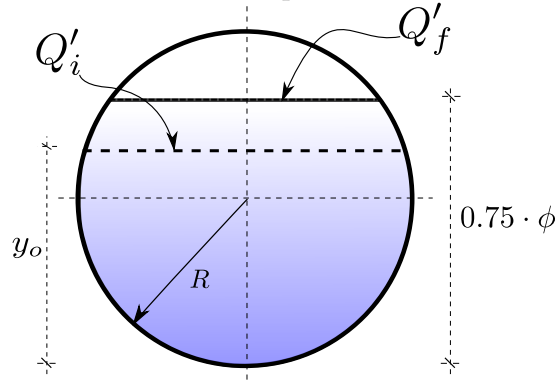
9.5.3. Síntesis del Primer y Segundo escenario

De los escenarios antes expuestos y con el fin de sistematizar y determinar los perfiles que sean óptimos en cada ruta se desarrolla el siguiente proceso:

Se definen como condiciones críticas los siguientes caudales:

- Q'_f : Caudal al final del periodo de diseño del proyecto con un tirante igual al 75 % del diámetro de la tubería.
- Q'_i : Caudal al inicio del periodo de diseño del proyecto con una tensión tráctiva igual a 1 *pa*.

Figura 9.20: Caudales críticos en períodos de diseño inicial y final



Fuente: Elaboración propia

Para relacionar los caudales antes presentados se recurrirá a las siguientes igualdades ya antes desarrolladas:

$$Q'_i = \frac{P_o \cdot Dot}{86400} \quad (9.5.13)$$

$$Q'_f = \frac{P_f \cdot Dot}{86400} \quad (9.5.14)$$

El crecimiento de la población se tomará como lineal:

$$P_f = P_o \cdot (1 + r \cdot t) \quad (9.5.15)$$

De las ecuaciones 9.5.13 , 9.5.14 y 9.5.15 se obtiene 9.5.16

$$\frac{Q'_f}{Q'_i} = \frac{P_f}{P_o} = \frac{P_o \cdot (1 + r \cdot t)}{P_o} = 1 + r \cdot t$$

$$\frac{Q'_f}{Q'_i} = 1 + r \cdot t \quad (9.5.16)$$

Además sabemos de la ecuación de Maning y de las condiciones impuestas como se muestran en la figura 9.20:

$$Q'_f = \frac{A_{(0,75\phi)} \cdot Rh_{(0,75\phi)} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (9.5.17)$$

$$Q'_i = \frac{A_{(y_o)} \cdot Rh_{(y_o)} \cdot S^{1/2}}{n} \quad (9.5.18)$$

Reemplazando las ecuaciones 9.5.17 y 9.5.18 y mediante el siguiente procedimiento se optime la función 9.5.19

$$\frac{\frac{A_{(0,75\phi)} \cdot Rh_{(0,75\phi)} \cdot S^{1/2}}{n}}{\frac{A_{(y_o)} \cdot Rh_{(y_o)} \cdot S^{1/2}}{n}} = 1 + r \cdot t$$

$$A_{(y_o)} \cdot Rh_{(y_o)} = \frac{A_{(0,75\phi)} \cdot Rh_{(0,75\phi)}}{(1 + r \cdot t)}$$

$$f(y_o) = A_{(y_o)} \cdot Rh_{(y_o)} - \frac{A_{(0,75\phi)} \cdot Rh_{(0,75\phi)}}{(1 + r \cdot t)} \quad (9.5.19)$$

Resolviendo la ecuación 9.5.19 no lineal se obtiene el tirante para las condiciones mostradas en la figura 9.20, reemplazando el valor obtenido para y_o en la ecuación 9.5.3 se obtiene:

$$S(y_o) = \frac{1}{\rho \cdot g \cdot R(y_o)} \quad (9.5.20)$$

9.5.4. Solución mediante Programación Dinámica

El parámetro determinante en ambos escenarios es la pendiente y el diámetro que se le asigna a la tubería en cada tramo, estos parámetros determinan la velocidad, tensión tractiva y la altura de la lámina de agua.

Los diámetros dados por el RNE-OS070 y sus distancias máximas se presentan en la siguiente tabla:

Cuadro 9.4: Diámetro nominal y distancias máximas permisibles, RNE

ϕ_j	Diámetro Nominal (mm)	Distancia máxima (m)
ϕ_1	150	60
ϕ_2	200	80
ϕ_3	250 a 300	100
ϕ_4	Diámetros mayores	150

Fuente: Elaboración Propia

En consecuencia se plantea el problema de optimización de perfiles teniendo como variables la pendiente y el diámetro de cada tubería y función de costo:

$$d_{i-1,i} = \begin{cases} Si \ L \leq 60 \rightarrow \left(\frac{Hbz_{i-1} + Hbz_i}{2} \right) \cdot l_i \cdot A(\phi) \cdot C_e + l_i \cdot C_t(\phi) + C_{bz}(Hbz_i) \\ Si \ (60 < L \leq 80) \wedge (j = 2, 3, 4) \rightarrow \left(\frac{Hbz_{i-1} + Hbz_i}{2} \right) \cdot l_i \cdot A(\phi) \cdot C_e + l_i \cdot C_t(\phi) + C_{bz}(Hbz_i) \\ Si \ (80 < L \leq 100) \wedge (j = 3, 4) \rightarrow \left(\frac{Hbz_{i-1} + Hbz_i}{2} \right) \cdot l_i \cdot A(\phi) \cdot C_e + l_i \cdot C_t(\phi) + C_{bz}(Hbz_i) \\ Si \ (100 < L \leq 150) \wedge (j = 4) \rightarrow \left(\frac{Hbz_{i-1} + Hbz_i}{2} \right) \cdot l_i \cdot A(\phi) \cdot C_e + l_i \cdot C_t(\phi) + C_{bz}(Hbz_i) \\ Inf \text{ en otro caso} \end{cases} \quad (9.5.21)$$

Donde:

Hbz_i : Altura del buzón i .

l_i : Longitud de la tubería i .

A : Ancho de la excavación en función del diámetro de la tubería.

C_e :Costo de excavación por m^3 .

C_d :Costo de la tubería en función a su diámetro.

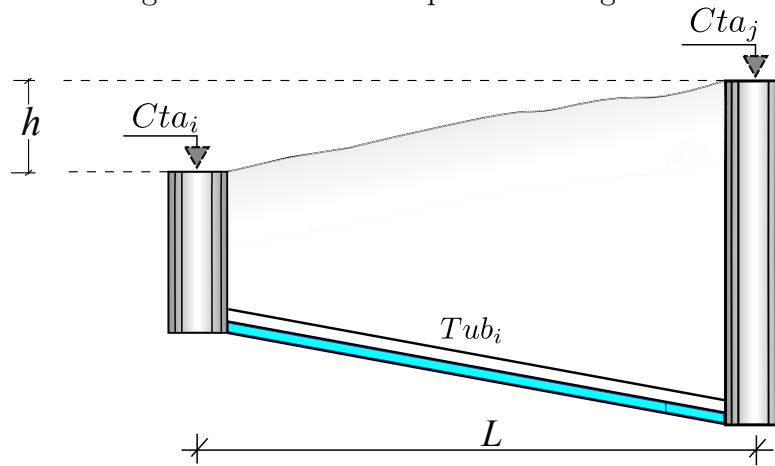
C_{bz} :Costo del buzón en función de su altura.

Ahora indicaremos cómo se expresan matemáticamente los cálculos recursivos. Sea f_i el costo más bajo hasta el nodo x_i en la etapa i , y defínase como la distancia del nodo $i - 1$ hasta el nodo i ; entonces se calcula, f_i a partir de f_{i-1} con la siguiente ecuación recursiva:

$$f_i = \text{Min} \{d(i - 1, i) + f_{i-1}\}, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (9.5.22)$$

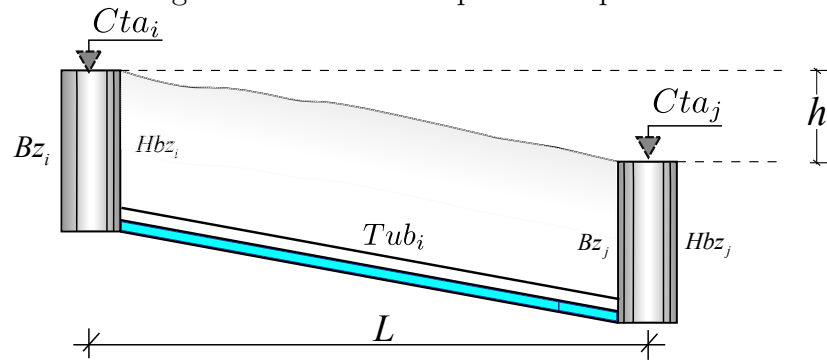
En el desarrollo de optimización de los perfiles se tiene dos casos diferenciados por la disposición de la topografía, el primero cuando la pendiente sea negativa y el segundo cuando la pendiente sea positiva. Ambos casos se muestran en las siguientes figuras: 9.21, 9.22.

Figura 9.21: Perfil con pendiente negativa



Fuente: Elaboración Propia

Figura 9.22: Perfil con pendiente positiva



Fuente: Elaboración Propia

Las condiciones para cada uno de los casos de las que se obtendrán las funciones de costo se desarrollarán en los siguientes diagramas de flujo y el código realizado para la solución se presenta en el anexo A

Figura 9.23: Diagrama de flujo para una topografía con pendiente negativa

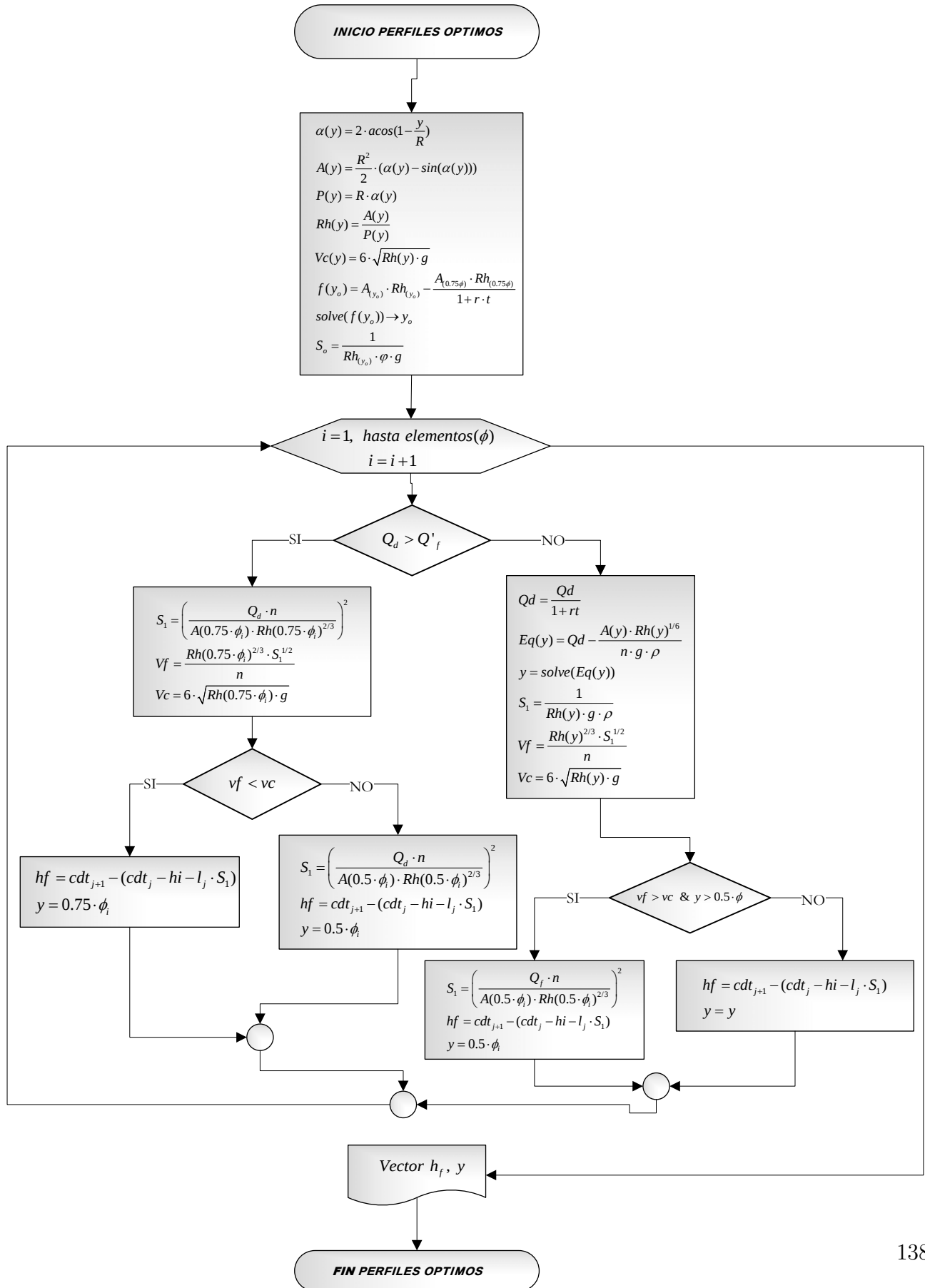


Figura 9.24: Diagrama de flujo para una topografía con pendiente positiva

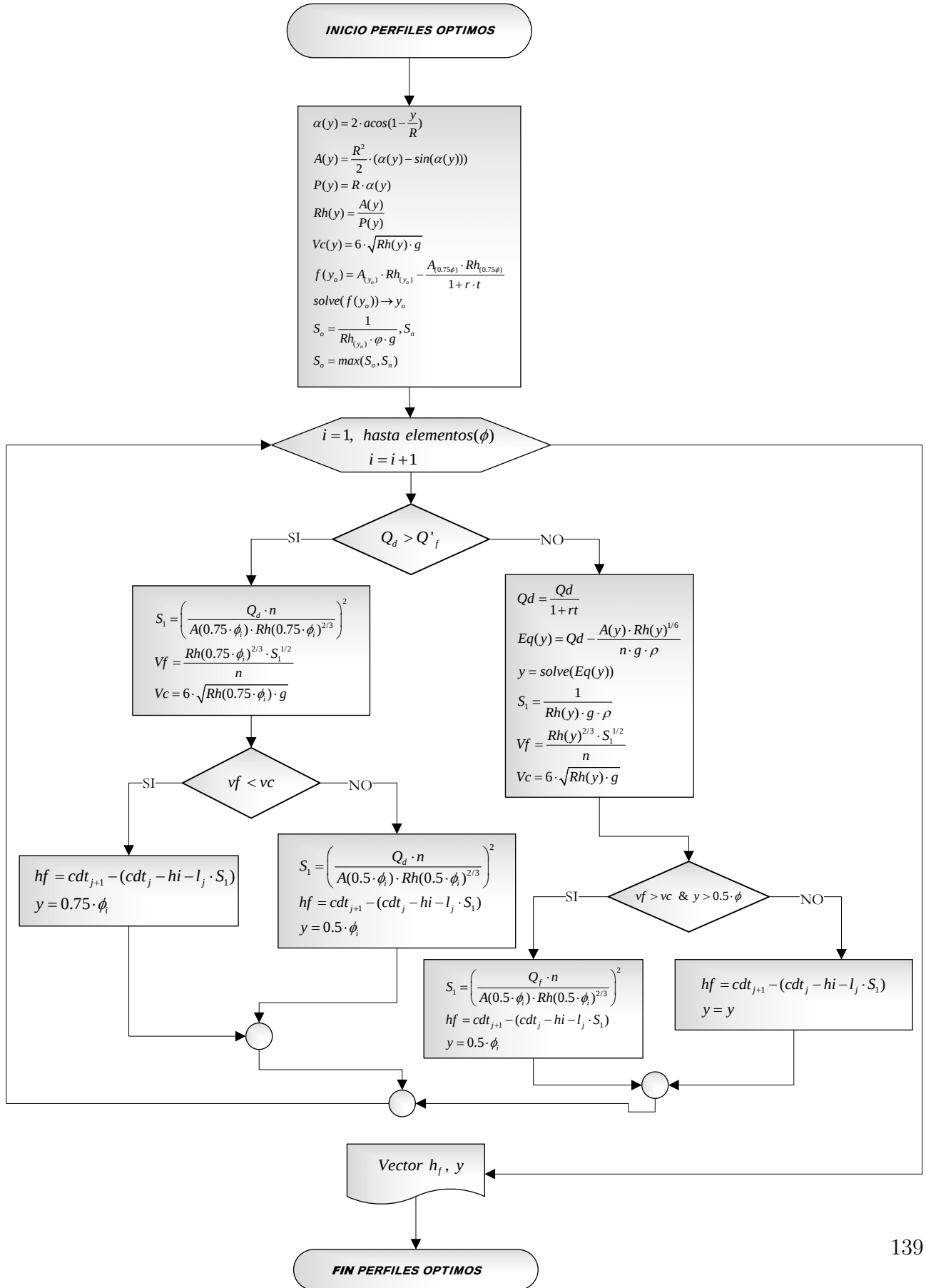


Figura 9.25: Perfil con 5 diámetros

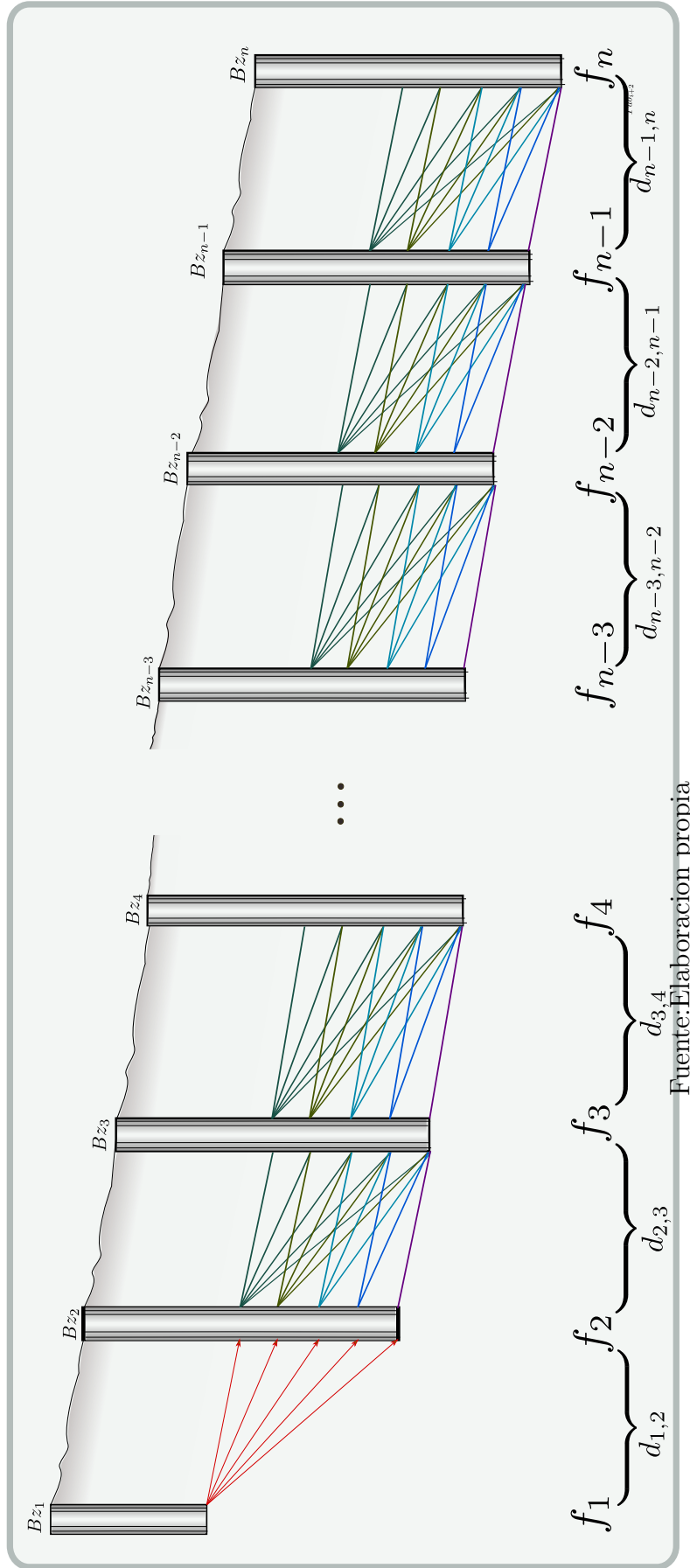
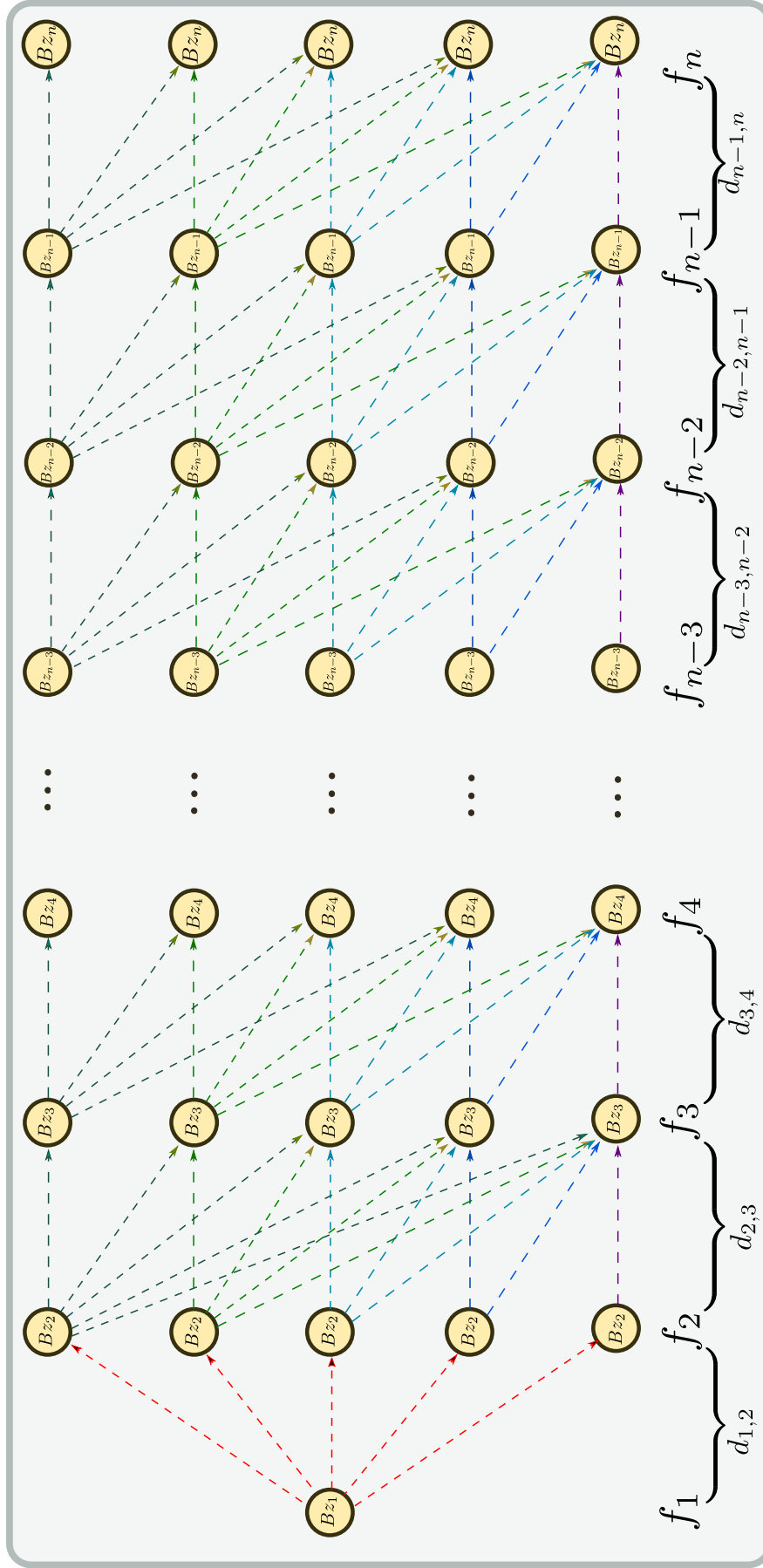


Figura 9.26: Representación para el Proceso de Programación Dinámica para un perfil de 5 diámetros



Fuente:Elaboracion propia

Parte V

VALIDACIÓN

VALIDACIÓN DEL MODELO: ASENTAMIENTO HUMANO UNIÓN HUICHCCANA

La creciente densidad poblacional y la expansión en el Asentamiento Humano Unión Huichccana del Distrito de Jesús Nazareno, en la actualidad no atiende la demanda así mismo en épocas de estiaje las aguas servidas son drenadas a las calles y riachuelos formando focos infecciosos, lo cual permite la contaminación del casco urbano por la falta de un sistema de Saneamiento.

- Sistema de agua potable: Instalación de captación de tubería, válvula de aire, válvula de purga, cámara rompe presión, instalar la línea de conducción, instalar la línea de aducción, instalación de la red de distribución, conexiones domiciliarias.
- **Sistema de alcantarillado:** Instalación del sistema de alcantarillado e instalación de una planta de tratamiento para aguas residuales.

Figura 10.1: Zona del proyecto



Fuente: Panel fotográfico del expediente

10.0.1. Objetivo del Proyecto

- Ampliar y mejorar el abastecimiento de agua potable en el Asentamiento Humano Unión Huchccana con sistema eficiente de acuerdo a la demanda poblacional proyectada al futuro.
- Implementar un adecuado sistema de recolección y tratamiento de las aguas servidas de la población, mediante la construcción de un Sistema de Alcantarillado (Red Colector, Emisor y Planta de Tratamiento) con tecnología acorde a la realidad y propicia para la zona.
- Implementación de un programa de educación sanitaria para sensibilizar a la población beneficiaria sobre la importancia y el valor del sistema de agua potable y alcantarillado.

- Mejorar la salud de los pobladores. Al implementar en su debida cabalidad los programas de salud. Evitando las enfermedades como fiebre tifoidea, paludismo, gastro intestinales, desnutrición y enfermedades cutáneas

10.1. Características principales

10.1.1. Aspectos físicos

Ubicación Geográfica

- **Altitud** : 2400 - 2750 msnm
- **Paralelo** : 13° 8'18.87"S de Latitud Sur
- **Meridiano** : 74°12'42.52.° de Longitud Oeste
- **UTM** :
 - E: 613,200.00 - 613,200.00
 - N: 8'441,800.00 - 8'439,000.00
 - Z: 2400.00 - 2750.00

Límites

- **Por el norte** : Distrito de Pacaycasa y Quinua
- **Por el sur** : Distrito de Ayacucho
- **Por el este** : Distrito de Tambillo y Ayacucho
- **Por el oeste** : Distrito de Ayacucho

10.1.2. Parámetros de diseño

Estimación de Población Actual: la población actual resultado del producto entre la densidad poblacional por lote calculado y la suma de lotes habitados más deshabitados, teniendo como resultado 3844 hab. Como población inicial.

1. La población futura se calculó con el método Geométrico teniendo como resultado 6822 hab. Para un periodo de 20 años.
2. La dotación asumida es de 180 *l/hab*. De acuerdo al *RNE*.
3. La tasa de crecimiento se asumió según fuente de *INEI* de 2.91 %.

10.2. Instalación del Sistema de Alcantarillado Sanitario

La instalación del sistema de alcantarillado sanitario está conformada por los siguientes componentes.

10.2.1. Instalación de la Red De Alcantarillado

Los colectores se ubicarán en las calles y colectarán los desagües de las viviendas. Se instalarán un total de 15'724.00 *m* de las cuales 15'180.60 *m* son las líneas colectoras con *TUBERIA PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25* de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro 10.1: Cuadro resumen de tuberías del expediente	
Tubería	Longitud (m)
<i>TUBERIA PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25 DN 160 mm</i>	14124.10
<i>TUBERIA PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25 DN 200 mm</i>	1095.40
<i>TUBERIA PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25 DN 250 mm</i>	504.50
<i>Total</i>	15724.00

Fuente: Elaboración propia

10.2.2. Construcción de buzones:

Construcción de 382 unidades de buzones Típicos para profundidades de $H=1.20\text{m}$. de $\varnothing=1.20\text{m}$ hasta $H=3.00$ de concreto simple $F'c = 210\text{Kg/cm}^2$; cada buzón contara con tapas prefabricadas de concreto armado con marco de $F^\circ F^\circ$.

Cuadro 10.2: Cuadro resumen de buzones del expediente

Altura (m)	Cantidad
1.00	1
1.10	1
1.20	286
1.25	1
1.50	48
1.65	1
1.80	19
2.00	8
2.20	3
2.50	7
2.60	1
2.80	2
3.00	3
3.30	1
Total	382

Fuente: Elaboración propia

10.3. Caracterización de la Tesis

En este capítulo se caracteriza el tipo de investigación que se presenta para la ocasión de la tesis, del mismo modo se señala sobre las herramientas metodológicas que se siguieron para afrontar el problema en estudio y dar cumplimiento a los objetivos e hipótesis planteadas. Además se identifica la población requerida, que determinan la ubicación geográfica, espacial y temporal

10.4. Identificación de la población

La población o universo se debe señalar tanto geográficamente (aspecto espacial y temporalmente).

10.4.1. Unidad Muestral

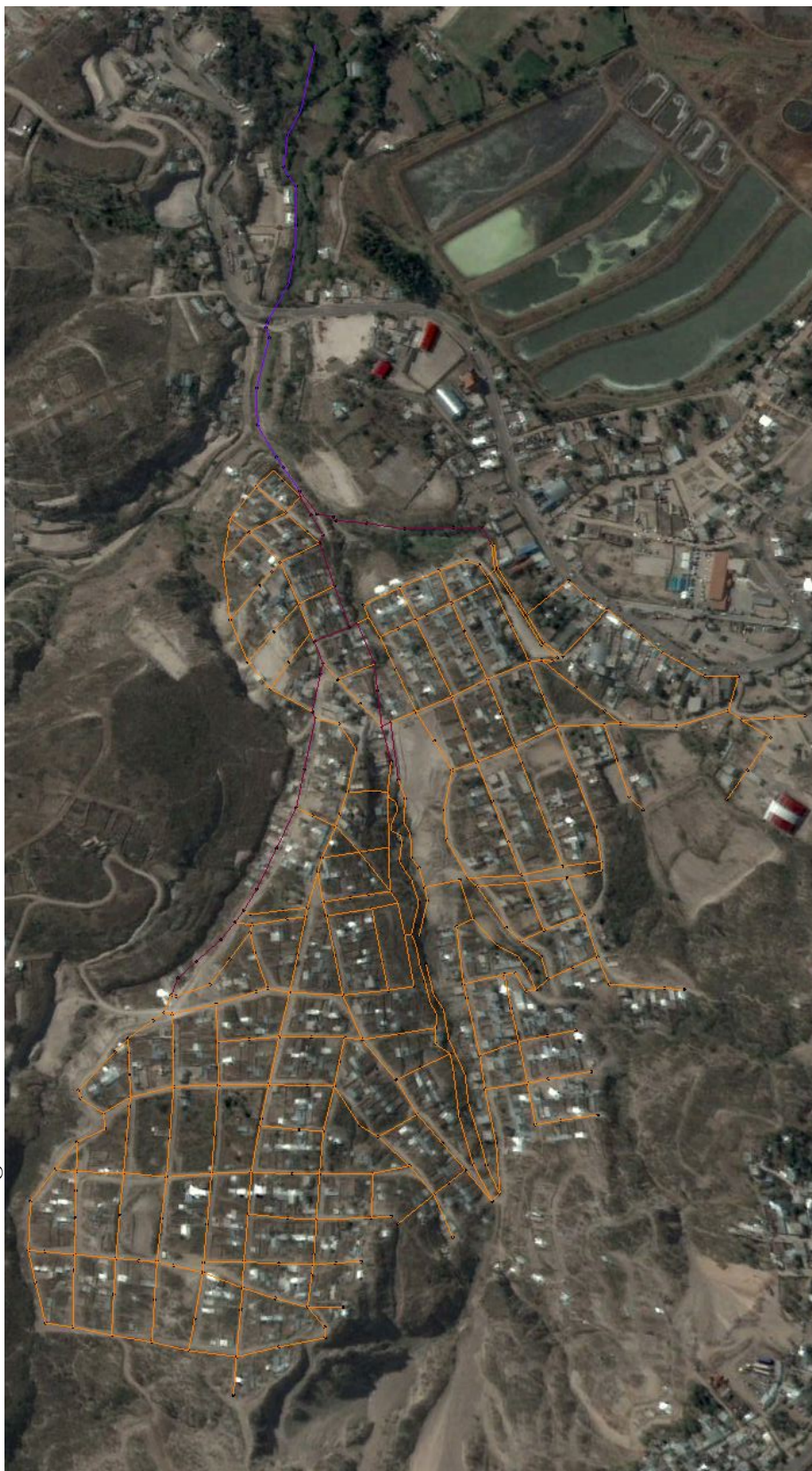
La unidad muestral se compone del **sistema de alcantarillado** del proyecto (la que se muestra en la figura 10.2) *Mejoramiento y ampliación de los servicios de agua potable e instalación del sistema de alcantarillado en el asentamiento humano Unión Huichcana del distrito de Jesús Nazareno-Huamanga-Ayacucho.*

10.4.2. Unidad de análisis

Identificado el espacio muestral, la unidad de análisis se compone de los costos de **instalación de tuberías** ¹ y **construcción de buzones** del proyecto en mención. La red consta de características propias del diseño, tales como: pendiente, tensión tractiva, caudal asignado, diámetro de la tubería y altura de buzones.

¹Se considerará en costo de instalación de tuberías: Movimiento de tierra, Suministro e instalación de tuberías y Prueba hidráulica

Figura 10.2: Red de alcantarillado Asentamiento Humano Unión Huichana



Fuente: Panel fotográfico del expediente

10.4.3. Delimitación de la población

La población esta conformada por la unidad de muestreo, tuberías y buzones que conforman el sistema de alcantarillado total del proyecto. El periodo de elaboración del expediente técnico corresponde al 2015.

10.5. Determinación de la muestra

A partir de la población identificada que se encuentra compuesto por la unidad muestral y puesto que la red funciona en conjunto y todos los elementos que la componen tienen la misma probabilidad de ser seleccionados se toman todos los elementos, esto en virtud a que se requiere realizar un censo.

10.5.1. Cálculo del tamaño de muestra

Obtenida la población se procede con la selección de la muestra, en esta investigación se considera el Error Máximo 0 % para un nivel de confianza de 100 % obteniéndose:

Cuadro 10.3: Tamaño de muestra - Costo en construcción de buzones

Descripción	Cantidad
Tamaño del universo o población	382
Error máximo aceptable	0 %
Porcentaje estimado de la muestra	100 %
Nivel deseado de confianza	100 %
Tamaño de muestra	382

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10.4: Tamaño de muestra - Costo en instalación de tuberías

Descripción	Cantidad
Tamaño del universo o población	475
Error máximo aceptable	0 %
Porcentaje estimado de la muestra	100 %
Nivel deseado de confianza	100 %
Tamaño de muestra	475

Fuente: Elaboración propia

10.5.2. Tipos de datos

Para esta investigación los datos se clasifican como *datos cuantitativos* puesto que son contables y determinan la perspectiva de la investigación. Las características para la matriz de datos de buzones son las alturas así como para la matriz de datos de las tuberías son las pendientes y sus respectivos diámetros.

10.5.3. Escalas de medición

El nivel de medida de una variable en matemáticas y estadísticas, también llamado escala de medición, es una clasificación acordada con el fin de describir la naturaleza de la información contenida dentro de los números asignados a los objetos y, por lo tanto, dentro de una variable. Según la teoría de las escalas de medida, varias operaciones matemáticas diferentes son posibles dependiendo del nivel en el cual la variable se mide.

En la estadística descriptiva y con el fin de realizar pruebas de significancia, las variables se clasifican de la siguiente manera de acuerdo con su nivel de medida:

- Nominal (también categórica o discreta)
- Ordinal
- De intervalo o intervalar (continua)
- De razón o racional (continua)

Las variables de intervalo y de razón también están agrupadas como variables continuas. Para esta investigación se utilizan las escalas de medición de intervalo y de razón.

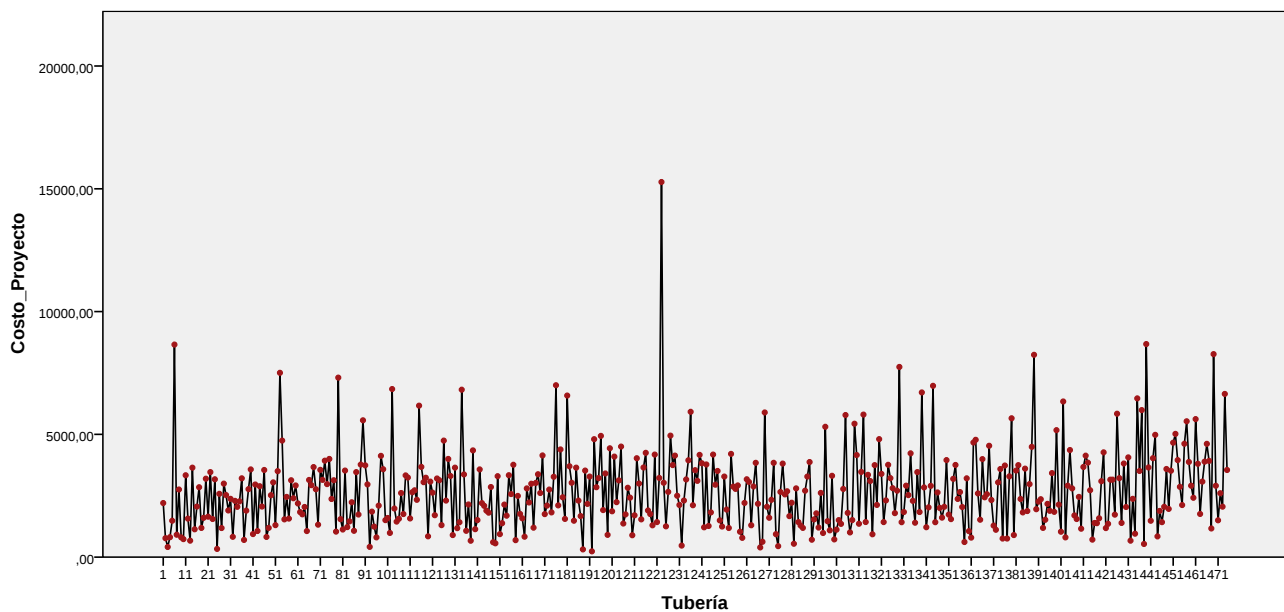
10.6. Análisis de datos

Las matrices de tuberías y buzones y el respectivo costo vinculado a cada uno son preliminarmente procesados mediante un análisis exploratorio y un análisis estadístico.

10.6.1. Análisis exploratorio

El análisis exploratorio tiene como objetivo identificar el modelo teórico más adecuado para representar la población de la cual proceden los datos muestrales. Dicho análisis se basa en gráficos y estadísticos que permiten explorar la distribución identificando características tales como: valores atípicos o outliers, saltos o discontinuidades, concentraciones de valores, forma de la distribución, etc.

Figura 10.3: Costo en instalación de tuberías



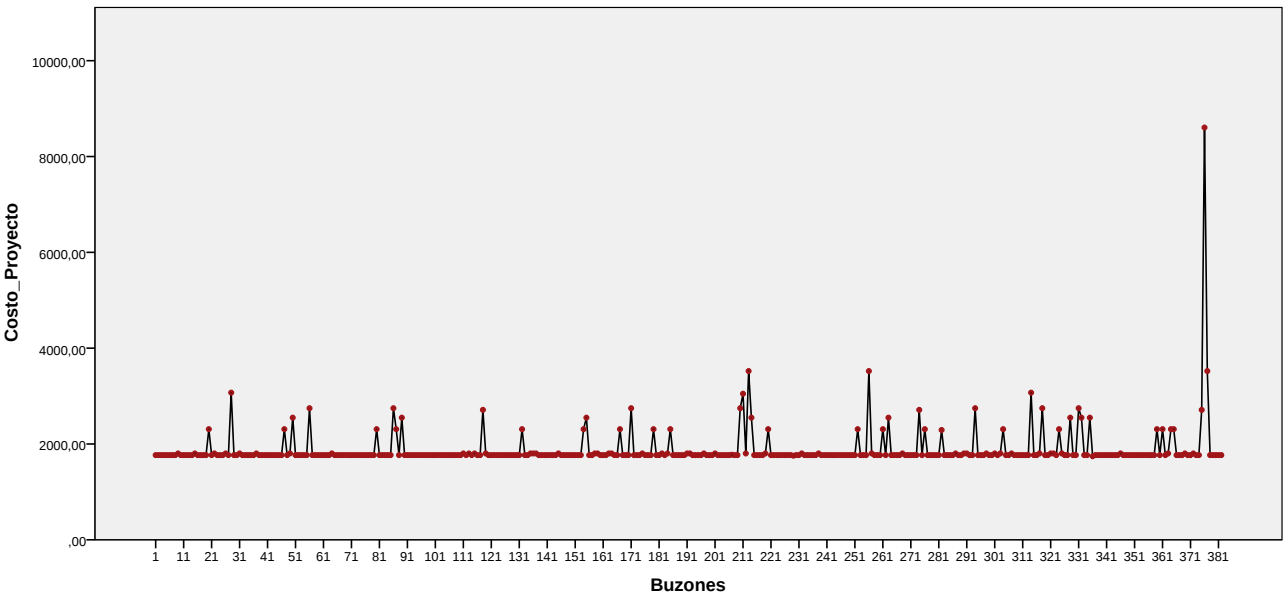
Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10.5: Costo en instalación de tuberías

Descripción	Mínimo	Máximo
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 6"S-25	S/. 237.10	S/. 6,139.15
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 8"S-25	S/. 452.06	S/. 5,616.97
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 10"S-25	S/. 612.62	S/. 8,181.65

Fuente: Elaboración propia

Figura 10.4: Costo en construcción de buzones



Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10.6: Costo máximo y mínimo en construcción de buzones

Descripción	Mínimo	Máximo
Construcción de buzones	S/. 1,744.36	S/. 8,605.18

Fuente: Elaboración Propia

10.7. Análisis descriptivo

En vista de que se dispone de datos de población (costo de instalacion de tuberias y buzones), y antes de abordar análisis estadísticos más complejos, un primer paso consistirá en presentar esa información de forma que ésta se pueda visualizar de una manera más sistemática y resumida. Al analizar los datos lo primero que conviene hacer con una variable es formarse una idea, lo mas clara posible, de sus características. Para este proposito se desarrollarán dos aspectos:

1. Medidas de tendencia central
2. Medidas de dispersión

10.7.1. Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son medidas estadísticas que pretenden resumir en un solo valor a un conjunto de valores. Representan un centro en torno al cual se encuentra ubicado el conjunto de los datos. Las medidas de tendencia central más utilizadas son:

1. **Media** : La medida de tendencia central más conocida y utilizada es la media aritmética o promedio aritmético. Es importante destacar que la media es una cantidad fija mientras que el promedio de la muestra es variable puesto que diferentes muestras extraídas de la misma población tienden a tener diferentes medias.
2. **Mediana** : Otra medida de tendencia central es la mediana. La mediana es el valor de la variable que ocupa la posición central, cuando los datos se disponen en orden de magnitud. Es decir, el 50 % de las observaciones tiene valores iguales o inferiores a la mediana y el otro 50 % tiene valores iguales o superiores a la mediana.

3. **Moda** : La moda de una distribución se define como el valor de la variable que más se repite. En un polígono de frecuencia la moda corresponde al valor de la variable que está bajo el punto más alto del gráfico. Una muestra puede tener más de una moda.

Medidas de tendencia central para Tuberías

Cuadro 10.7: Medidas de tendencia central para costo en instalación de tuberías

Descripción	Media	Mediana	Moda
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 6"	S/. 2,574.66	S/. 2,702.40	S/. 1,360.60
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 8"	S/. 2,846.40	S/. 2,674.84	S/. 2,390.73
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 10"	S/. 3,433.34	S/. 3,847.65	S/. 612.62

Fuente: Elaboración propia

Medidas de tendencia central para Buzones

Cuadro 10.8: Medidas de tendencia central para costo en construcción de buzones

Descripción	Media	Mediana	Moda
Construcción de buzones	S/. 1,883.65	S/. 1,767.83	S/. 1,767.83

Fuente: Elaboración propia

10.7.2. Medidas de variabilidad

Las medidas de dispersión entregan información sobre la variación de la variable. Pretenden resumir en un solo valor la dispersión que tiene un conjunto de datos. Las medidas de dispersión más utilizadas son: Rango de variación, Desviación estándar y Varianza.

1. **Rango de variación** : Se define como la diferencia entre el mayor valor de la variable y el menor valor de la variable.

2. **Varianza** : La varianza se representa con el símbolo para el universo o población y con el símbolo.
3. **Desviación Stándar** : La desviación estándar, que es la raíz cuadrada de la varianza, se representa por S cuando pertenece al universo o población y por s , cuando pertenece a la muestra.

Medidas de dispersión para Tuberías

Cuadro 10.9: Medidas de dispersión en costo de instalación de tuberías

Descripción	Rango	Desviación Estándar	Varianza
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 6"	$S/. 5,902.05$	$S/. 1,066.75$	$S/. 1,137,947.60$
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 8"	$S/. 5,164.91$	$S/. 1,471.11$	$S/. 2,164,167.73$
Instalación de Tubería PVC ISO 4435 10"	$S/. 7,569.03$	$S/. 2,104.07$	$S/. 4,427,135.639$

Fuente: Elaboración propia

Medidas de dispersión para Buzones

Cuadro 10.10: Medidas de dispersión en costo de construcción de buzones

Descripción	Rango	Desviación Estándar	Varianza
Construcción de buzones	$S/. 6,860.82$	$S/. 446,17$	$S/. 19,9071.613$

Fuente: Elaboración propia

10.8. Validación del modelo

Para la presente investigación validar sera corroborar la efectividad del modelo matemático planteado en el capitulo 8 y desarrollado en el capitulo 9, esto se hace en función a los resultados obtenidos y , este proceso se realizara con todos los datos dado que se precisa comparar costos del proyecto y de la solución obtenida, esto se realizara para cada componente:

1. *Instalación de buzones.*
2. *Excavación e instalación de tuberías .*

Para la visualización de los resultados se muestran las figuras 10.5 comparando los de presupuestos del proyecto y los costos obtenidos con la presente investigación respecto a la instalación de tuberías y en la figura 10.6 con respecto a la construcción de buzones.

10.9. Resumen de resultados :

A continuación se muestran el resumen de resultados presentados en los Anexos D y E que a su vez se obtienen de la aplicación del código mostrado en los Anexos A , B, C.

10.9.1. Cuadro de buzones:

En el cuadro 10.11 se muestran las alturas de los buzones obtenidos del modelamiento realizado.

Cuadro 10.11: Cuadro resumen de buzones obtenidos de aplicación del programa

Altura (m)	Cantidad
1.20	341
1.25	6
1.30	2
1.35	2
1.40	5
1.50	2
1.55	2
1.60	1
1.65	1
1.70	1
1.75	1
1.80	4
1.90	2
1.95	1
2.00	1
2.05	1
2.10	1
2.15	1
2.20	2
2.30	2
2.35	1
2.50	1
2.65	1
Total	382

Fuente:Elaboración propia

10.9.2. Cuadro de tuberías:

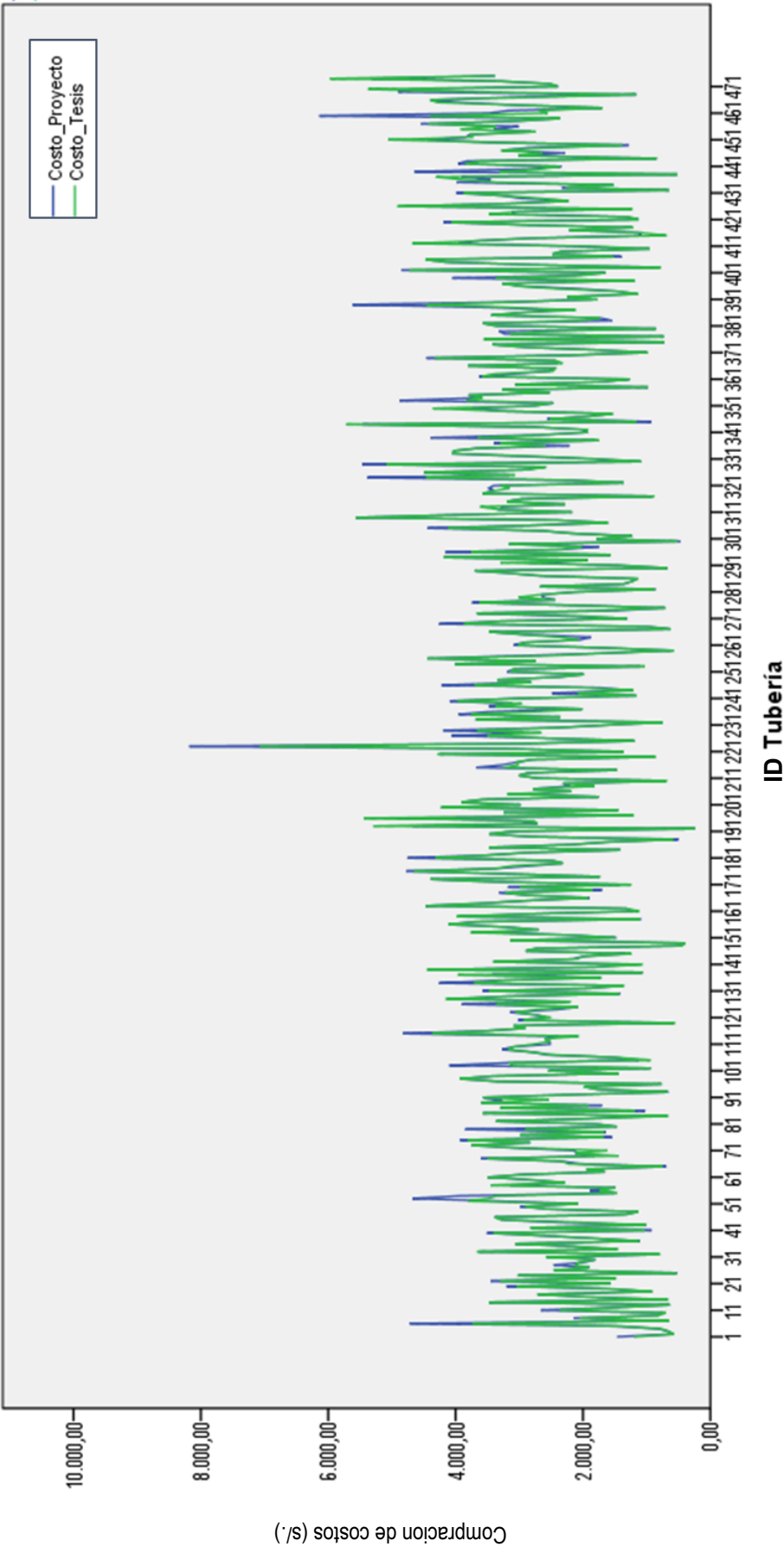
En el cuadro 10.12 se muestran las longitudes de cada tipo de tubería obtenidas del modelamiento realizado.

Cuadro 10.12: Cuadro resumen de tuberías obtenidas de la aplicación del programa

Tubería	Longitud (m)
<i>Tubería PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25 DN 160 mm</i>	13489.00
<i>Tubería PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25 DN 200 mm</i>	2077.00
<i>Tubería PVC-U NTP-ISO 4435 UF S-25 DN 250 mm</i>	158.00
Total	15724.00

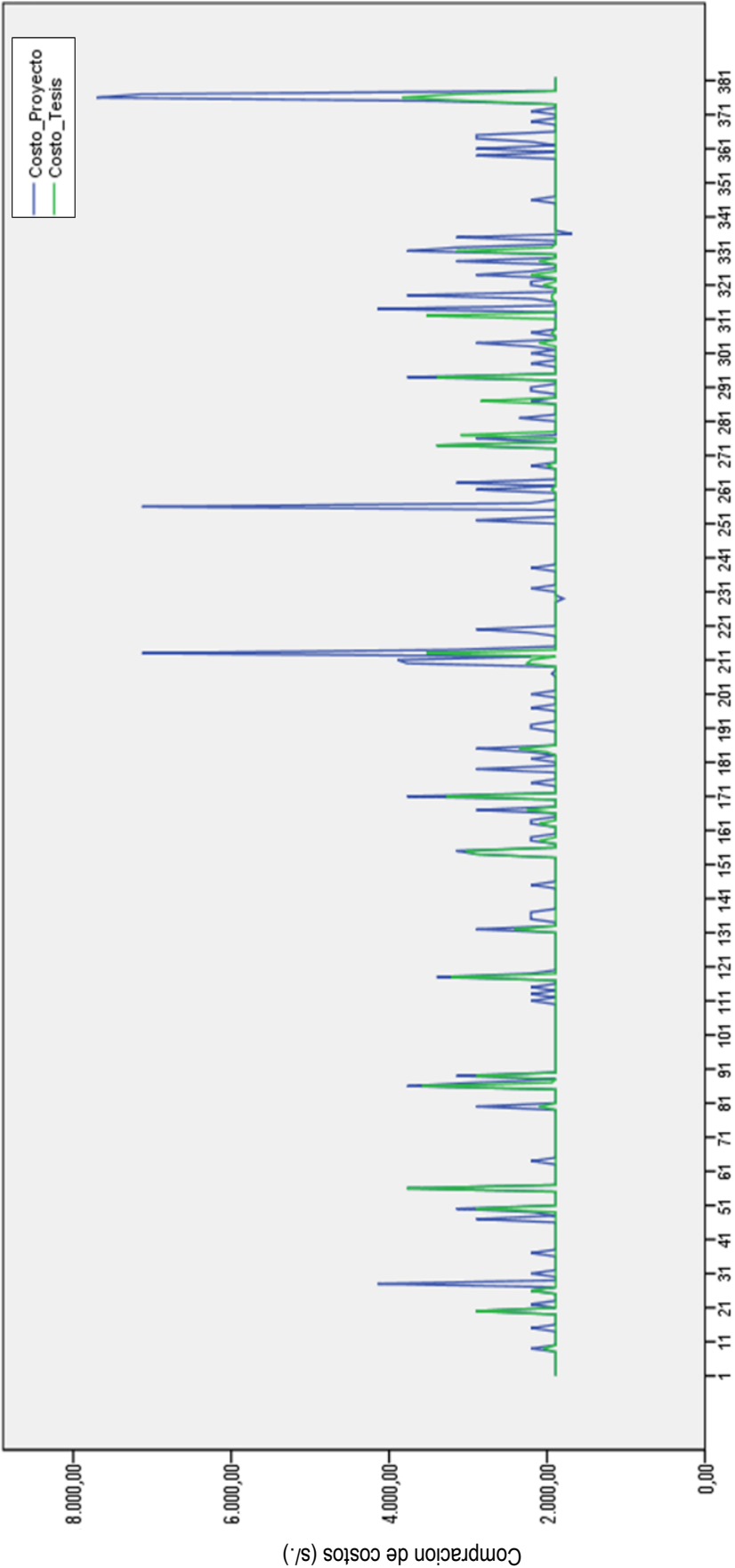
Fuente:Elaboración propia

Figura 10.5: Comparación de precios en instalación de tuberías



Fuente: Resultado obtenido desde IBM SPSS v22

Figura 10.6: Comparación de precios en construcción de buzones



Fuente: Resultado obtenido desde IBM SPSS v22

Parte VI

RESULTADOS

Análisis, resultado de la investigación y contrastación de la hipótesis

En presente capitulo se evalúan el modelo matemático que se ha obtenido a partir de Programación Programación Dinámica con la finalidad de optimizar de costos en el diseño de redes de alcantarillado. El análisis del modelo obtenido en la investigación será con fines de evaluar el cumplimiento de los siguientes requisitos: confiabilidad, validez y objetividad para finalizar con la contrastación de hipótesis. Los resultados de la investigación se presentan en el anexo D.

11.1. Análisis

La Programación Dinámica es un método determinístico de optimización con un enfoque particular de abordar un determinado problema.

11.1.1. Confiabilidad

La confiabilidad se refiere al grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes. Es decir en que su aplicación repetida al mismo sujeto u objeto produce

resultados iguales. En virtud de que el modelo matemático esta compuesto por algoritmos determinísticos¹ los resultados a partir de una muestra siempre serán los mismos lo cual indica que los coeficientes de fiabilidad siempre tendrán el valor de 1.

11.1.2. Validez

Grado en el que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir.

1. ***Evidencia relacionada con el contenido*** : Grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Se puede observar que en el gráfico 10.6 para costo de instalación de buzones que los costos obtenidos mediante el modelo matemático por la tesis están siempre dentro del rango de costos propuestos por el proyecto, de la misma manera para la instalación de tuberías que se muestran en la figura 10.5.
2. ***Evidencia relacionada con el criterio*** : Se establece al validar un instrumento de medición al compararlo con algún criterio externo que pretende medir lo mismo. Este criterio se puede visualizar en la figura 10.5 al mostrar gráficamente el grado de aproximación entre el costo de instalación para el proyecto y la tesis, de la misma forma se muestra en la figura 10.6.
3. ***Evidencia relacionada con el constructo*** : Debe explicar el modelo teórico empírico que subyace a la variable de interés.

¹En ciencias de la computación, un algoritmo determinístico es un algoritmo que, en términos informales, es completamente predictivo si se conocen sus entradas. Dicho de otra forma, si se conocen las entradas del algoritmo siempre producirá la misma salida, y la máquina interna pasará por la misma secuencia de estados.

11.1.3. Objetividad

Grado en que el instrumento es permeable a la influencia de los sesgos y tendencias de los investigadores que lo administran, califican e interpretan. El criterio de evaluación para el modelo matemático planteado y materializado mediante un código presentado en el Anexo A, B y C es la coherencia de los datos presentados en los resultados en el Anexo D.

11.2. Resultados de la investigación

El resultado de la investigación es el modelo matemático basado en Programación Dinámica que se ha sistematizado mediante un lenguaje de programación: **Matlab2017a** cuyo principal objetivo es optimizar costos en el diseño de redes de alcantarillado mediante obtención de alturas de buzón y la asignación de cotas de salida, cotas entrada y los diámetros de cada tubería todo esto a partir de datos de entrada expuestos en el capítulo 9 y mostradas en las tablas 9.2, 9.3. En vista del porcentaje de reducción de costos se toma como válido el modelo expuesto a su vez que puede ser proyectado y reutilizado en la medida de que se tengan los datos de ingreso correctos.

11.3. Contrastación de hipótesis

En esta sección se expondrán las pruebas de hipótesis de las variables determinadas en la investigación tanto para los costos de instalación de tuberías como para la construcción de buzones.

Presupuesto

Presupuesto **0501004** EJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE E INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO UNION HUICHANA DEL DISTRITO DE JESUS NAZARENO - HUAMANGA-AYACUCHO

Subpresupuesto **001** SISTEMA DE ALCANTARILLADO_EXPEDIENTE

Cliente **MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESUS NAZARENO** Costo al **22/02/2017**

Lugar **AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SISTEMA DE ALCANTARILLADO				2,506,824.28
01.01	RED COLECTOR Y EMISOR (L=15724.00 m)				1,636,290.88
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				45,414.72
01.01.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m	15,769.00	2.88	45,414.72
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				822,813.25
01.01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO EN REDES DE COLECTORES	m	583.76	31.16	18,189.96
01.01.02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA HASTA H=1.60M	m	5,696.80	9.88	56,284.38
01.01.02.03	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	m	400.97	49.86	19,992.36
01.01.02.04	EXCAVACION EN ROCA SUELTA CON MAQUINARIA HASTA H=1.60M	m	3,912.95	18.45	72,193.93
01.01.02.05	EXCAVACION EN ROCA DURA	m	430.45	79.15	34,070.12
01.01.02.06	EXCAVACION EN ROCA FIJA CON MAQUINARIA HASTA H=1.60M	m	4,200.67	36.90	155,004.72
01.01.02.07	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA	m	15,769.00	1.42	22,391.98
01.01.02.08	CAMA DE APOYO P/TUBERIA DE ALCANTARILLADO (E=15cm PREPARADO Y COLOCADO)	m	15,769.00	12.88	203,104.72
01.01.02.09	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO	m	15,769.00	8.66	136,559.54
01.01.02.10	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m	15,769.00	6.66	105,021.54
01.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				702,651.07
01.01.03.01	TUBERIAS PVC NTP-ISO 4435 UF S-25 DE 160MM X 6M	m	14,094.90	40.00	563,796.00
01.01.03.02	TUBERIAS PVC NTP-ISO 4435 UF S-25 DE 200MM X 6M	m	1,130.70	77.86	88,036.30
01.01.03.03	TUBERIAS PVC NTP-ISO 4435 UF S-25 DE 250MM X 6M	m	543.40	93.52	50,818.77
01.01.04	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS DE DESAGUE				65,411.84
01.01.04.01	PRUEBA HIDRAULICA PARA TUBERIA DE ALCANTARILLADO	m	15,724.00	4.16	65,411.84
01.02	CONSTRUCCION E INSTALACION DE BUZONES (382 UNID)				870,533.40
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				72,451.70
01.02.01.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	1,365.21	40.76	55,645.96
01.02.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	1,365.21	12.31	16,805.74
01.02.02	OBRAS DE CONCRETO				593,497.39
01.02.02.01	SOLADO DE CONCRETO 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON	m2	826.74	73.05	60,393.36
01.02.02.02	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	717.04	392.04	281,108.36
01.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	m2	2,250.35	75.73	170,419.01
01.02.02.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	14,778.38	5.52	81,576.66
01.02.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				113,321.04
01.02.03.01	REVESTIDO E=1.5 CM MORTERO 1:3	m	2,681.52	42.26	113,321.04
01.02.04	COLOCACIÓN DE TAPAS EN BUZONES				85,621.48
01.02.04.01	INSTALACION DE TAPAS DE CONCRETO CON MARCO DE FIERRO FUNDIDO	und	382.00	224.14	85,621.48
01.02.05	CARPINTERIA METALICA				1,047.20
01.02.05.01	ESCALERA METALICO TIPO GATO Hprom=2.7m D=1/2"	pza	17.00	61.60	1,047.20
01.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				4,594.59
01.02.06.01	ACCESORIOS EN BUZON	und	17.00	270.27	4,594.59
	Costo Directo				2,506,824.28

SON : DOS MILLONES QUINIENTOS SEIS MIL OCHOCIENTOS VEINTICUATRO Y 28/100 NUEVOS SOLES

Presupuesto

Presupuesto	0501004	EJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE E INSTALACION DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO UNION HUICHANA DEL DISTRITO DE JESUS NAZARENO - HUAMANGA-AYACUCHO	
Subpresupuesto	002	SISTEMA DE ALCANTARILLADO_TESIS	
Cliente		MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JESUS NAZARENO	Costo al 22/02/2017
Lugar		AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	SISTEMA DE ALCANTARILLADO				2,384,776.38
01.01	RED COLECTOR Y EMISOR (L=15724.00 m)				1,580,616.07
01.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				45,414.72
01.01.01.01	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m	15,769.00	2.88	45,414.72
01.01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				753,550.93
01.01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO EN REDES DE COLECTORES	m	583.76	31.16	18,189.96
01.01.02.02	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA H=1.20M-1.50M	m	5,399.13	6.99	37,739.92
01.01.02.03	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA H=1.50M-2.00M	m	429.33	10.87	4,666.82
01.01.02.04	EXCAVACION EN MATERIAL SUELTO CON MAQUINARIA H=2.00M-2.50M	m	28.50	13.97	398.15
01.01.02.05	EXCAVACION MANUAL EN ROCA SUELTA	m	400.97	49.86	19,992.36
01.01.02.06	EXCAVACION EN ROCA SUELTA CON MAQUINARIA H=1.20M-1.50M	m	3,708.49	13.02	48,284.54
01.01.02.07	EXCAVACION EN ROCA SUELTA CON MAQUINARIA H=1.50M-2.00M	m	249.89	20.18	5,042.78
01.01.02.08	EXCAVACION EN ROCA SUELTA CON MAQUINARIA H=2.00M-2.50M	m	19.58	25.94	507.91
01.01.02.09	EXCAVACION EN ROCA DURA	m	430.45	79.15	34,070.12
01.01.02.10	EXCAVACION EN ROCA FIJA CON MAQUINARIA H=1.20M-1.50M	m	3,981.18	26.05	103,709.74
01.01.02.11	EXCAVACION EN ROCA FIJA CON MAQUINARIA H=1.50M-2.00M	m	316.58	40.37	12,780.33
01.01.02.12	EXCAVACION EN ROCA FIJA CON MAQUINARIA H=2.00M-2.50M	m	21.02	51.88	1,090.52
01.01.02.13	REFINE Y NIVELACION DE FONDO DE ZANJA	m	15,769.00	1.42	22,391.98
01.01.02.14	CAMA DE APOYO P/TUBERIA DE ALCANTARILLADO (E=15cm PREPARADO Y COLOCADO)	m	15,769.00	12.88	203,104.72
01.01.02.15	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL SELECCIONADO	m	15,769.00	8.66	136,559.54
01.01.02.16	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m	15,769.00	6.66	105,021.54
01.01.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS				716,051.38
01.01.03.01	TUBERIAS PVC NTP-ISO 4435 UF S-25 DE 160MM X 6M	m	13,489.00	40.00	539,560.00
01.01.03.02	TUBERIAS PVC NTP-ISO 4435 UF S-25 DE 200MM X 6M	m	2,077.00	77.86	161,715.22
01.01.03.03	TUBERIAS PVC NTP-ISO 4435 UF S-25 DE 250MM X 6M	m	158.00	93.52	14,776.16
01.01.04	PRUEBA HIDRAULICA EN TUBERIAS DE DESAGUE				65,599.04
01.01.04.01	PRUEBA HIDRAULICA PARA TUBERIA DE ALCANTARILLADO	m	15,769.00	4.16	65,599.04
01.02	CONSTRUCCION E INSTALACION DE BUZONES (382 UNID)				804,160.31
01.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,868.57
01.02.01.01	EXCAVACION MANUAL EN MATERIAL SUELTO	m3	1,278.85	40.76	52,125.93
01.02.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	1,278.85	12.31	15,742.64
01.02.02	OBRAS DE CONCRETO				542,204.22
01.02.02.01	SOLADO DE CONCRETO 4" MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON	m2	826.74	73.05	60,393.36
01.02.02.02	CONCRETO FC=210 KG/CM2	m3	692.33	392.04	271,421.05
01.02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA ESTRUCTURAS	m2	2,117.77	75.73	160,378.72
01.02.02.04	ACERO DE REFUERZO FY=4200 KG/CM2	kg	9,059.98	5.52	50,011.09
01.02.03	REVOQUES Y ENLUCIDOS				107,802.30
01.02.03.01	REVESTIDO E=1.5 CM MORTERO 1:3	m	2,550.93	42.26	107,802.30
01.02.04	COLOCACIÓN DE TAPAS EN BUZONES				85,621.48
01.02.04.01	INSTALACION DE TAPAS DE CONCRETO CON MARCO DE FIERRO FUNDIDO	und	382.00	224.14	85,621.48
01.02.05	CARPINTERIA METALICA				123.20
01.02.05.01	ESCALERA METALICO TIPO GATO Hprom=2.7m D=1/2"	pza	2.00	61.60	123.20
01.02.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE ACCESORIOS				540.54
01.02.06.01	ACCESORIOS EN BUZON	und	2.00	270.27	540.54
	Costo Directo				2,384,776.38

SON : DOS MILLONES TRESCIENTOS OCHENTICUATRO MIL SETECIENTOS SETENTISEIS Y 38/100 NUEVOS SOLES

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1. Conclusiones

La investigación desarrollada en esta tesis ha llegado a las siguientes conclusiones :

1. Se ha logrado optimizar el diseño de una red de alcantarillado mediante Programación Dinámica. Los resultados se sustentan minuciosamente y están expuestos en el Anexo D.
2. Se ha conseguido reducir los costos del diseño de la red de alcantarillado, mediante este modelo se ha podido optimizar respecto al presupuesto del expediente un 4,869 %.
3. Se ha conseguido realizar un modelo matemático que incorpora los parámetros dados por el RNE-OS070.
4. Se han considerado dos escenarios para el modelado, de acuerdo a lo establecido en la normativa vigente en la **OS070**, teniendo en cuenta que el primer escenario corresponde a la puesta en funcionamiento de red y el segundo escenario corresponde al funcionamiento en el final del periodo de diseño.

5. El primer escenario es el que determinará la tensión tractiva mínima en función a la pendiente, una vez obtenida la pendiente el segundo escenario se utiliza para verificar las condiciones de tirante y velocidad.
6. La modelación matemática tiene como objetivo fundamental reproducir con la mayor exactitud posible el comportamiento real del sistema físico que representa, es la base que se utiliza en el cálculo hidráulico para simular diferentes estados que se producen en la sin tener que llegar a experimentarlos físicamente. Se ha planteado el problema de optimización de redes de alcantarillado en 3 etapas, esto con el fin de sistematizar cada etapa.
7. La primera etapa comprende la ubicación de los buzones y el trazo las tuberías. Esta estará siempre supeditado al criterio del diseñador dada la complejidad.
8. La segunda etapa comprende la Generación de rutas óptimas, esta etapa ha sido planteada y resuelta usando **Programación Entera Binaria** y el algoritmo de *Floy-Warshall* el cual esta basado en el principio de **Optimalidad de Bellman**. El problema planteado en esta etapa se ha adaptado eficientemente a los dos métodos utilizados, demostrando estos gran flexibilidad para adaptarlos al problema desarrollado en esta investigación
9. La tercera etapa comprende la Optimización de perfiles, se ha superado eficientemente esta etapa mediante **Programación Dinámica**, este técnica de optimización se ha adaptado eficientemente a todas las restricciones dadas por la normativa impuesta en la **OS070**.
10. Para obtener resultados coherentes en la segunda etapa es de capital importancia la elección de una función de costo que penalice los costos de las pendientes negativas alternativamente se pueden interpolar valores que tomen la forma de la función: $f(h, L) = \frac{h}{L}$ o que tengan en principio el mismo comportamiento.

12.2. Recomendaciones

1. Componer los documentos de tesis en $\text{\LaTeX}$, ya que esto da lugar a textos estructurados y consistentes ya que $\text{\LaTeX}$ hace que el autor se concentre en la estructura lógica dejando las decisiones técnicas a este procesador de textos.
2. Sistematizar conceptos para aplicarlos en problemas de ingeniería mediante el lenguaje de programación de *Matlab*, así se pueden automatizar la etapa de diseño.
3. El uso de un software matemático, como es *Matlab*, facilita diversos procesos de cálculo referidos a la programación entera binaria dado que ofrece comandos que resuelven eficientemente estos problemas.
4. Para hacer de un lenguaje de programación y sistematizar un determinado proceso es conveniente dividir el problema y resolverlo en etapas subproblemas de complejidad menor.

Bibliografía

- [1] Abad, M. T. (2007/2008). *Análisis y diseño de Algoritmos*. Departamento Languages y Sistemas Informáticos FIB - UPC.
- [2] A.Taha, H. (2004). Programación dinámica. *University of Arkansas, Fayetteville*.
- [3] Bizarro, I. A. A. (2009). *Programa Lluvia Escorrentía Para Simulación de Defensas Ribereñas con ObjectARX C++*. Universidad Nacional de San Cristobal.
- [4] Carmona, R. P. (Marzo,2015). *Diseño y Construcción de Alcantarillados Sanitario, Pluvial y Drenaje de carreteras*. Empresa Editora Macro EIRL.
- [5] Chacón, J. L. (2012). *Introducción a la Teoría de Grafos*. Universidad de la Cuenca del Plata.
- [6] Chow, V. T. (1994). *Hidraulica de Canales Abiertos*. Mac Graw Hill Interamericana S.A. Santafé de Bogotá.
- [7] CNA (Diciembre, 2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México.
- [8] Conejo, A. J. (febrero, 2002). *Formulación y Resolución de Modelos de Programación Matemática en Ingeniería y Ciencia*. Universidad de Castilla La Mancha.

- [9] Cualla, R. L. (Julio, 1996). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Escuela Colombiana de Ingeniería.
- [10] F., M. G. (2004). Programación dinámica. *Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas*.
- [11] INEI (2007). *Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital, 2007*. INEI.
- [Lieberman] Lieberman, G. J.
- [13] Maurette, M. (Junio de 2006). Programación dinámica. *ASAMACI - Asociación Argentina de Matemática Aplicada*.
- [14] MEF (Junio, 2011). Guía simplificada para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos saneamiento básico en el Ámbito rural, a nivel de perfil. *Ministerio de Economía y finanzas*.
- [15] MVCS (2016a). Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el Ámbito rural. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
- [16] MVCS (2017). *Compendio Normativo de Saneamiento*. MVCS.
- [17] MVCS (Enero, 2016b). Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*.
- [18] Pittman, R. A. (Setiembre, 1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- [19] Ruiz, P. R. (Agosto, 2008). *Hidráulica II*. Instituto Estatal de Ecología de Oaxaca.
- [20] Vierendel (Octubre, 2009). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Universidad Nacional de Ingeniería.

- [21] Vázquez, M. A. (2010). *Estudio de algoritmos de ruteo considerando restricciones de tiempo real*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Parte VII

Anexos

ETAPA I : PLANTEAMIENTO DE LA RED

```
1 %Lectura de la hoja de tuberias
2 book = xlsread( 'NODOS.HUICHA.xlsx' );
3 sh=[size(book) ,];
4 nf=sh(1);
5 %Iniciando la matriz de buzones
6 a=book;
7 %Vector de coordenadas x,y
8 x=a(1:end,2);
9 y=a(1:end,3);
10 %Lectura de la hoja de tuberias
11 conex = xlsread( 'TUB.HUICHA.xlsx' );
12 conexB=conex;
13 sh=[size(conex) ,];
14 nft=sh(1);
15 %Nodo de la Ptar
16 PTAR=383;
```

Listing A.1: Codigo para la solucion de la Etapa I

ETAPA II: GENERACIÓN DE RUTAS ÓPTIMAS

```

1 %matrix de conectividad
2 for kk=1:nft
3   mtxcon(conexB(kk,2),conexB(kk,3))=1;
4   mtxcon(conexB(kk,3),conexB(kk,2))=1;
5 end
6 sumcon=sum(mtxcon')
7 vbzin=find(sumcon==1)
8 %Ensamblaje de la matriz de igualdades
9 cnt=1
10 for k=1:nft
11   Aeq(cnt,2*k-1)=1;
12   Aeq(cnt,2*k)=1;
13   beq(cnt,1)=1;
14 %Ensamblaje de la matriz de costos
15 h1=a(conex(cnt,2),4)-a(conex(cnt,3),4);
16 h2=a(conex(cnt,3),4)-a(conex(cnt,2),4);
17 Z(2*cnt-1)=1/exp(h1);
18 Z(2*cnt)=1/exp(h2);
19 cnt=1+cnt;

```

```

20 end
21 %Ensamblaje de la matriz de desigualdades
22 cnt=1;
23 for k=1:size(mtxcon,1);
24 vuns=find(mtxcon(k,:)==1);
25 for i=1:length(vuns);
26 for j=1:nft;
27 if (conex(j,2)==vuns(i) & conex(j,3)==k);
28 Aineq(cnt,2*j-1)=1;
29 break
30 elseif (conex(j,2)==k & conex(j,3)==vuns(i));
31 Aineq(cnt,2*j)=1;
32 break
33 end
34 end
35 end
36 bineq(cnt,1)=length(vuns)-1;
37 cnt=1+cnt;
38 end
39 f=Z;
40 intcon = 1:length(f);
41 Aineq(PTAR,:)=[];
42 bineq(PTAR,:)=[];
43 %RESTRICCION DE LIMITES SUPERIOR Y LIMITE INFERIOR
44 lb = [zeros(1,size(f,2))];
45 ub = [ones(1,size(f,2))];
46 options = optimoptions('intlinprog','Display','off');
47 problem = struct('f',f,'intcon',intcon,...
48 'Aeq',Aeq,'beq',beq,'Aineq',Aineq,'bineq',bineq,...
49 'lb',lb,'ub',ub,'options',options,...
50 'solver','intlinprog');
51 X = intlinprog(problem);

```

```

52 for j=1:nft
53 if X(2*j-1)==1
54 VRES(j,1)=conex(j,2);
55 VRES(j,2)=conex(j,3);
56 elseif X(2*j)==1;
57 VRES(j,1)=conex(j,3);
58 VRES(j,2)=conex(j,2);
59 end
60 end
61 % Vector de Conexiones
62 en =1;
63 cont1=1;
64 %*****INICIO*****%
65 %*****ALGORITMO DE FLOYD WARSHALL*****%
66 %representacion de infinito '
67 inf=Inf;
68 %creacion de la matrix de costos '
69 C=ones([nf,nf])*inf;
70 %creacion de la matriz de nudos intermedios '
71 S=zeros([nf,nf]);
72 %Matrix de nodos intermedios
73 for i = 1:nf;
74 for j = 1:nf;
75 S(i,j)=j;
76 if i==j
77 S(i,j)=0;
78 end
79 end
80 end
81 %Matriz de costo:
82 for i = 1:nft ;
83 ci=a(conexB(i,2),4);

```

```

84 cf=a(conexB(i,3),4);
85 C(conexB(i,2),conexB(i,3))=1/exp(ci-cf);
86 C(conexB(i,3),conexB(i,2))=Inf;
87 end
88 for i = 1:nf
89 C(i,i)=0;
90 end
91 for k = 1:nf
92 for j = 1:nf
93 for i = 1:nf
94 if i ~= k & j ~= k
95 if C(i,k)+C(k,j)<C(i,j);
96 C(i,j) = C(i,k)+C(k,j);
97 S(i,j) = k ;
98 end
99 end
100 end
101 end
102 end
103 CB=C(:,PTAR)
104 for i=1:size(CB,1)
105 vtar(i,1)=find(min(CB(i,:))~=CB(i,:))
106 end
107 no=1:size(CB,1)
108 no(PTAR)=[]
109 CB(PTAR,:)=[]
110 vtar(PTAR)=[]
111 %—secuencia de código para ordenar las rutas de mayor a menor longitud
112 for e=1:length(mtxruta);
113 vlen(e)=length(mtxruta{e});
114 end
115 for j=1:length(vlen);

```

```

116 for i=1:length(vlen)-1;
117     auxi1=vlen(i);
118     auxi2=vlen(i+1);
119     rtax01=mtxruta{i};
120     rtax02=mtxruta{i+1};
121     if auxi1<auxi2
122         vlen(i)=auxi2;
123         vlen(i+1)=auxi1;
124         mtxruta{i}=rtax02;
125         mtxruta{i+1}=rtax01;
126     end
127 end
128 end
129 l1=mtxruta{1};
130 mtxrf{1}=l1;
131 cont1=1;
132 cont2=2;
133 laux=l1;
134 %codigo para eliminar las rutas incluidas dentro de otras
135 for i=2:length(mtxruta);
136     l2=[];
137     cont1=1;
138     flat=0;
139     ln=mtxruta{i};
140     for j=1:length(ln)-1
141         aux1=ln(j);
142         aux2=ln(j+1);
143         if length(find(aux1==laux)) & length(find(aux2==laux))
144             break
145         else
146             l2(cont1)=aux1;
147             l2(cont1+1)=aux2;

```

```

148 cont1=cont1+1;
149 end
150 end
151 if isempty(l2)~=1
152 mtxrf{cont2}=l2;
153 cont2=cont2+1;
154 %aux=[laux , l2 ( 1:end-1) ];
155 laux=[laux , l2 ( 1:end) ];
156 end
157 end
158 %secuencia para ordenar las tuberias de acuerdo a la direccion de los
159 %modos hallados en la etapa anterior
160 ss=1;
161 for k=1:length(mtxrf)
162 Ruta1=mtxrf{k};
163 for u=1:length(Ruta1)-1
164 for hh=1:nft
165 if Ruta1(u)==conexB(hh,2) && Ruta1(u+1)==conexB(hh,3)
166 rutatub(ss)=conexB(hh,1);
167 ss=ss+1;
168 elseif Ruta1(u)==conexB(hh,3) && Ruta1(u+1)==conexB(hh,2)
169 rutatub(ss)=conexB(hh,1);
170 ss=ss+1;
171 end
172 end
173 end
174 end
175 rutatub=sort(rutatub);
176 cont4=length(mtxrf)+1;
177 conatar=length(mtxrf);
178 cont3=1;
179 for j = 1:nft

```

```

180 zs=find(conexB(j,1)==rutatub);
181 if isempty(zs)
182 if a(conexB(j,2),4)>a(conexB(j,3),4)
183 vtf(cont3,1)=conexB(j,2);
184 vtf(cont3,2)=conexB(j,3);
185 %mtxrf(cont4)=[vtf(cont3,1) vtf(cont3,2)];
186 cont3=1+cont3;
187 cont4=cont4+1;
188 else
189 vtf(cont3,2)=conexB(j,2);
190 vtf(cont3,1)=conexB(j,3);
191 %mtxrf(cont4)=[vtf(cont3,2) vtf(cont3,1)];
192 cont3=1+cont3;
193 cont4=cont4+1;
194 end
195 end
196 end
197 %codigo parar unir las atargeas
198 %pas01=1
199 conts=1;
200 for j=1:length(vtf);
201 flat=0
202 for i=1:length(mtxrf);
203 aux=mtxrf{i};
204 if vtf(j,2)==aux(1);
205 mtxrf{i}=[vtf(j,1),aux];
206 flat=1
207 break;
208 end
209 end
210 if flat==0
211 mtxtsol{conts}=vtf(j,:);

```

```

212 conts=conts+1
213 end
214 end
215 %Secuencia para adicionar las tuberias que no sen han añadido a la matriz
216 %de rutas
217 conts=length(mtxrf)
218 for i=1:length(mttxtsol)
219 mtxrf{conts+1}=mttxtsol{i}
220 conts=conts+1
221 end
222 conf1=length(mtxrf)+1;
223 vtub=[];
224 %Codigo para ordenar las tuberias en funcion a lista de rutas finales
225 ssf=1;
226 for k=1:length(mtxrf);
227 Ruta1f=mtxrf{k};
228 for u=1:length(Ruta1f)-1;
229 for hh=1:nft;
230 if Ruta1f(u)==conexB(hh,2) && Ruta1f(u+1)==conexB(hh,3);
231 vtub(ssf)=conexB(hh,1);
232 ssf=ssf+1;
233 elseif Ruta1f(u)==conexB(hh,3) && Ruta1f(u+1)==conexB(hh,2);
234 vtub(ssf)=conexB(hh,1);
235 ssf=ssf+1;
236 end
237 end
238 end
239 mxrtf(k)={vtub};
240 vtub=[vtub vtub];
241 vtub=[];
242 ssf=1;
243 end

```

```

244 vttub=sort(vttub);
245 cont5=1+length(mtxrf);
246 vdc=cont5;
247 %Codigo para encontrar las atarjeas finales
248 for j = 1:nft;
249 if isempty(find(j==vttub));
250 if a(conexB(j,2),4)>a(conexB(j,3),4);
251 mtxrf(cont5)=[conexB(j,2) conexB(j,3)] ;
252 mtxrtf(cont5)={j};
253 cont5=cont5+1;
254 else
255 mtxrf(cont5)=[conexB(j,3) conexB(j,2)] ;
256 mtxrtf(cont5)={j};
257 cont5=cont5+1;
258 end
259 end
260 end
261 %lista de vectores para plotear
262 mtxrfpl=mtxrf;
263 mtxrtfpl=mtxrtf;
264 %—secuencia de codigo para ordenar las rutas de mayor a menor longitud
265 for i=1:length(mtxrf);
266 vlfin(i)=length(mtxrf{i})
267 end
268 for j=1:length(vlfin)
269 for i=1:length(vlfin)-1
270 auxil=vlfin(i);
271 auxi2=vlfin(i+1);
272 rtax01=mtxrf{i};
273 rtax02=mtxrf{i+1};
274 rtax01t=mtxrtf{i};
275 rtax02t=mtxrtf{i+1};

```

```

276 if auxil>auxi2
277 vlfin(i)=auxi2;
278 vlfin(i+1)=auxi1;
279 mtxrf{i}=rtax02;
280 mtxrf{i+1}=rtax01;
281 mtxrtf{i}=rtax02t;
282 mtxrtf{i+1}=rtax01t;
283 end
284 end
285 end
286 %Codigo para asignar el caudal
287 vecQbz=zeros(1,nf);
288 vecQtb=zeros(1,nft);
289 for i=1:length(mtxrtf)
290 auxb=mtxrf{i};
291 auxt=mtxrtf{i};
292 for j=1:length(auxt)
293 if j==1
294 qa= conexB (auxt(1),5);
295 vecQbz(auxb(2))=vecQbz(auxb(2))+ qa;
296 vecQtb(auxt(1))=qa;
297 else
298 qa= conexB (auxt(j),5);
299 vecQtb(auxt(j))=vecQbz(auxb(j))+ qa ;
300 vecQbz(auxb(j+1))=vecQbz(auxb(j))+ qa + vecQbz(auxb(j+1));
301 end
302 end
303 end
304 %Se asigna un caudal de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones
305 %para tuberías con caudales menores a 1.5 l/s se asigna un caudal de 1.5
306 RNEQtb=vecQtb;
307 for i=1:length(vecQtb);

```

```
308 if vecQtb(i) < 1.5  
309 RNEQtb(i) = 1.5;  
310 end  
311 end
```

Listing B.1: Código para la solución de la Etapa II

ETAPA III: OPTIMIZACIÓN DE PERFILES

```

1  %Taza de crecimiento y Tiempo de diseño
2  r=1.92/100;
3  t=20;
4  %Diametros comerciales disponibles
5  Dc=[153.60 192.20 240.20 302.60 ];
6  Numdia=Dc';
7  %Costo de diametros comerciales disponibles
8  Cdc=[23.64 33.08 42.47 52.20]/6 ;
9  %Costo de excavacion de terreno
10 Ce=31.80;
11 %fc=funcion de costo de buzones en funcion a la altura
12 syms x y R;
13 fc=inline(3.737*(x^3)-35.404*(x^2)+117.06*x+1753.3);
14 %Caracteristicas hidraulicas
15 n=0.010;
16 alf=inline(2*acos(1-y/R));
17 A=inline(((R^2)/2)*(alf(R,y)-sin(alf(R,y))));
18 P=inline(R*alf(R,y));
19 Rh=inline(A(R,y)/P(R,y));

```

```

20 Vc=inline (6*(Rh(R,y)*9.81)^(1/2));
21 mbzvs=[];
22 mhbzv=[];
23 vbzvis=[];
24 mtxbzv=[];
25 cont1=1;
26 cont2=1;
27 bp=waitbar(0,'Modelamiento de red...');
28 M=length(mtxrf);
29 I=0;
30 %Condiones limite
31 for i=1:length(Dc)
32     R      = Dc(i)/2000;
33     Fylo   = inline(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))-(A(R,0.75*2*R)*(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))
        )/(1+r*t));
34     ylo    = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);
35     yl(i)  = ylo;
36 end
37 for i=1:length(mtxrf)
38     flat=0;
39     %Agumentos para la optimizacion
40     vnuds=mtxrf{i};
41     vtube=mtxrtf{i};
42     vctas=a(vnuds,4);
43     vcaud=RNEQtb(vtube);
44     vlong=conexB(vtube,4);
45     %%%%%%%%%%%%%%%
46     l=vlong;
47     cdt=vctas;
48     Qb=vcaud/1000;
49     Qbf=1.0*vcaud/1000;
50     %Costo del buzón inicial

```

```

51 ci=fc (1.2) ;
52 %Tramo inicial de la red desde el buzón #1
53 for i=1:length(Dc)
54 %Condicion para una topografica con pendiente negativa de terreno
55 if cdt(1) < cdt(2)
56 Qd=Qbf(1) ;
57 R=Dc(i)/2000 ;
58 S1=1/(Rh(R,yl(i))*9.8*1000) ;
59 Qs1=A(R,0.75*2*R)*(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
60 if Qd>Qs1
61 S1=((Qd*n)/(A(R,0.75*2*R)*Rh(R,0.75*2*R)^(2/3)))^2;
62 Vf1=(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
63 Vc1=Vc(R,0.75*2*R) ;
64 if Vf1<Vc1
65 hf=cdt(2)-((cdt(1)-1.2-l(1)*S1));
66 soly=0.75*2*R;
67 else
68 S1=((Qd*n)/(A(R,0.5*2*R)*Rh(R,0.5*2*R)^(2/3)))^2;
69 hf=cdt(2)-((cdt(1)-1.2-l(1)*S1));
70 soly=0.5*2*R;
71 end
72 else
73 Qd = max(Qbf(1)/(1+r*t),1.5/1000) ;
74 eqn = inline(Qd-A(R,y)*(Rh(R,y)^(1/6))/(n*(9.8*1000)^0.5));
75 solyo = Rfalsi(eqn,10^-5,1.8*R);
76 S1=1/(Rh(R,solyo)*9.8*1000) ;
77 if Qd>(1.5/1000)
78 Fylo = inline(A(R,solyo)*(Rh(R,solyo)^(2/3))-A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3)))/(1+r
          *t));
79 soly = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);
80 else
81 soly=solyo

```

```

82 end
83 Vf1 = (Rh(R, soly)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
84 Vc1 = Vc(R, soly);
85 if Vf1<Vc1
86 %altura del buzón final para el tramo "i"
87 hf = cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1)) ;
88 soly = soly;
89 elseif Vf1>Vc1 & soly < 0.5*2*R ;
90 hf = cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1)) ;
91 soly = soly ;
92 elseif Vf1>Vc1 & soly > 0.5*2*R ;
93 S1 = ((Qbf(1)*n)/(A(R, 0.5*2*R)*Rh(R, 0.5*2*R)^(2/3)))^2;
94 soly = 0.5*2*R;
95 hf = cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1));
96 end
97 end
98 elseif cdt(1) > cdt(2)
99 %Condicion para una topografica con pendiente positiva de terreno
100 Sn = ((cdt(1) - 1.2) - (cdt(2) - 1.2))/l(1);
101 R=Dc(i)/2000 ;
102 Qd=Qbf(1);
103 Qs1 = A(R, 0.75*2*R)*(Rh(R, 0.75*2*R)^(2/3))*(Sn^(1/2))/n;
104 if Qd>Qs1
105 S1=((Qd*n)/(A(R, 0.75*2*R)*Rh(R, 0.75*2*R)^(2/3)))^2;
106 Vf1=(Rh(R, 0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
107 Vc1=Vc(R, 0.75*2*R);
108 if Vf1<Vc1
109 hf=cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1));
110 soly=0.75*2*R;
111 else
112 S1=((Qd*n)/(A(R, 0.5*2*R)*Rh(R, 0.5*2*R)^(2/3)))^2;
113 hf=cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1)) ;

```

```

114 soly = 0.5*2*R;
115 end
116 else
117 Qd = max(Qbf(1)/(1+r*t), 1.5/1000);
118 eqn = inline(Qd-A(R,y)*(Rh(R,y)^(1/6))/(n*(9.8*1000)^0.5));
119 solyo = Rfalsi(eqn, 10^-5, 1.8*R);
120 S1 = max(1/(Rh(R, solyo)*9.8*1000), Sn);
121 if Qd > (1.5/1000)
122 eqn = inline(Qd-A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))*S1^(1/2)/n);
123 solyo = Rfalsi(eqn, 10^-5, 1.8*R);
124 Fylo = inline(A(R, solyo)*(Rh(R, solyo)^(2/3))-(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3)))/(1+r
    *t));
125 soly = Rfalsi(Fylo, 10^-5, 1.8*R);
126 else
127 eqn = inline(Qd-A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))*S1^(1/2)/n);
128 soly = Rfalsi(eqn, 10^-5, 1.8*R);
129 end
130 Vf1 = (Rh(R, soly)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
131 Vc1 = Vc(R, soly);
132 if Vf1 < Vc1;
133 hf = cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1));
134 soly = soly;
135 elseif Vf1 > Vc1 & soly < 0.5*2*R ;
136 hf = cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1));
137 soly = soly;
138 elseif Vf1 > Vc1 & soly > 0.5*2*R
139 S1 = ((Qd*n)/(A(R, 0.5*2*R)*Rh(R, 0.5*2*R)^(2/3)))^2;
140 soly = 0.5*2*R;
141 hf = cdt(2) - ((cdt(1) - 1.2 - l(1)*S1));
142 end
143 end
144 end

```

```

145 hf =hf+(0.05-mod(hf,0.05));
146 S1=((cdt(1)-1.2)-(cdt(2)-hf))/l(1);
147 eqn= inline(Qbf(1)-A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))*(S1^(1/2))/n) ;
148 soly = Rfalsi(eqn,10^-5,1.8*R);
149 if Qbf(1)>(1.5/1000)
150 Fylo =inline(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))-(A(R,soly)*(Rh(R,soly)^(2/3)))/(1+r*t)
    );
151 solyo = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);
152 else
153 solyo=soly;
154 end
155 Vf1=(Rh(R,soly)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
156 Vc1 = Vc(R,soly);
157 Mtxh(i,1) = hf;
158 Mtxs(i,1) = S1;
159 Mtxvf(i,1) = Vf1;
160 Mtxvc(i,1) = Vc1;
161 Mtxy(i,1) = soly;
162 Mtxyo(i,1) = solyo;
163 Mtxci(i,1) = ci+fc(hf)+(Ce*0.8*l(1)*(1.2+hf)/2)+Cdc(i)*l(1) ;
164 end
165 vtcas=vnuds(2);
166 if isempty(vbzvis)==0
167 for j=1:length(vbzvis);
168 if vtcas==vbzvis(j);
169 vhac=Mtxh(:,1);
170 for k=1:length(vhac);
171 if vhac(k)>mtxhbzv(k,j);
172 mtxhbzv(k,j)=vhac(k);
173 else
174 Mtxh(k,1)=mtxhbzv(k,j);
175 end

```

```

176 end
177 flat=0;
178 break
179 else
180 flat=1;
181 end
182 end
183 if flat==1
184 vbzvis(cont1)= vtcas;
185 mtxhzbv(:,cont1)=Mtxh(:,1);
186 cont1=cont1+1;
187 end
188 else
189 vbzvis(cont1)= vtcas;
190 mtxhzbv(:,cont1)=Mtxh(:,1);
191 cont1=cont1+1;
192 end
193 Mtxh2=Mtxh;
194 %Tramo intermedio de la ruta desde el buzón #2 hasta el #n
195 for z=2:length(1);
196 for i=1:length(Dc);
197 for j=i:length(Dc);
198 %Condicion para una topografica con pendiente negativa de terreno
199 if (cdt(z) < cdt(z+1)) | (cdt(z)-Mtxh(i,z-1) < cdt(z+1)-1.2);
200 Qd=Qbf(z);
201 R=Dc(j)/2000 ;
202 S1=1/(Rh(R,yl(i))*9.8*1000);
203 Qs1=A(R,0.75*2*R)*(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
204 if Qd>Qs1
205 S1=((Qd*n)/(A(R,0.75*2*R)*Rh(R,0.75*2*R)^(2/3)))^2;
206 Vf1=(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
207 Vc1=Vc(R,0.75*2*R);

```

```

208 if Vf1<Vc1
209 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
210 soly=0.75*2*R;
211 else
212 S1=((Qd*n)/(A(R,0.5*2*R)*Rh(R,0.5*2*R)^(2/3)))^2;
213 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
214 soly=0.5*2*R;
215 end
216 else
217 Qd = max(Qbf(z)/(1+r*t),1.5/1000);
218 eqn = inline(Qd-A(R,y)*(Rh(R,y)^(1/6))/(n*(9.8*1000)^0.5));
219 solyo = Rfalsi(eqn,10^-5,1.8*R);
220 S1 = 1/(Rh(R,solyo)*9.8*1000);
221 if Qd>(1.5/1000)
222 Fylo = inline(A(R,solyo)*(Rh(R,solyo)^(2/3))-A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3)))/(1+r
        *t));
223 soly = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);
224 else
225 soly = solyo;
226 end
227 Vf1 =(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
228 Vc1 = Vc(R,soly);
229 if Vf1<Vc1
230 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
231 soly = soly;
232 elseif Vf1>Vc1 & soly<0.5*2*R
233 hf = cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
234 soly = soly;
235 elseif Vf1>Vc1 & soly>0.5*2*R
236 S1 = ((Qd*n)/(A(R,0.5*2*R)*Rh(R,0.5*2*R)^(2/3)))^2;
237 soly = 0.5*2*R;
238 hf = cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));

```

```

239 end
240 end
241 elseif cdt(z)-Mtxh(i,z-1) > cdt(z+1)-1.2
242 Sn = ((cdt(z)-Mtxh(i,z-1))-(cdt(z+1)-1.2))/l(z);
243 Qd = Qbf(z);
244 R=Dc(i)/2000;
245 Qs1 = A(R,0.75*2*R)*(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(Sn^(1/2))/n;
246 if Qd>Qs1
247 S1=((Qd*n)/(A(R,0.75*2*R)*Rh(R,0.75*2*R)^(2/3)))^2;
248 Vf1=(Rh(R,0.75*2*R)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
249 Vc1=Vc(R,0.75*2*R);
250 if Vf1<Vc1
251 %Altura del buzón final para el tramo "i"
252 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
253 soly=0.75*2*R;
254 else
255 S1=((Qd*n)/(A(R,0.5*2*R)*Rh(R,0.5*2*R)^(2/3)))^2;
256 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
257 soly=0.5*2*R;
258 end
259 else
260 Qd = max(Qbf(z)/(1+r*t),1.5/1000);
261 eqn = inline(Qd-A(R,y)*(Rh(R,y)^(1/6))/(n*(9.8*1000)^0.5));
262 solyo = Rfalsi(eqn,10^-5,1.8*R);
263 S1=1/(Rh(R,solyo)*9.8*1000);
264 if S1>Sn
265 eqn = inline(Qd-(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))*(S1^(1/2)))/n);
266 solyo = Rfalsi(eqn,10^-5,1.8*R);
267 if Qd>(1.5/1000)
268 Fylo = inline(A(R,solyo)*(Rh(R,solyo)^(2/3))-(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3)))/(1+r
        *t));
269 soly = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);

```

```

270 else
271 soly = solyo;
272 end
273 else
274 S1=Sn;
275 eqn = inline (Qd-(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))*(S1^(1/2)))/n);
276 solyo = Rfalsi( eqn,10^-5,1.8*R);
277 if Qd>(1.5/1000)
278 Fylo = inline (A(R,solyo)*(Rh(R,solyo)^(2/3))-(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3)))/(1+r
        *t));
279 soly = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);
280 else
281 soly = solyo;
282 end
283 end
284 Vf1 = (Rh(R,soly)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
285 Vc1 = Vc(R,soly);
286 if Vf1<Vc1
287 %altura del buzón final para el tramo "i"
288 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
289 soly = soly;
290 elseif Vf1>Vc1 & soly <0.5*2*R
291 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
292 soly = soly;
293 elseif Vf1>Vc1 & soly >0.5*2*R
294 S1=((Qd*n)/(A(R,0.5*2*R)*Rh(R,0.5*2*R)^(2/3)))^2;
295 soly=0.5*2*R;
296 hf=cdt(z+1)-((cdt(z)-Mtxh(i,z-1)-l(z)*S1));
297 end
298 end
299 end
300 hf =hf+(0.05-mod(hf,0.05));

```

```

301 S1      =((cdt(z)-Mtxh(i,z-1))-(cdt(z+1)-hf))/l(z);
302 eqn     =inline(Qbf(z)-A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))*(S1^(1/2))/n);
303 soly    =Rfalsi(eqn,10^-5,1.8*R);
304 if Qbf(z)>(1.5/1000)
305 Fylo    =inline(A(R,y)*(Rh(R,y)^(2/3))-(A(R,soly)*(Rh(R,soly)^(2/3)))/(1+r*t)
306         );
307 solyo   = Rfalsi(Fylo,10^-5,1.8*R);
308 else
309 solyo=soly;
310 end
311 Vf1     =(Rh(R,soly)^(2/3))*(S1^(1/2))/n;
312 Vc1     = Vc(R,soly);
313 Mtxtc(i,j)=fc(hf)+(Ce*0.8*l(z)*(Mtxh(i,z-1)+hf)/2)+Cdc(j)*l(z)+Mtxci(i);
314 Mtxth(i,j)=hf;
315 Mtxts(i,j)=S1;
316 Mtxtvf(i,j)=Vf1;
317 Mtxtvc(i,j)=Vc1;
318 Mtxty(i,j)=soly;
319 Mtxtyo(i,j)=solyo;
320 end
321 [mtxminc mtxminh mtxmins mtxminvf mtxminvc mtxminy mtxminyoy mtxd] = fbmin(
322     Mtxtc,Mtxth,Mtxts,Mtxtvf,Mtxtvc,Mtxty,Mtxtyo);
323 for ii=1:length(Cdc)
324     %Matriz de costos
325     Mtxci(ii)=mtxminc(ii);
326     %Matriz de alturas
327     Mtxh(ii,1:z-1)=Mtxh(mtxd(ii),1:z-1);
328     Mtxh(ii,z)=mtxminh(ii);
329     %Matriz de pendientes
330     Mtxs(ii,1:z-1)=Mtxs(mtxd(ii),1:z-1);
331     Mtxs(ii,z)=mtxmins(ii);

```

```

331 %Matriz de velocidades finales
332 Mtxvf(i,1:z-1)=Mtxvf(mtxd(ii),1:z-1);
333 Mtxvf(ii,z)=mtxminvf(ii);
334 %Matriz de velocidades criticas
335 Mtxvc(i,1:z-1)=Mtxvc(mtxd(ii),1:z-1);
336 Mtxvc(ii,z)=mtxminvc(ii);
337 %Matriz de tirante final
338 Mtxy(i,1:z-1)=Mtxy(mtxd(ii),1:z-1);
339 Mtxy(ii,z)=mtxminy(ii);
340 %Matriz de tirante inicial
341 Mtxyo(i,1:z-1)=Mtxyo(mtxd(ii),1:z-1);
342 Mtxyo(ii,z)=mtxminyo(ii);
343 %Matriz de diametros
344 Numdia(ii,1:z-1)=Numdia(mtxd(ii),1:z-1);
345 Numdia(ii,z)=Dc(ii);
346 end
347 Mtxh2=Mtxh;
348 vtcas=vnuds(z+1) ;
349 for j=1:length(vbzvis)
350 if vtcas==vbzvis(j)
351 vhac=Mtxh(:,z);
352 for k=1:length(vhac) ;
353 if vhac(k)>mtxhbzv(k,j)
354 mtxhbzv(k,j)=vhac(k);
355 else
356 Mtxh(k,z)=mtxhbzv(k,j) ;
357 end
358 end
359 flat=0;
360 break
361 else
362 flat=1;

```

```

363 end
364 end
365 if flat==1
366 vbzvis(cont1)= vtcas;
367 mtxhbzv(:,cont1)=Mtxh(:,end);
368 cont1=cont1+1;
369 end
370 Mtxth=[];
371 Mtxts=[];
372 Mtxtc=[];
373 end
374 Lrtop{cont2}=Mtxh;
375 Lrcop{cont2}=Mtxci;
376 Lrdop{cont2}=Numdia;
377 LisI{cont2}=Mtxh2;
378 LisJ{cont2}=Mtxh;
379 LisS{cont2}=Mtxs;
380 LisVf{cont2}=Mtxvf;
381 LisVc{cont2}=Mtxvc;
382 LisY{cont2}=Mtxy;
383 LisYo{cont2}=Mtxyo;
384 cont2=cont2+1;
385 Mtxh=[];
386 Mtxci=[];
387 Mtxs=[];
388 Mtxvf=[];
389 Mtxvc=[];
390 Mtxy=[];
391 Mtxyo=[];
392 Mtxh2=[];
393 end
394 close(bp)

```

```

395 %Proceso para mostrar resultados
396 cont=1;
397 for i=1:length(Lrcop)
398 vmax=min(Lrcop{i});
399 pos=find(min(Lrcop{i})==Lrcop{i});
400 VD_i=Lrdop{i};
401 D_i=VD_i(pos,:);
402 VBz_i=LisJ{i};
403 Bz_i=[1.2 VBz_i(pos,:)];
404 VBz_j=LisI{i};
405 Bz_j=[1.2 VBz_j(pos,:)];
406 VVf_i=LisVf{i};
407 Vf_i=VVf_i(pos,:);
408 VVc_i=LisVc{i};
409 Vc_i=VVc_i(pos,:);
410 VS_i=LisS{i};
411 S_i=VS_i(pos,:);
412 VY_i=LisY{i};
413 Y_i=VY_i(pos,:);
414 VY_io=LisYo{i};
415 Y_io=VY_io(pos,:);
416 tub_i=mtxrtf{i};
417 Ni_i=mtxrf{i};
418 %Matriz de resultados
419 for j=1:length(tub_i)
420 Mtxresp(j,:)= [tub_i(j) Ni_i(j) Ni_i(j+1) a(Ni_i(j),4) a(Ni_i(j),4)-Bz_i(j)
    Bz_i(j) ...
421 a(Ni_i(j+1),4) a(Ni_i(j+1),4)-Bz_j(j+1) Bz_j(j+1) conexB(tub_i(j),4) ...
422 RNEQtb(tub_i(j)) D_i(j) S_i(j) Y_io(j) 9.8*1000*Rh(D_i(j),Y_io(j))*S_i(j)
    ...
423 Vf_i(j) Vc_i(j) Y_i(j) 100*(1000*Y_i(j)/D_i(j)) ] ;
424 RES(cont,:)= Mtxresp(j,:);

```

```

425 cont=cont+1;
426 end
427 Lresp{i}=Mtxresp;
428 Mtxresp=[];
429 end
430 %ORDENAMIENTO DE LOS RESULTADOS
431 vecor=RES(:,1);
432 RESTUB=RES*0;
433 for i=1:nft
434 RESTUB(i,:)=RES(find(vecor==i),:);
435 end
436 vecbzo=[ [RES(:,2); RES(:,3)] [RES(:,6); RES(:,9)] ];
437 vord01=vecbzo(:,1);
438 vord02=vecbzo(:,2);
439 for i=1:nf
440 m1=vord02(find(vord01==i),:);
441 a(i,5)=max(m1);
442 end

```

Listing C.1: Código para la solución de la Etapa III

REPORTE DEL MODELAMIENTO

EN MATLAB : Buzones

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 01	585154.89	8547023.02	2664.18	2662.98	1.20	1.50
BZ- 02	585156.22	8547059.60	2662.49	2661.29	1.20	1.50
BZ- 03	585182.79	8547106.23	2659.68	2658.48	1.20	1.50
BZ- 04	585200.66	8547128.97	2657.83	2656.63	1.20	1.50
BZ- 05	585231.18	8547167.95	2655.33	2654.13	1.20	1.50
BZ- 06	585243.01	8547187.40	2654.74	2653.54	1.20	1.50
BZ- 07	585263.00	8547209.04	2653.63	2652.43	1.20	1.50
BZ- 08	585019.84	8547036.91	2669.27	2668.07	1.20	1.50
BZ- 09	585051.63	8547014.31	2669.18	2667.83	1.35	1.50
BZ- 10	585088.14	8546988.62	2668.29	2667.09	1.20	1.50
BZ- 11	585107.09	8547019.38	2663.53	2662.33	1.20	1.50
BZ- 12	585117.65	8547034.09	2662.10	2660.90	1.20	1.50
BZ- 13	585100.29	8547091.21	2658.79	2657.59	1.20	1.50
BZ- 14	585103.23	8547152.94	2658.25	2657.05	1.20	1.50
BZ- 15	585174.83	8547239.65	2654.89	2653.69	1.20	1.61
BZ- 16	585176.72	8547221.91	2650.14	2648.94	1.20	1.61
BZ- 17	585191.52	8547239.78	2648.74	2647.54	1.20	1.61
BZ- 18	585224.15	8547258.98	2646.35	2645.15	1.20	1.70
BZ- 19	585274.86	8547291.30	2644.65	2643.45	1.20	3.00
BZ- 20	585304.17	8547294.73	2641.02	2639.22	1.80	4.36
BZ- 21	585323.41	8547304.85	2638.66	2637.46	1.20	4.36
BZ- 22	585321.54	8547391.19	2637.50	2636.30	1.20	4.61
BZ- 23	585328.51	8547433.61	2636.82	2635.62	1.20	4.61
BZ- 24	585331.75	8547467.92	2634.09	2632.89	1.20	4.61
BZ- 25	585336.05	8547470.84	2633.49	2632.29	1.20	4.61
BZ- 26	585338.89	8547488.85	2632.46	2630.96	1.50	4.64
BZ- 27	585365.17	8547508.66	2630.15	2628.95	1.20	21.97
BZ- 28	585392.75	8547527.55	2629.54	2628.34	1.20	21.97
BZ- 29	585112.21	8546950.54	2667.84	2666.64	1.20	1.50
BZ- 30	585201.00	8547194.67	2650.75	2649.55	1.20	1.50
BZ- 31	585178.87	8547216.22	2649.83	2648.63	1.20	1.50
BZ- 32	585193.70	8547237.16	2648.28	2647.08	1.20	1.50
BZ- 33	585225.55	8547255.68	2646.50	2645.30	1.20	1.50
BZ- 34	585277.08	8547287.74	2643.72	2642.52	1.20	1.50
BZ- 35	585303.53	8547291.79	2640.92	2639.72	1.20	1.50
BZ- 36	585243.97	8547233.13	2649.98	2648.78	1.20	1.50
BZ- 37	585143.38	8547201.64	2655.48	2654.28	1.20	1.50
BZ- 38	585118.10	8547170.65	2655.92	2654.72	1.20	1.50
BZ- 39	585008.65	8547129.26	2670.72	2669.52	1.20	1.50
BZ- 40	585022.49	8547144.10	2670.39	2669.19	1.20	1.50
BZ- 41	585102.84	8547171.06	2659.28	2658.08	1.20	1.50
BZ- 42	584942.86	8547175.89	2690.21	2689.01	1.20	1.50
BZ- 43	584952.45	8547176.25	2689.86	2688.66	1.20	1.50
BZ- 44	584990.34	8547181.62	2683.96	2682.76	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 45	585044.95	8547202.69	2675.18	2673.98	1.20	1.50
BZ- 46	585100.57	8547223.56	2665.72	2664.52	1.20	1.50
BZ- 47	585173.12	8547253.89	2657.72	2656.52	1.20	1.50
BZ- 48	585212.22	8547272.80	2652.01	2650.81	1.20	1.50
BZ- 49	585261.19	8547295.67	2651.30	2650.10	1.20	1.50
BZ- 50	585268.24	8547300.29	2650.80	2649.00	1.80	1.50
BZ- 51	585280.70	8547308.45	2650.30	2649.10	1.20	1.50
BZ- 52	585285.74	8547322.58	2650.58	2649.38	1.20	1.50
BZ- 53	585275.00	8547353.28	2651.86	2650.66	1.20	1.50
BZ- 54	585256.68	8547395.88	2653.36	2652.16	1.20	1.50
BZ- 55	585236.56	8547437.27	2645.17	2643.97	1.20	1.50
BZ- 56	585222.64	8547431.49	2645.10	2642.60	2.50	2.71
BZ- 57	584817.15	8547089.32	2708.29	2707.09	1.20	1.50
BZ- 58	584817.94	8547110.16	2706.75	2705.55	1.20	1.50
BZ- 59	584820.65	8547169.19	2701.16	2699.96	1.20	1.50
BZ- 60	584849.51	8547182.42	2697.69	2696.49	1.20	1.50
BZ- 61	584895.01	8547196.21	2694.90	2693.70	1.20	1.50
BZ- 62	584934.47	8547214.26	2697.97	2696.77	1.20	1.50
BZ- 63	584947.91	8547218.07	2696.53	2695.33	1.20	1.50
BZ- 64	584985.62	8547233.45	2688.13	2686.93	1.20	1.50
BZ- 65	585060.19	8547262.43	2670.26	2669.06	1.20	1.50
BZ- 66	585079.31	8547270.03	2668.00	2666.80	1.20	1.50
BZ- 67	585114.95	8547284.36	2663.77	2662.57	1.20	1.50
BZ- 68	585153.00	8547301.06	2662.50	2661.30	1.20	1.50
BZ- 69	585208.19	8547325.53	2664.00	2662.80	1.20	1.50
BZ- 70	585238.97	8547339.72	2662.71	2661.51	1.20	1.50
BZ- 71	584939.11	8547192.94	2696.56	2695.36	1.20	1.50
BZ- 72	584951.15	8547191.30	2695.33	2694.13	1.20	1.50
BZ- 73	585251.98	8547312.80	2657.72	2656.52	1.20	1.50
BZ- 74	584878.95	8547239.63	2688.43	2687.23	1.20	1.50
BZ- 75	584929.59	8547260.04	2685.67	2684.47	1.20	1.50
BZ- 76	584938.86	8547264.06	2685.23	2684.03	1.20	1.50
BZ- 77	584974.32	8547277.74	2680.81	2679.61	1.20	1.50
BZ- 78	585062.55	8547311.57	2668.72	2667.52	1.20	1.50
BZ- 79	585097.71	8547325.13	2662.38	2661.18	1.20	1.50
BZ- 80	585134.12	8547339.09	2657.07	2655.67	1.40	1.50
BZ- 81	585219.65	8547379.08	2658.79	2657.59	1.20	1.50
BZ- 82	585176.55	8547359.05	2657.13	2655.93	1.20	1.50
BZ- 83	585225.04	8547367.53	2661.80	2660.60	1.20	1.50
BZ- 84	584825.37	8547235.46	2681.41	2680.21	1.20	1.50
BZ- 85	584849.10	8547242.42	2677.00	2675.80	1.20	1.50
BZ- 86	584865.45	8547264.38	2678.00	2675.65	2.35	1.50
BZ- 87	584880.44	8547280.75	2676.78	2675.53	1.25	1.50
BZ- 88	584924.97	8547312.10	2672.51	2671.31	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 89	584933.85	8547321.75	2673.03	2671.23	1.80	1.50
BZ- 90	584976.30	8547345.61	2670.91	2669.71	1.20	1.50
BZ- 91	585008.61	8547348.00	2668.28	2667.08	1.20	1.50
BZ- 92	585052.45	8547339.12	2666.75	2665.55	1.20	1.53
BZ- 93	585116.89	8547380.07	2653.86	2652.66	1.20	2.26
BZ- 94	585165.01	8547401.64	2646.63	2645.43	1.20	2.32
BZ- 95	585201.03	8547418.84	2645.49	2644.29	1.20	2.52
BZ- 96	584812.67	8547248.22	2678.48	2677.28	1.20	1.50
BZ- 97	584833.51	8547256.66	2677.58	2676.38	1.20	1.50
BZ- 98	584849.28	8547267.78	2675.25	2674.05	1.20	1.50
BZ- 99	584860.90	8547290.90	2674.06	2672.86	1.20	1.50
BZ- 100	584889.13	8547316.76	2671.54	2670.34	1.20	1.50
BZ- 101	584931.96	8547330.98	2671.12	2669.92	1.20	1.50
BZ- 102	584669.08	8547250.02	2701.81	2700.61	1.20	1.50
BZ- 103	584712.58	8547259.75	2695.10	2693.90	1.20	1.50
BZ- 104	584756.25	8547268.99	2688.56	2687.36	1.20	1.50
BZ- 105	584828.97	8547282.62	2681.39	2680.19	1.20	1.50
BZ- 106	584681.97	8547183.53	2708.22	2707.02	1.20	1.50
BZ- 107	584674.36	8547222.80	2707.66	2706.46	1.20	1.50
BZ- 108	584727.36	8547189.40	2700.27	2699.07	1.20	1.50
BZ- 109	584717.64	8547235.66	2698.55	2697.35	1.20	1.50
BZ- 110	584770.58	8547205.67	2691.42	2690.22	1.20	1.50
BZ- 111	584831.38	8547271.09	2680.99	2679.79	1.20	1.50
BZ- 112	584810.99	8547259.73	2679.51	2678.31	1.20	1.50
BZ- 113	585003.33	8547492.92	2671.87	2670.67	1.20	1.50
BZ- 114	584596.64	8547289.05	2686.25	2685.05	1.20	1.50
BZ- 115	584648.93	8547292.74	2685.83	2684.63	1.20	1.50
BZ- 116	584705.25	8547304.50	2683.36	2682.16	1.20	1.50
BZ- 117	584741.81	8547309.67	2682.38	2681.18	1.20	1.50
BZ- 118	584802.77	8547323.80	2682.86	2680.81	2.05	1.50
BZ- 119	584818.52	8547326.93	2681.76	2680.56	1.20	1.50
BZ- 120	584880.54	8547334.71	2673.28	2672.08	1.20	1.50
BZ- 121	584588.33	8547297.59	2686.63	2685.43	1.20	1.50
BZ- 122	584625.37	8547302.99	2681.64	2680.44	1.20	1.50
BZ- 123	584648.33	8547309.09	2680.00	2678.80	1.20	1.50
BZ- 124	584689.90	8547322.28	2676.46	2675.26	1.20	1.50
BZ- 125	584721.20	8547325.95	2675.93	2674.73	1.20	1.50
BZ- 126	584758.43	8547343.58	2672.04	2670.84	1.20	1.50
BZ- 127	584790.97	8547349.33	2671.29	2670.09	1.20	1.50
BZ- 128	584807.20	8547360.17	2669.92	2668.72	1.20	1.50
BZ- 129	584839.97	8547368.26	2666.52	2665.32	1.20	1.50
BZ- 130	584870.86	8547375.71	2663.68	2662.48	1.20	1.50
BZ- 131	584909.08	8547366.56	2661.53	2660.33	1.20	1.50
BZ- 132	584923.52	8547369.78	2661.91	2660.21	1.70	2.86

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 133	584944.99	8547375.89	2660.90	2659.70	1.20	2.91
BZ- 134	584955.73	8547384.26	2658.92	2657.72	1.20	2.91
BZ- 135	584983.22	8547385.42	2658.78	2657.58	1.20	3.08
BZ- 136	584994.61	8547392.48	2658.43	2657.23	1.20	3.17
BZ- 137	585021.67	8547390.89	2657.14	2655.94	1.20	3.20
BZ- 138	585042.23	8547398.78	2653.68	2652.48	1.20	3.22
BZ- 139	585105.75	8547406.85	2651.29	2650.09	1.20	3.28
BZ- 140	584626.22	8547317.51	2683.42	2682.22	1.20	1.50
BZ- 141	584677.26	8547332.77	2678.33	2677.13	1.20	1.50
BZ- 142	584723.11	8547338.30	2674.37	2673.17	1.20	1.50
BZ- 143	584743.14	8547341.93	2673.42	2672.22	1.20	1.50
BZ- 144	584753.97	8547357.93	2672.86	2671.66	1.20	1.50
BZ- 145	584771.15	8547357.59	2672.74	2671.54	1.20	1.50
BZ- 146	584786.27	8547356.96	2671.50	2670.30	1.20	1.50
BZ- 147	584798.52	8547364.04	2669.45	2668.25	1.20	1.50
BZ- 148	584821.03	8547369.14	2668.84	2667.64	1.20	1.50
BZ- 149	584838.83	8547375.09	2666.75	2665.55	1.20	1.50
BZ- 150	584860.45	8547379.17	2665.12	2663.92	1.20	1.50
BZ- 151	584872.46	8547384.30	2664.57	2663.37	1.20	1.53
BZ- 152	584906.72	8547376.19	2662.91	2661.71	1.20	1.56
BZ- 153	584932.02	8547384.09	2659.67	2658.47	1.20	1.56
BZ- 154	584943.03	8547391.78	2659.77	2657.97	1.80	1.67
BZ- 155	584952.49	8547397.18	2659.79	2657.89	1.90	1.78
BZ- 156	584973.19	8547394.63	2657.66	2656.46	1.20	1.81
BZ- 157	584981.35	8547396.49	2657.16	2655.96	1.20	1.89
BZ- 158	584985.66	8547405.68	2657.27	2655.87	1.40	1.95
BZ- 159	584992.36	8547406.67	2656.93	2655.73	1.20	2.09
BZ- 160	585006.98	8547399.94	2655.50	2654.30	1.20	2.15
BZ- 161	585016.91	8547400.67	2654.75	2653.55	1.20	2.15
BZ- 162	585022.22	8547408.48	2654.21	2653.01	1.20	2.18
BZ- 163	585028.73	8547410.32	2654.34	2652.94	1.40	2.32
BZ- 164	584920.77	8547407.61	2671.52	2670.32	1.20	1.50
BZ- 165	584967.86	8547408.68	2662.17	2660.97	1.20	1.50
BZ- 166	585062.48	8547406.47	2652.21	2651.01	1.20	2.32
BZ- 167	585101.09	8547416.84	2651.55	2650.00	1.55	6.08
BZ- 168	585141.08	8547421.64	2649.89	2648.69	1.20	6.22
BZ- 169	585170.59	8547424.83	2645.37	2644.17	1.20	6.25
BZ- 170	585215.90	8547444.04	2642.96	2641.76	1.20	9.08
BZ- 171	585212.41	8547452.35	2643.80	2641.70	2.10	16.12
BZ- 172	585257.80	8547469.76	2640.52	2639.32	1.20	16.26
BZ- 173	585306.30	8547486.20	2638.02	2636.82	1.20	16.35
BZ- 174	585319.32	8547501.22	2641.50	2640.30	1.20	1.50
BZ- 175	585340.37	8547523.96	2642.29	2641.09	1.20	1.50
BZ- 176	585370.97	8547557.58	2642.70	2641.50	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 177	585315.04	8547482.35	2636.56	2635.36	1.20	16.37
BZ- 178	585338.31	8547496.15	2635.82	2634.62	1.20	16.37
BZ- 179	585358.59	8547508.32	2632.61	2631.41	1.20	17.22
BZ- 180	585377.82	8547527.36	2632.84	2631.64	1.20	1.50
BZ- 181	585389.22	8547538.37	2634.59	2633.39	1.20	1.50
BZ- 182	585126.62	8547441.14	2655.22	2654.02	1.20	1.50
BZ- 183	585153.52	8547465.77	2656.78	2655.58	1.20	1.50
BZ- 184	585171.56	8547482.12	2656.75	2655.45	1.30	6.90
BZ- 185	585195.97	8547491.67	2655.80	2654.15	1.65	7.04
BZ- 186	585205.78	8547495.86	2655.45	2654.25	1.20	1.50
BZ- 187	585236.85	8547509.05	2656.95	2655.75	1.20	1.50
BZ- 188	585285.01	8547530.14	2657.59	2656.39	1.20	1.50
BZ- 189	585319.03	8547566.23	2656.00	2654.80	1.20	1.50
BZ- 190	585335.32	8547586.88	2651.12	2649.92	1.20	1.50
BZ- 191	584620.39	8547325.91	2689.06	2687.86	1.20	1.50
BZ- 192	584648.05	8547350.33	2691.10	2689.90	1.20	1.50
BZ- 193	584679.52	8547377.69	2692.30	2691.10	1.20	1.50
BZ- 194	584717.76	8547400.11	2696.71	2695.51	1.20	1.50
BZ- 195	584761.43	8547437.28	2698.17	2696.97	1.20	1.50
BZ- 196	584728.95	8547374.06	2686.79	2685.59	1.20	1.50
BZ- 197	584765.95	8547397.74	2688.39	2687.19	1.20	1.50
BZ- 198	584809.26	8547457.58	2696.16	2694.96	1.20	1.50
BZ- 199	584851.87	8547467.60	2694.14	2692.94	1.20	1.50
BZ- 200	584894.56	8547475.67	2693.54	2692.34	1.20	1.50
BZ- 201	584909.22	8547480.20	2693.39	2692.19	1.20	1.50
BZ- 202	584941.39	8547486.60	2691.67	2690.47	1.20	2.91
BZ- 203	584816.26	8547381.40	2675.06	2673.86	1.20	1.50
BZ- 204	584957.33	8547480.08	2690.76	2689.56	1.20	2.91
BZ- 205	584991.04	8547467.26	2684.45	2683.25	1.20	2.91
BZ- 206	585004.12	8547463.02	2680.94	2679.74	1.20	2.91
BZ- 207	585029.09	8547453.49	2675.71	2674.51	1.20	2.91
BZ- 208	585075.52	8547445.30	2670.92	2669.72	1.20	2.91
BZ- 209	585103.93	8547463.85	2665.16	2663.96	1.20	2.91
BZ- 210	585110.16	8547490.31	2659.66	2658.11	1.55	6.70
BZ- 211	585118.09	8547495.14	2659.58	2658.08	1.50	6.79
BZ- 212	585143.48	8547539.74	2658.04	2656.84	1.20	1.50
BZ- 213	585173.48	8547564.82	2658.91	2656.61	2.30	1.50
BZ- 214	585220.63	8547585.28	2657.36	2656.16	1.20	1.50
BZ- 215	585285.75	8547594.34	2653.44	2652.24	1.20	1.50
BZ- 216	585259.10	8547552.19	2660.24	2659.04	1.20	1.50
BZ- 217	585205.71	8547537.34	2667.00	2665.80	1.20	1.50
BZ- 218	585171.66	8547520.32	2664.90	2663.70	1.20	1.50
BZ- 219	585159.51	8547484.79	2658.11	2656.91	1.20	6.82
BZ- 220	585029.18	8547429.17	2668.00	2666.80	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 221	584962.12	8547440.46	2676.66	2675.46	1.20	1.50
BZ- 222	584906.81	8547399.09	2669.64	2668.44	1.20	1.50
BZ- 223	584871.62	8547391.40	2667.86	2666.66	1.20	1.50
BZ- 224	584913.74	8547450.87	2687.14	2685.94	1.20	1.50
BZ- 225	584916.52	8547431.15	2680.44	2679.24	1.20	1.50
BZ- 226	584901.30	8547427.32	2680.90	2679.70	1.20	1.50
BZ- 227	584813.51	8547409.52	2683.35	2682.15	1.20	1.50
BZ- 228	584843.84	8547416.09	2681.46	2680.26	1.20	1.50
BZ- 229	585012.01	8547510.62	2662.58	2661.38	1.20	3.73
BZ- 230	585054.13	8547502.06	2659.55	2658.35	1.20	3.73
BZ- 231	584595.58	8547360.13	2707.88	2706.68	1.20	1.50
BZ- 232	584607.28	8547343.99	2697.56	2696.36	1.20	1.50
BZ- 233	584628.42	8547387.62	2709.63	2708.43	1.20	1.50
BZ- 234	584622.47	8547424.43	2718.27	2717.07	1.20	1.50
BZ- 235	584624.69	8547480.15	2727.16	2725.96	1.20	1.50
BZ- 236	584626.37	8547511.65	2728.82	2727.62	1.20	1.50
BZ- 237	584628.33	8547554.46	2724.26	2723.06	1.20	1.50
BZ- 238	584626.65	8547596.14	2722.25	2721.05	1.20	1.50
BZ- 239	584622.50	8547644.09	2726.64	2725.44	1.20	1.50
BZ- 240	584625.45	8547692.35	2723.86	2722.66	1.20	1.50
BZ- 241	584625.06	8547743.92	2720.09	2718.89	1.20	1.50
BZ- 242	584626.99	8547765.74	2710.62	2709.42	1.20	1.50
BZ- 243	584902.76	8547498.74	2692.72	2691.52	1.20	1.50
BZ- 244	584900.80	8547523.72	2686.00	2684.80	1.20	1.50
BZ- 245	584896.08	8547559.63	2681.72	2680.52	1.20	1.50
BZ- 246	584900.38	8547567.26	2673.31	2672.11	1.20	3.62
BZ- 247	584923.71	8547552.74	2669.35	2668.15	1.20	3.62
BZ- 248	584967.73	8547531.98	2665.83	2664.63	1.20	3.62
BZ- 249	584893.85	8547499.93	2693.28	2692.08	1.20	1.50
BZ- 250	584891.35	8547519.54	2688.54	2687.34	1.20	1.50
BZ- 251	584885.08	8547557.66	2687.13	2685.93	1.20	1.50
BZ- 252	584887.48	8547576.35	2674.30	2673.10	1.20	3.42
BZ- 253	584813.73	8547515.31	2700.27	2699.07	1.20	1.50
BZ- 254	584818.84	8547540.11	2699.39	2698.19	1.20	1.50
BZ- 255	584855.76	8547554.51	2695.86	2694.66	1.20	1.50
BZ- 256	584875.97	8547560.35	2691.32	2690.12	1.20	1.50
BZ- 257	584853.15	8547507.35	2697.20	2696.00	1.20	1.50
BZ- 258	584800.50	8547595.47	2695.60	2694.40	1.20	1.50
BZ- 259	584789.78	8547643.25	2690.35	2689.15	1.20	1.50
BZ- 260	584791.70	8547651.96	2687.94	2686.74	1.20	2.77
BZ- 261	584821.42	8547602.08	2689.30	2688.05	1.25	1.50
BZ- 262	584808.20	8547639.81	2684.13	2682.93	1.20	1.50
BZ- 263	584809.68	8547644.86	2683.93	2682.73	1.20	2.97
BZ- 264	584827.69	8547638.08	2679.37	2678.17	1.20	2.97

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 265	584846.08	8547617.63	2677.85	2676.65	1.20	3.14
BZ- 266	584868.91	8547591.94	2675.71	2674.51	1.20	3.20
BZ- 267	584764.40	8547456.19	2701.59	2700.39	1.20	1.50
BZ- 268	584767.29	8547526.08	2707.50	2706.20	1.30	1.50
BZ- 269	584761.71	8547591.89	2707.85	2706.65	1.20	1.50
BZ- 270	584450.77	8547563.61	2787.51	2786.31	1.20	1.50
BZ- 271	584460.27	8547519.88	2786.27	2785.07	1.20	1.50
BZ- 272	584463.61	8547473.05	2779.59	2778.39	1.20	1.50
BZ- 273	584473.83	8547473.70	2776.99	2775.79	1.20	1.50
BZ- 274	584495.18	8547492.49	2769.61	2767.41	2.20	1.50
BZ- 275	584526.22	8547487.75	2751.74	2750.54	1.20	1.50
BZ- 276	584535.47	8547486.55	2747.33	2746.13	1.20	1.50
BZ- 277	584579.53	8547483.78	2734.81	2732.86	1.95	1.50
BZ- 278	584668.04	8547478.10	2725.23	2724.03	1.20	1.50
BZ- 279	584713.45	8547466.42	2712.82	2711.62	1.20	1.50
BZ- 280	584739.50	8547461.63	2705.60	2704.40	1.20	1.50
BZ- 281	584414.70	8547565.69	2804.50	2803.30	1.20	1.50
BZ- 282	584494.56	8547561.08	2768.15	2766.95	1.20	1.50
BZ- 283	584515.12	8547560.58	2758.20	2757.00	1.20	1.50
BZ- 284	584539.99	8547558.58	2747.70	2746.50	1.20	1.50
BZ- 285	584586.47	8547556.02	2732.58	2731.38	1.20	1.50
BZ- 286	584675.27	8547545.64	2722.10	2720.90	1.20	1.50
BZ- 287	584717.61	8547535.70	2717.63	2715.88	1.75	1.50
BZ- 288	584453.83	8547614.62	2773.19	2771.99	1.20	1.50
BZ- 289	584484.51	8547609.21	2768.69	2767.49	1.20	1.50
BZ- 290	584529.48	8547604.31	2751.83	2750.63	1.20	1.50
BZ- 291	584539.18	8547600.33	2748.73	2747.53	1.20	1.50
BZ- 292	584576.09	8547599.32	2736.40	2735.20	1.20	1.50
BZ- 293	584664.98	8547593.95	2717.70	2716.50	1.20	1.50
BZ- 294	584716.89	8547590.88	2718.40	2716.20	2.20	1.50
BZ- 295	584457.71	8547655.06	2757.45	2756.25	1.20	1.50
BZ- 296	584499.91	8547653.41	2750.34	2749.14	1.20	1.50
BZ- 297	584537.55	8547653.83	2744.47	2743.27	1.20	1.50
BZ- 298	584580.34	8547648.44	2736.66	2735.46	1.20	1.50
BZ- 299	584661.99	8547642.21	2715.36	2714.16	1.20	1.50
BZ- 300	584716.42	8547639.59	2711.97	2710.77	1.20	1.50
BZ- 301	584751.33	8547640.32	2704.49	2703.29	1.20	1.50
BZ- 302	584459.70	8547700.02	2741.03	2739.83	1.20	1.50
BZ- 303	584501.03	8547698.53	2740.63	2739.43	1.20	1.50
BZ- 304	584537.94	8547697.03	2740.59	2739.19	1.40	1.50
BZ- 305	584584.15	8547693.97	2741.85	2740.65	1.20	1.50
BZ- 306	584659.97	8547688.85	2716.05	2714.85	1.20	1.50
BZ- 307	584703.03	8547686.24	2708.35	2707.10	1.25	1.50
BZ- 308	584725.31	8547687.54	2711.00	2709.80	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 309	584749.18	8547689.40	2706.72	2705.52	1.20	1.50
BZ- 310	584764.05	8547690.43	2700.86	2699.66	1.20	1.50
BZ- 311	584782.96	8547663.78	2689.93	2688.73	1.20	1.50
BZ- 312	584462.95	8547744.11	2725.19	2722.89	2.30	1.50
BZ- 313	584522.78	8547743.11	2724.41	2723.21	1.20	1.50
BZ- 314	584539.07	8547742.39	2725.72	2724.52	1.20	1.50
BZ- 315	584576.12	8547742.71	2727.88	2726.68	1.20	1.50
BZ- 316	584605.51	8547742.74	2725.63	2724.43	1.20	1.50
BZ- 317	584655.46	8547743.28	2710.46	2709.21	1.25	1.50
BZ- 318	584670.01	8547712.32	2710.27	2709.02	1.25	1.50
BZ- 319	584686.31	8547715.17	2706.37	2705.17	1.20	1.50
BZ- 320	584701.25	8547740.55	2705.85	2704.65	1.20	1.50
BZ- 321	584709.27	8547743.38	2705.93	2704.58	1.35	1.50
BZ- 322	584750.07	8547704.48	2705.18	2703.98	1.20	1.50
BZ- 323	584465.57	8547774.19	2712.86	2711.66	1.20	1.50
BZ- 324	584507.61	8547785.47	2712.93	2711.43	1.50	1.50
BZ- 325	584540.97	8547793.99	2712.14	2710.94	1.20	1.50
BZ- 326	584592.41	8547792.42	2710.99	2709.79	1.20	1.50
BZ- 327	584715.46	8547495.83	2716.89	2715.69	1.20	1.50
BZ- 328	584682.50	8547544.07	2722.22	2720.82	1.40	1.50
BZ- 329	584670.66	8547504.88	2727.16	2725.96	1.20	1.50
BZ- 330	584577.30	8547405.11	2734.51	2733.31	1.20	1.50
BZ- 331	584577.86	8547426.45	2735.16	2733.16	2.00	1.50
BZ- 332	584582.35	8547513.93	2734.71	2733.46	1.25	1.50
BZ- 333	584535.54	8547463.20	2747.97	2746.77	1.20	1.50
BZ- 334	584535.07	8547436.71	2750.56	2749.36	1.20	1.50
BZ- 335	584538.21	8547522.27	2747.90	2746.70	1.20	1.50
BZ- 336	584491.79	8547455.09	2768.83	2767.63	1.20	1.50
BZ- 337	584505.24	8547525.30	2764.12	2762.92	1.20	1.50
BZ- 338	584534.53	8547634.23	2746.51	2745.31	1.20	1.50
BZ- 339	584537.89	8547672.46	2743.75	2742.55	1.20	1.50
BZ- 340	584540.48	8547776.02	2715.30	2714.10	1.20	1.50
BZ- 341	584693.42	8547686.83	2708.40	2707.20	1.20	1.50
BZ- 342	584545.92	8547485.77	2742.47	2741.27	1.20	1.50
BZ- 343	584765.95	8547491.68	2704.54	2703.34	1.20	1.50
BZ- 344	584814.21	8547552.42	2698.25	2697.05	1.20	1.50
BZ- 345	584764.49	8547559.04	2707.58	2706.38	1.20	1.50
BZ- 346	584848.29	8547581.52	2689.46	2688.26	1.20	1.50
BZ- 347	585085.28	8547359.14	2660.02	2658.82	1.20	1.58
BZ- 348	585063.30	8547158.17	2664.84	2663.64	1.20	1.50
BZ- 349	585018.74	8547294.81	2675.00	2673.80	1.20	1.50
BZ- 350	585021.97	8547247.58	2679.35	2678.15	1.20	1.50
BZ- 351	585109.56	8546984.01	2666.33	2665.13	1.20	1.50
BZ- 352	585322.97	8547336.94	2638.18	2636.98	1.20	4.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota Tapa de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 353	585135.56	8547238.88	2661.30	2660.10	1.20	1.50
BZ- 354	584792.26	8547275.37	2685.11	2683.91	1.20	1.50
BZ- 355	584763.77	8547236.03	2690.66	2689.46	1.20	1.50
BZ- 356	585249.85	8547275.06	2646.00	2644.80	1.20	1.70
BZ- 357	585250.49	8547271.61	2646.00	2644.80	1.20	1.50
BZ- 358	585173.63	8547227.81	2650.89	2649.69	1.20	1.61
BZ- 359	584837.46	8547208.59	2691.01	2689.81	1.20	1.50
BZ- 360	585210.33	8547398.82	2651.86	2650.66	1.20	1.50
BZ- 361	585273.73	8547539.67	2660.59	2659.39	1.20	1.50
BZ- 362	584964.19	8547432.49	2672.13	2670.93	1.20	1.50
BZ- 363	585029.19	8547420.57	2661.79	2660.59	1.20	1.50
BZ- 364	585404.05	8547535.42	2623.05	2621.85	1.20	21.97
BZ- 365	585440.36	8547556.48	2622.54	2621.34	1.20	21.97
BZ- 366	585483.07	8547557.37	2620.03	2618.83	1.20	22.06
BZ- 367	585539.88	8547543.24	2619.27	2618.07	1.20	22.06
BZ- 368	585551.11	8547546.99	2619.00	2617.80	1.20	22.17
BZ- 369	585557.35	8547545.59	2618.97	2617.77	1.20	22.23
BZ- 370	585601.11	8547521.97	2617.00	2615.80	1.20	22.23
BZ- 371	585632.64	8547516.31	2616.00	2614.80	1.20	22.31
BZ- 372	585668.74	8547512.78	2615.79	2614.59	1.20	22.34
BZ- 373	585713.24	8547513.16	2614.59	2613.39	1.20	22.34
BZ- 374	585724.29	8547522.19	2614.00	2612.80	1.20	22.34
BZ- 375	585735.16	8547527.31	2614.63	2612.73	1.90	22.37
BZ- 376	585772.31	8547522.74	2615.22	2612.57	2.65	22.48
BZ- 377	585800.30	8547507.76	2614.57	2612.42	2.15	22.48
BZ- 378	585868.48	8547492.76	2610.93	2609.73	1.20	22.68
BZ- 379	584568.96	8547397.84	2732.17	2730.97	1.20	1.50
BZ- 380	584672.20	8547439.31	2708.78	2707.58	1.20	1.50
BZ- 381	584659.24	8547419.68	2702.71	2701.51	1.20	1.50
BZ- 382	584551.20	8547339.71	2708.98	2707.78	1.20	1.50

REPORTE DEL MODELAMIENTO

EN MATLAB : Tuberías

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-01	BZ-28	2629.54	2628.34	1.20	BZ-364	2623.05	2621.85	1.20	0.010	192.20	13.80	47.03	13.89	0.0300	0.0185	85.38	21.97	0.0376	0.0040	0.0227	2.83	5.50	19.54
TUB-02	BZ-179	2632.61	2631.41	1.20	BZ-27	2630.15	2628.95	1.20	0.010	192.20	6.60	37.27	10.89	0.0282	0.0175	63.93	17.22	0.0353	0.0037	0.0215	2.75	4.71	18.36
TUB-03	BZ-245	2681.72	2680.52	1.20	BZ-246	2673.31	2672.11	1.20	0.010	153.60	8.80	95.57	1.50	0.0093	0.0060	56.60	1.50	0.0093	0.0005	0.0060	1.46	3.24	6.08
TUB-04	BZ-363	2661.79	2660.59	1.20	BZ-163	2654.34	2653.14	1.20	0.010	153.60	10.30	72.33	1.50	0.0100	0.0064	45.65	1.50	0.0100	0.0005	0.0064	1.51	2.94	6.49
TUB-05	BZ-251	2687.13	2685.93	1.20	BZ-252	2674.30	2673.10	1.20	0.010	153.60	18.80	68.24	1.50	0.0101	0.0065	43.65	1.50	0.0101	0.0005	0.0065	1.52	2.88	6.58
TUB-06	BZ-185	2655.80	2654.15	1.65	BZ-171	2643.80	2641.70	2.10	0.010	153.60	42.60	27.11	4.45	0.0211	0.0132	34.95	7.04	0.0264	0.0021	0.0161	2.39	3.33	17.16
TUB-07	BZ-220	2668.00	2666.80	1.20	BZ-363	2661.79	2660.59	1.20	0.010	153.60	8.60	72.21	1.50	0.0100	0.0064	45.59	1.50	0.0100	0.0005	0.0064	1.51	2.94	6.49
TUB-08	BZ-178	2635.82	2634.62	1.20	BZ-179	2632.61	2631.41	1.20	0.010	192.20	23.60	13.60	10.35	0.0352	0.0214	28.54	16.37	0.0442	0.0050	0.0262	3.04	3.25	22.98
TUB-09	BZ-173	2638.02	2636.82	1.20	BZ-177	2636.56	2635.36	1.20	0.010	192.20	9.50	15.37	10.35	0.0342	0.0208	31.39	16.37	0.0428	0.0048	0.0255	3.00	3.40	22.29
TUB-10	BZ-275	2751.74	2750.54	1.20	BZ-276	2747.33	2746.13	1.20	0.010	153.60	9.30	47.42	1.50	0.0110	0.0071	32.95	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.58	2.54	7.17
TUB-11	BZ-274	2769.61	2768.41	1.20	BZ-275	2751.74	2750.54	1.20	0.010	153.60	31.40	56.91	1.50	0.0105	0.0068	37.93	1.50	0.0105	0.0006	0.0068	1.55	2.71	6.86
TUB-12	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	BZ-232	2697.56	2696.36	1.20	0.010	153.60	19.90	51.86	1.50	0.0108	0.0069	35.31	1.50	0.0108	0.0006	0.0069	1.57	2.62	7.02
TUB-13	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	BZ-362	2672.13	2670.93	1.20	0.010	153.60	8.50	53.29	1.50	0.0107	0.0069	36.06	1.50	0.0107	0.0006	0.0069	1.56	2.65	6.97
TUB-14	BZ-379	2732.17	2730.97	1.20	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	0.010	153.60	46.20	52.58	1.50	0.0107	0.0069	35.68	1.50	0.0107	0.0006	0.0069	1.56	2.63	6.99
TUB-15	BZ-378	2610.93	2609.73	1.20	BZ-383	2610.87	2609.67	1.20	0.010	192.20	7.10	0.85	14.34	0.0853	0.0444	3.68	22.68	0.1121	0.0176	0.0526	4.31	1.29	58.34
TUB-16	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	BZ-113	2671.87	2670.67	1.20	0.010	153.60	26.10	48.20	1.50	0.0110	0.0071	33.36	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.58	2.56	7.14
TUB-17	BZ-281	2804.50	2803.30	1.20	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	0.010	153.60	36.10	47.06	1.50	0.0110	0.0071	32.76	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.58	2.53	7.18
TUB-18	BZ-50	2650.80	2649.00	1.80	BZ-19	2644.65	2643.45	1.20	0.010	153.60	11.20	49.55	1.50	0.0109	0.0070	34.09	1.50	0.0109	0.0006	0.0070	1.57	2.58	7.09
TUB-19	BZ-282	2768.15	2766.95	1.20	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	0.010	153.60	20.30	49.01	1.50	0.0109	0.0070	33.80	1.50	0.0109	0.0006	0.0070	1.58	2.57	7.11
TUB-20	BZ-197	2688.39	2687.19	1.20	BZ-145	2672.74	2671.54	1.20	0.010	153.60	40.50	38.64	1.50	0.0116	0.0074	28.13	1.50	0.0116	0.0006	0.0074	1.62	2.37	7.52
TUB-21	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	BZ-242	2710.62	2709.42	1.20	0.010	153.60	20.90	45.31	1.50	0.0111	0.0072	31.81	1.50	0.0111	0.0006	0.0072	1.59	2.50	7.24
TUB-22	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	BZ-282	2768.15	2766.95	1.20	0.010	153.60	43.90	44.10	1.50	0.0112	0.0072	31.15	1.50	0.0112	0.0006	0.0072	1.60	2.48	7.29
TUB-23	BZ-113	2671.87	2670.67	1.20	BZ-229	2662.58	2661.38	1.20	0.010	153.60	19.70	47.16	1.50	0.0110	0.0071	32.81	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.58	2.54	7.17
TUB-24	BZ-305	2741.85	2740.65	1.20	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	0.010	153.60	40.20	44.75	1.50	0.0112	0.0072	31.51	1.50	0.0112	0.0006	0.0072	1.59	2.49	7.26
TUB-25	BZ-223	2667.86	2666.66	1.20	BZ-151	2664.57	2663.37	1.20	0.010	153.60	7.10	46.34	1.50	0.0111	0.0071	32.37	1.50	0.0111	0.0006	0.0071	1.59	2.52	7.20
TUB-26	BZ-310	2700.86	2699.66	1.20	BZ-311	2689.93	2688.73	1.20	0.010	153.60	32.70	33.43	1.50	0.0120	0.0077	25.15	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.25	7.78
TUB-27	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	0.010	153.60	25.20	41.67	1.50	0.0113	0.0073	29.81	1.50	0.0113	0.0006	0.0073	1.61	2.43	7.39
TUB-28	BZ-74	2688.43	2687.23	1.20	BZ-86	2678.00	2676.80	1.20	0.010	153.60	28.20	36.99	1.50	0.0117	0.0075	27.19	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.33	7.60
TUB-29	BZ-175	2642.29	2641.09	1.20	BZ-179	2632.61	2631.41	1.20	0.010	192.20	23.80	40.67	1.50	0.0108	0.0070	27.89	1.50	0.0108	0.0006	0.0070	1.57	2.33	5.61
TUB-30	BZ-362	2672.13	2670.93	1.20	BZ-165	2662.17	2660.97	1.20	0.010	153.60	24.10	41.33	1.50	0.0114	0.0073	29.63	1.50	0.0114	0.0006	0.0073	1.61	2.42	7.40
TUB-31	BZ-312	2725.19	2722.89	2.30	BZ-323	2712.86	2711.66	1.20	0.010	153.60	30.10	37.31	1.50	0.0116	0.0075	27.38	1.50	0.0116	0.0006	0.0075	1.63	2.34	7.58
TUB-32	BZ-276	2747.33	2746.13	1.20	BZ-342	2742.47	2741.27	1.20	0.010	153.60	10.50	46.29	1.50	0.0111	0.0071	32.34	1.50	0.0111	0.0006	0.0071	1.59	2.52	7.21
TUB-33	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	BZ-173	2638.02	2636.82	1.20	0.010	153.60	48.70	40.18	1.50	0.0114	0.0074	28.99	1.50	0.0114	0.0006	0.0074	1.61	2.40	7.45
TUB-34	BZ-260	2687.94	2686.74	1.20	BZ-263	2683.93	2682.73	1.20	0.010	153.60	19.30	20.78	1.75	0.0144	0.0092	18.68	2.77	0.0179	0.0012	0.0113	2.00	2.29	11.66
TUB-35	BZ-226	2680.90	2679.70	1.20	BZ-222	2669.64	2668.44	1.20	0.010	153.60	28.80	39.10	1.50	0.0115	0.0074	28.38	1.50	0.0115	0.0006	0.0074	1.62	2.38	7.50
TUB-36	BZ-288	2773.19	2771.99	1.20	BZ-295	2757.45	2756.25	1.20	0.010	153.60	40.70	38.67	1.50	0.0115	0.0074	28.15	1.50	0.0115	0.0006	0.0074	1.62	2.37	7.52
TUB-37	BZ-309	2706.72	2705.52	1.20	BZ-310	2700.86	2699.66	1.20	0.010	153.60	14.90	39.33	1.50	0.0115	0.0074	28.51	1.50	0.0115	0.0006	0.0074	1.62	2.38	7.49
TUB-38	BZ-225	2680.44	2679.24	1.20	BZ-164	2671.52	2670.32	1.20	0.010	153.60	24.00	37.17	1.50	0.0117	0.0075	27.29	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.33	7.59
TUB-39	BZ-196	2686.79	2685.59	1.20	BZ-143	2673.42	2672.22	1.20	0.010	153.60	35.10	38.09	1.50	0.0116	0.0075	27.82	1.50	0.0116	0.0006	0.0075	1.62	2.35	7.55
TUB-40	BZ-289	2768.69	2767.49	1.20	BZ-290	2751.83	2750.63	1.20	0.010	153.60	45.30	37.22	1.50	0.0117	0.0075	27.32	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.34	7.59
TUB-41	BZ-15	2654.89	2653.69	1.20	BZ-358	2650.89	2649.69	1.20	0.010	192.20	11.90	33.61	1.50	0.0094	0.0061	20.17	1.61	0.0117	0.0007	0.0076	1.63	2.23	6.07
TUB-42	BZ-204	2690.76	2689.56	1.20	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	0.010	153.60	37.50	37.60	1.50	0.0116	0.0075	27.54	1.50	0.0116	0.0006	0.0075	1.62	2.34	7.57
TUB-43	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	BZ-206	2680.94	2679.74	1.20	0.010	153.60	13.50	26.00	1.84	0.0140	0.0089	22.72	2.91	0.0174	0.0012	0.0110	1.97	2.52	11.32
TUB-44	BZ-209	2665.16	2663.96	1.20	BZ-210	2659.66	2658.46	1.20	0.010	153.60	27.20	20.22	1.84	0.0148	0.0094	18.71	2.91	0.0185	0.0013	0.0116	2.03	2.31	12.02
TUB-45	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	BZ-172	2640.52	2639.32	1.20	0.010	153.60	43.80	37.51	1.50	0.0116	0.0075	27.49	1.50	0.0116	0.0006	0.0075	1.63	2.34	7.57
TUB-46	BZ-295	2757.45	2756.25	1.20	BZ-302	2741.03	2739.83	1.20	0.010	153.60	45.00	36.49	1.50	0.0117	0.0075	26.91	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.32	7.62
TUB-47	BZ-71	2696.56	2695.36	1.20	BZ-42	2690.21	2689.01	1.20	0.010	153.60	17.50	36.29	1.50	0.0117	0.0075	26.79	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.32	7.63
TUB-48	BZ-72	2695.33	2694.13	1.20	BZ-43	2689.86	2688.66	1.20	0.010	153.60	15.10	36.23	1.50	0.0117	0.0075	26.76	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.31	7.64

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-49	BZ-168	2649.89	2648.69	1.20	BZ-169	2645.37	2644.17	1.20	0.010	192.20	29.70	15.22	3.95	0.0215	0.0136	20.25	6.25	0.0268	0.0025	0.0167	2.43	2.55	13.94
TUB-50	BZ-301	2704.49	2703.29	1.20	BZ-259	2690.35	2689.15	1.20	0.010	153.60	38.60	36.63	1.50	0.0117	0.0075	26.99	1.50	0.0117	0.0006	0.0075	1.63	2.32	7.62
TUB-51	BZ-194	2696.71	2695.51	1.20	BZ-196	2686.79	2685.59	1.20	0.010	153.60	27.70	35.81	1.50	0.0118	0.0076	26.52	1.50	0.0118	0.0007	0.0076	1.63	2.30	7.66
TUB-52	BZ-302	2741.03	2739.83	1.20	BZ-312	2725.19	2722.89	2.30	0.010	153.60	44.40	35.68	1.50	0.0118	0.0076	26.44	1.50	0.0118	0.0007	0.0076	1.63	2.30	7.66
TUB-53	BZ-304	2740.59	2739.19	1.40	BZ-314	2725.72	2724.52	1.20	0.010	153.60	45.40	32.31	1.50	0.0120	0.0077	24.50	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.22	7.84
TUB-54	BZ-331	2735.16	2733.96	1.20	BZ-234	2718.27	2717.07	1.20	0.010	153.60	44.70	37.79	1.50	0.0116	0.0075	27.64	1.50	0.0116	0.0006	0.0075	1.62	2.35	7.56
TUB-55	BZ-73	2657.72	2656.52	1.20	BZ-49	2651.30	2650.10	1.20	0.010	153.60	19.50	32.92	1.50	0.0120	0.0077	24.85	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.24	7.81
TUB-56	BZ-207	2675.71	2674.51	1.20	BZ-220	2668.00	2666.80	1.20	0.010	153.60	23.10	33.35	1.50	0.0120	0.0077	25.11	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.25	7.79
TUB-57	BZ-224	2687.14	2685.94	1.20	BZ-225	2680.44	2679.24	1.20	0.010	153.60	19.90	33.67	1.50	0.0119	0.0077	25.29	1.50	0.0119	0.0007	0.0077	1.65	2.26	7.77
TUB-58	BZ-101	2671.12	2669.92	1.20	BZ-132	2661.91	2660.71	1.20	0.010	192.20	39.70	23.20	1.50	0.0123	0.0080	18.08	1.50	0.0123	0.0008	0.0080	1.68	1.92	6.40
TUB-59	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	BZ-317	2710.46	2709.26	1.20	0.010	153.60	30.40	31.68	1.50	0.0121	0.0078	24.12	1.50	0.0121	0.0007	0.0078	1.66	2.21	7.88
TUB-60	BZ-291	2748.73	2747.53	1.20	BZ-292	2736.40	2735.20	1.20	0.010	153.60	37.00	33.32	1.50	0.0120	0.0077	25.09	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.25	7.79
TUB-61	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	BZ-285	2732.58	2731.38	1.20	0.010	153.60	46.50	32.52	1.50	0.0120	0.0077	24.62	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.23	7.83
TUB-62	BZ-269	2707.85	2706.65	1.20	BZ-258	2695.60	2694.40	1.20	0.010	153.60	39.00	31.41	1.50	0.0121	0.0078	23.97	1.50	0.0121	0.0007	0.0078	1.66	2.20	7.90
TUB-63	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	BZ-360	2651.86	2650.66	1.20	0.010	153.60	22.10	31.36	1.50	0.0121	0.0078	23.93	1.50	0.0121	0.0007	0.0078	1.66	2.20	7.90
TUB-64	BZ-176	2642.70	2641.50	1.20	BZ-181	2634.59	2633.39	1.20	0.010	153.60	25.90	31.31	1.50	0.0121	0.0078	23.91	1.50	0.0121	0.0007	0.0078	1.66	2.20	7.90
TUB-65	BZ-290	2751.83	2750.63	1.20	BZ-291	2748.73	2747.53	1.20	0.010	153.60	10.00	31.00	1.50	0.0122	0.0078	23.72	1.50	0.0122	0.0007	0.0078	1.66	2.19	7.92
TUB-66	BZ-359	2691.01	2689.81	1.20	BZ-84	2681.41	2680.21	1.20	0.010	153.60	29.60	32.43	1.50	0.0120	0.0077	24.57	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.65	2.23	7.84
TUB-67	BZ-273	2776.99	2775.79	1.20	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	0.010	153.60	27.60	26.74	1.50	0.0126	0.0081	21.16	1.50	0.0126	0.0007	0.0081	1.69	2.08	8.20
TUB-68	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	BZ-175	2642.29	2641.09	1.20	0.010	153.60	46.50	29.48	1.50	0.0123	0.0079	22.82	1.50	0.0123	0.0007	0.0079	1.67	2.15	8.02
TUB-69	BZ-263	2683.93	2682.73	1.20	BZ-264	2679.37	2678.17	1.20	0.010	153.60	19.20	23.75	1.88	0.0144	0.0092	21.37	2.97	0.0179	0.0012	0.0113	2.00	2.45	11.68
TUB-70	BZ-227	2683.35	2682.15	1.20	BZ-203	2675.06	2673.86	1.20	0.010	153.60	28.10	29.50	1.50	0.0123	0.0079	22.83	1.50	0.0123	0.0007	0.0079	1.67	2.15	8.01
TUB-71	BZ-255	2695.86	2694.66	1.20	BZ-256	2691.32	2690.12	1.20	0.010	153.60	21.50	21.12	1.50	0.0133	0.0085	17.63	1.50	0.0133	0.0008	0.0085	1.73	1.92	8.67
TUB-72	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	BZ-197	2688.39	2687.19	1.20	0.010	153.60	39.90	24.51	1.50	0.0129	0.0082	19.79	1.50	0.0129	0.0007	0.0082	1.71	2.02	8.37
TUB-73	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	BZ-288	2773.19	2771.99	1.20	0.010	153.60	49.80	28.76	1.50	0.0124	0.0079	22.38	1.50	0.0124	0.0007	0.0079	1.67	2.13	8.06
TUB-74	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	BZ-53	2651.86	2650.66	1.20	0.010	153.60	37.70	28.78	1.50	0.0124	0.0079	22.40	1.50	0.0124	0.0007	0.0079	1.67	2.14	8.06
TUB-75	BZ-292	2736.40	2735.20	1.20	BZ-238	2722.25	2721.05	1.20	0.010	153.60	50.70	27.91	1.50	0.0125	0.0080	21.87	1.50	0.0125	0.0007	0.0080	1.68	2.11	8.12
TUB-76	BZ-232	2697.56	2696.36	1.20	BZ-191	2689.06	2687.86	1.20	0.010	153.60	22.30	38.12	1.50	0.0116	0.0075	27.83	1.50	0.0116	0.0006	0.0075	1.62	2.36	7.54
TUB-77	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	BZ-299	2715.36	2714.16	1.20	0.010	153.60	39.70	28.41	1.50	0.0124	0.0080	22.18	1.50	0.0124	0.0007	0.0080	1.68	2.13	8.09
TUB-78	BZ-360	2651.86	2650.66	1.20	BZ-95	2645.49	2644.29	1.20	0.010	153.60	22.10	28.82	1.50	0.0124	0.0079	22.43	1.50	0.0124	0.0007	0.0079	1.67	2.14	8.06
TUB-79	BZ-27	2630.15	2628.95	1.20	BZ-28	2629.54	2628.34	1.20	0.010	192.20	33.40	1.83	13.89	0.0680	0.0375	6.71	21.97	0.0874	0.0128	0.0451	3.99	1.71	45.46
TUB-80	BZ-316	2725.63	2724.43	1.20	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	0.010	153.60	19.60	28.27	1.50	0.0124	0.0080	22.09	1.50	0.0124	0.0007	0.0080	1.68	2.12	8.10
TUB-81	BZ-243	2692.72	2691.52	1.20	BZ-244	2686.00	2684.80	1.20	0.010	153.60	23.90	28.12	1.50	0.0125	0.0080	22.00	1.50	0.0125	0.0007	0.0080	1.68	2.12	8.11
TUB-82	BZ-62	2697.97	2696.77	1.20	BZ-75	2685.67	2684.47	1.20	0.010	153.60	44.70	27.52	1.50	0.0125	0.0080	21.64	1.50	0.0125	0.0007	0.0080	1.68	2.10	8.15
TUB-83	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	BZ-280	2705.60	2704.40	1.20	0.010	153.60	26.00	27.77	1.50	0.0125	0.0080	21.79	1.50	0.0125	0.0007	0.0080	1.68	2.11	8.13
TUB-84	BZ-256	2691.32	2690.12	1.20	BZ-251	2687.13	2685.93	1.20	0.010	153.60	8.80	47.61	1.50	0.0110	0.0071	33.05	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.58	2.54	7.16
TUB-85	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	BZ-227	2683.35	2682.15	1.20	0.010	153.60	47.50	26.97	1.50	0.0126	0.0081	21.30	1.50	0.0126	0.0007	0.0081	1.69	2.09	8.19
TUB-86	BZ-133	2660.90	2659.70	1.20	BZ-134	2658.92	2657.72	1.20	0.010	192.20	13.60	14.56	1.84	0.0151	0.0097	13.85	2.91	0.0188	0.0015	0.0119	2.05	1.99	9.78
TUB-87	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	BZ-116	2683.36	2682.16	1.20	0.010	153.60	43.90	26.74	1.50	0.0126	0.0081	21.16	1.50	0.0126	0.0007	0.0081	1.69	2.08	8.20
TUB-88	BZ-137	2657.14	2655.94	1.20	BZ-138	2653.68	2652.48	1.20	0.010	192.20	22.00	15.73	2.04	0.0156	0.0100	15.39	3.22	0.0194	0.0015	0.0123	2.08	2.11	10.07
TUB-89	BZ-200	2693.54	2692.34	1.20	BZ-226	2680.90	2679.70	1.20	0.010	153.60	47.80	26.44	1.50	0.0126	0.0081	20.98	1.50	0.0126	0.0007	0.0081	1.69	2.07	8.22
TUB-90	BZ-314	2725.72	2724.52	1.20	BZ-340	2715.30	2714.10	1.20	0.010	153.60	33.70	30.92	1.50	0.0122	0.0078	23.68	1.50	0.0122	0.0007	0.0078	1.66	2.19	7.93
TUB-91	BZ-278	2725.23	2724.03	1.20	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	0.010	153.60	47.40	26.18	1.50	0.0127	0.0081	20.82	1.50	0.0127	0.0007	0.0081	1.69	2.07	8.24
TUB-92	BZ-60	2697.69	2696.49	1.20	BZ-359	2691.01	2689.81	1.20	0.010	153.60	27.90	23.94	1.50	0.0129	0.0083	19.43	1.50	0.0129	0.0007	0.0083	1.71	2.00	8.42
TUB-93	BZ-259	2690.35	2689.15	1.20	BZ-260	2687.94	2686.74	1.20	0.010	153.60	8.90	27.08	1.50	0.0126	0.0081	21.37	1.50	0.0126	0.0007	0.0081	1.69	2.09	8.18
TUB-94	BZ-380	2708.78	2707.58	1.20	BZ-381	2702.71	2701.51	1.20	0.010	153.60	23.50	25.83	1.50	0.0127	0.0081	20.60	1.50	0.0127	0.0007	0.0081	1.70	2.06	8.27
TUB-95	BZ-206	2680.94	2679.74	1.20	BZ-207	2675.71	2674.51	1.20	0.010	153.60	26.40	19.83	1.84	0.0149	0.0095	18.43	2.91	0.0186	0.0013	0.0117	2.03	2.29	12.08
TUB-96	BZ-272	2779.59	2778.39	1.20	BZ-273	2776.99	2775.79	1.20	0.010	153.60	10.20	25.49	1.50	0.0127	0.0082	20.39	1.50	0.0127	0.0007	0.0082	1.70	2.05	8.30

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-97	BZ-183	2656.78	2655.58	1.20	BZ-169	2645.37	2644.17	1.20	0.010	153.60	44.60	25.58	1.50	0.0127	0.0082	20.45	1.50	0.0127	0.0007	0.0082	1.70	2.05	8.29
TUB-98	BZ-75	2685.67	2684.47	1.20	BZ-88	2672.51	2671.31	1.20	0.010	153.60	52.30	25.16	1.50	0.0128	0.0082	20.19	1.50	0.0128	0.0007	0.0082	1.70	2.04	8.32
TUB-99	BZ-63	2696.53	2695.33	1.20	BZ-76	2685.23	2684.03	1.20	0.010	153.60	45.40	24.89	1.50	0.0128	0.0082	20.02	1.50	0.0128	0.0007	0.0082	1.70	2.03	8.34
TUB-100	BZ-249	2693.28	2692.08	1.20	BZ-250	2688.54	2687.34	1.20	0.010	153.60	19.10	24.82	1.50	0.0128	0.0082	19.98	1.50	0.0128	0.0007	0.0082	1.70	2.03	8.35
TUB-101	BZ-208	2670.92	2669.72	1.20	BZ-209	2665.16	2663.96	1.20	0.010	153.60	33.90	16.99	1.84	0.0155	0.0098	16.35	2.91	0.0193	0.0013	0.0121	2.07	2.17	12.54
TUB-102	BZ-83	2661.80	2660.60	1.20	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	0.010	153.60	12.50	24.08	1.50	0.0129	0.0083	19.52	1.50	0.0129	0.0007	0.0083	1.71	2.01	8.41
TUB-103	BZ-217	2667.00	2665.80	1.20	BZ-213	2658.91	2657.71	1.20	0.010	153.60	41.40	19.54	1.50	0.0136	0.0087	16.61	1.50	0.0136	0.0008	0.0087	1.75	1.87	8.84
TUB-104	BZ-217	2667.00	2665.80	1.20	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	0.010	153.60	42.10	23.87	1.50	0.0129	0.0083	19.38	1.50	0.0129	0.0007	0.0083	1.71	2.00	8.43
TUB-105	BZ-219	2658.11	2656.91	1.20	BZ-184	2656.75	2655.45	1.30	0.010	153.60	12.40	10.97	4.31	0.0259	0.0159	17.05	6.82	0.0324	0.0028	0.0194	2.62	2.39	21.10
TUB-106	BZ-322	2705.18	2703.98	1.20	BZ-310	2700.86	2699.66	1.20	0.010	153.60	19.80	21.82	1.50	0.0132	0.0085	18.08	1.50	0.0132	0.0008	0.0085	1.73	1.94	8.61
TUB-107	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	BZ-301	2704.49	2703.29	1.20	0.010	153.60	33.10	22.60	1.50	0.0131	0.0084	18.58	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.96	8.54
TUB-108	BZ-204	2690.76	2689.56	1.20	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	0.010	153.60	37.30	16.92	1.84	0.0155	0.0098	16.30	2.91	0.0193	0.0013	0.0121	2.07	2.17	12.55
TUB-109	BZ-298	2736.66	2735.46	1.20	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	0.010	153.60	42.20	23.74	1.50	0.0130	0.0083	19.30	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.71	2.00	8.44
TUB-110	BZ-218	2664.90	2663.70	1.20	BZ-186	2655.45	2654.25	1.20	0.010	153.60	41.10	22.99	1.50	0.0131	0.0084	18.83	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.97	8.50
TUB-111	BZ-342	2742.47	2741.27	1.20	BZ-277	2734.81	2732.86	1.95	0.010	153.60	33.50	22.87	1.50	0.0131	0.0084	18.75	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.97	8.51
TUB-112	BZ-306	2716.05	2714.85	1.20	BZ-341	2708.40	2707.20	1.20	0.010	153.60	33.50	22.84	1.50	0.0131	0.0084	18.73	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.97	8.52
TUB-113	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	BZ-306	2716.05	2714.85	1.20	0.010	153.60	34.50	22.64	1.50	0.0131	0.0084	18.61	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.96	8.53
TUB-114	BZ-246	2673.31	2672.11	1.20	BZ-247	2669.35	2668.15	1.20	0.010	153.60	27.50	14.40	2.29	0.0178	0.0112	15.87	3.62	0.0222	0.0017	0.0138	2.21	2.18	14.49
TUB-115	BZ-76	2685.23	2684.03	1.20	BZ-89	2673.03	2671.83	1.20	0.010	153.60	58.10	21.00	1.50	0.0133	0.0085	17.55	1.50	0.0133	0.0008	0.0085	1.74	1.91	8.69
TUB-116	BZ-381	2702.71	2701.51	1.20	BZ-193	2692.30	2691.10	1.20	0.010	153.60	46.60	22.34	1.50	0.0131	0.0084	18.42	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.95	8.56
TUB-117	BZ-234	2718.27	2717.07	1.20	BZ-233	2709.63	2708.43	1.20	0.010	153.60	38.70	22.33	1.50	0.0131	0.0084	18.41	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.95	8.56
TUB-118	BZ-350	2679.35	2678.15	1.20	BZ-65	2670.26	2669.06	1.20	0.010	153.60	41.00	22.17	1.50	0.0132	0.0084	18.31	1.50	0.0132	0.0008	0.0084	1.73	1.95	8.58
TUB-119	BZ-368	2619.00	2617.80	1.20	BZ-369	2618.97	2617.77	1.20	0.010	192.20	6.40	0.47	14.05	0.1001	0.0493	2.26	22.23	0.1357	0.0219	0.0571	4.49	1.02	70.60
TUB-120	BZ-64	2688.13	2686.93	1.20	BZ-350	2679.35	2678.15	1.20	0.010	153.60	39.00	22.51	1.50	0.0131	0.0084	18.53	1.50	0.0131	0.0008	0.0084	1.72	1.96	8.54
TUB-121	BZ-218	2664.90	2663.70	1.20	BZ-212	2658.04	2656.84	1.20	0.010	153.60	33.30	20.60	1.50	0.0134	0.0086	17.30	1.50	0.0134	0.0008	0.0086	1.74	1.90	8.73
TUB-122	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	0.010	153.60	36.30	21.46	1.50	0.0133	0.0085	17.85	1.50	0.0133	0.0008	0.0085	1.73	1.93	8.64
TUB-123	BZ-63	2696.53	2695.33	1.20	BZ-64	2688.13	2686.93	1.20	0.010	153.60	40.60	20.69	1.50	0.0134	0.0086	17.36	1.50	0.0134	0.0008	0.0086	1.74	1.90	8.72
TUB-124	BZ-19	2644.65	2643.45	1.20	BZ-20	2641.02	2639.22	1.80	0.010	192.20	29.50	14.34	1.93	0.0155	0.0100	13.98	3.05	0.0193	0.0015	0.0122	2.08	2.01	10.04
TUB-125	BZ-107	2707.66	2706.46	1.20	BZ-102	2701.81	2700.61	1.20	0.010	153.60	27.70	21.12	1.50	0.0133	0.0085	17.63	1.50	0.0133	0.0008	0.0085	1.73	1.92	8.67
TUB-126	BZ-294	2718.40	2717.20	1.20	BZ-269	2707.85	2706.65	1.20	0.010	153.60	44.70	23.60	1.50	0.0130	0.0083	19.22	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.71	1.99	8.45
TUB-127	BZ-201	2693.39	2692.19	1.20	BZ-224	2687.14	2685.94	1.20	0.010	153.60	29.20	21.40	1.50	0.0133	0.0085	17.82	1.50	0.0133	0.0008	0.0085	1.73	1.93	8.65
TUB-128	BZ-287	2717.63	2715.88	1.75	BZ-268	2707.50	2706.20	1.30	0.010	153.60	50.70	18.90	1.50	0.0137	0.0087	16.18	1.50	0.0137	0.0008	0.0087	1.76	1.84	8.91
TUB-129	BZ-285	2732.58	2731.38	1.20	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	0.010	153.60	41.90	19.86	1.50	0.0135	0.0086	16.81	1.50	0.0135	0.0008	0.0086	1.75	1.88	8.80
TUB-130	BZ-267	2701.59	2700.39	1.20	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	0.010	153.60	19.10	17.91	1.50	0.0139	0.0088	15.52	1.50	0.0139	0.0008	0.0088	1.77	1.81	9.02
TUB-131	BZ-164	2671.52	2670.32	1.20	BZ-165	2662.17	2660.97	1.20	0.010	153.60	46.20	20.24	1.50	0.0135	0.0086	17.06	1.50	0.0135	0.0008	0.0086	1.74	1.89	8.76
TUB-132	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	BZ-190	2651.12	2649.92	1.20	0.010	153.60	25.10	19.44	1.50	0.0136	0.0087	16.54	1.50	0.0136	0.0008	0.0087	1.75	1.86	8.85
TUB-133	BZ-340	2715.30	2714.10	1.20	BZ-325	2712.14	2710.94	1.20	0.010	153.60	18.00	17.56	1.50	0.0139	0.0089	15.28	1.50	0.0139	0.0008	0.0089	1.77	1.80	9.06
TUB-134	BZ-365	2622.54	2621.34	1.20	BZ-366	2620.03	2618.83	1.20	0.010	192.20	42.70	5.88	13.94	0.0503	0.0293	16.88	22.06	0.0637	0.0084	0.0356	3.55	2.63	33.15
TUB-135	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	BZ-298	2736.66	2735.46	1.20	0.010	153.60	42.70	18.29	1.50	0.0138	0.0088	15.78	1.50	0.0138	0.0008	0.0088	1.76	1.82	8.98
TUB-136	BZ-308	2711.00	2709.80	1.20	BZ-309	2706.72	2705.52	1.20	0.010	153.60	22.80	18.77	1.50	0.0137	0.0088	16.10	1.50	0.0137	0.0008	0.0088	1.76	1.84	8.92
TUB-137	BZ-190	2651.12	2649.92	1.20	BZ-176	2642.70	2641.50	1.20	0.010	192.20	45.60	18.46	1.50	0.0130	0.0084	15.16	1.50	0.0130	0.0008	0.0084	1.72	1.77	6.75
TUB-138	BZ-146	2671.50	2670.30	1.20	BZ-147	2669.45	2668.25	1.20	0.010	153.60	14.20	14.44	1.50	0.0146	0.0093	13.14	1.50	0.0146	0.0009	0.0093	1.81	1.68	9.49
TUB-139	BZ-172	2640.52	2639.32	1.20	BZ-173	2638.02	2636.82	1.20	0.010	192.20	51.20	4.88	10.28	0.0452	0.0267	12.79	16.26	0.0571	0.0072	0.0326	3.39	2.25	29.69
TUB-140	BZ-84	2681.41	2680.21	1.20	BZ-85	2677.00	2675.80	1.20	0.010	153.60	24.20	18.22	1.50	0.0138	0.0088	15.73	1.50	0.0138	0.0008	0.0088	1.76	1.82	8.98
TUB-141	BZ-47	2657.72	2656.52	1.20	BZ-15	2654.89	2653.69	1.20	0.010	153.60	14.20	19.93	1.50	0.0135	0.0086	16.86	1.50	0.0135	0.0008	0.0086	1.75	1.88	8.79
TUB-142	BZ-54	2653.36	2652.16	1.20	BZ-55	2645.17	2643.97	1.20	0.010	153.60	45.30	18.08	1.50	0.0138	0.0088	15.64	1.50	0.0138	0.0008	0.0088	1.77	1.82	9.00
TUB-143	BZ-290	2751.83	2750.63	1.20	BZ-338	2746.51	2745.31	1.20	0.010	153.60	27.90	19.07	1.50	0.0137	0.0087	16.29	1.50	0.0137	0.0008	0.0087	1.75	1.85	8.89
TUB-144	BZ-152	2662.91	2661.71	1.20	BZ-153	2659.67	2658.47	1.20	0.010	153.60	26.50	12.23	1.50	0.0124	0.0080	9.54	1.56	0.0154	0.0010	0.0098	1.86	1.60	10.05

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-145	BZ-373	2614.59	2613.39	1.20	BZ-374	2614.00	2612.80	1.20	0.010	192.20	14.30	4.13	14.12	0.0554	0.0318	12.86	22.34	0.0705	0.0096	0.0386	3.69	2.32	36.66
TUB-146	BZ-92	2666.75	2665.55	1.20	BZ-347	2660.02	2658.82	1.20	0.010	153.60	38.50	17.48	1.50	0.0115	0.0074	12.68	1.58	0.0143	0.0009	0.0091	1.79	1.82	9.31
TUB-147	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	BZ-79	2662.38	2661.18	1.20	0.010	153.60	36.20	17.51	1.50	0.0139	0.0089	15.26	1.50	0.0139	0.0008	0.0089	1.77	1.80	9.07
TUB-148	BZ-24	2634.09	2632.89	1.20	BZ-25	2633.49	2632.29	1.20	0.010	192.20	5.20	11.54	2.91	0.0199	0.0126	14.24	4.61	0.0247	0.0022	0.0155	2.34	2.11	12.87
TUB-149	BZ-262	2684.13	2682.93	1.20	BZ-263	2683.93	2682.73	1.20	0.010	153.60	5.30	3.77	1.50	0.0201	0.0126	4.65	1.50	0.0201	0.0014	0.0126	2.11	1.05	13.08
TUB-150	BZ-295	2757.45	2756.25	1.20	BZ-296	2750.34	2749.14	1.20	0.010	153.60	41.80	17.01	1.50	0.0140	0.0089	14.92	1.50	0.0140	0.0008	0.0089	1.78	1.78	9.13
TUB-151	BZ-174	2641.50	2640.30	1.20	BZ-173	2638.02	2636.82	1.20	0.010	153.60	19.90	17.49	1.50	0.0139	0.0089	15.24	1.50	0.0139	0.0008	0.0089	1.77	1.79	9.07
TUB-152	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	BZ-73	2657.72	2656.52	1.20	0.010	153.60	29.40	16.97	1.50	0.0140	0.0090	14.89	1.50	0.0140	0.0008	0.0090	1.78	1.78	9.14
TUB-153	BZ-277	2734.81	2732.86	1.95	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	0.010	153.60	45.50	15.16	1.50	0.0144	0.0092	13.65	1.50	0.0144	0.0009	0.0092	1.80	1.71	9.38
TUB-154	BZ-337	2764.12	2762.92	1.20	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	0.010	153.60	35.90	16.49	1.50	0.0141	0.0090	14.56	1.50	0.0141	0.0009	0.0090	1.78	1.76	9.20
TUB-155	BZ-233	2709.63	2708.43	1.20	BZ-381	2702.71	2701.51	1.20	0.010	153.60	42.30	16.36	1.50	0.0142	0.0090	14.47	1.50	0.0142	0.0009	0.0090	1.79	1.75	9.22
TUB-156	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	BZ-234	2718.27	2717.07	1.20	0.010	153.60	54.60	16.28	1.50	0.0142	0.0090	14.42	1.50	0.0142	0.0009	0.0090	1.79	1.75	9.23
TUB-157	BZ-268	2707.50	2706.20	1.30	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	0.010	153.60	47.70	14.95	1.50	0.0145	0.0092	13.50	1.50	0.0145	0.0009	0.0092	1.80	1.70	9.42
TUB-158	BZ-311	2689.93	2688.73	1.20	BZ-260	2687.94	2686.74	1.20	0.010	153.60	14.70	13.54	1.50	0.0148	0.0094	12.50	1.50	0.0148	0.0009	0.0094	1.82	1.64	9.64
TUB-159	BZ-93	2653.86	2652.66	1.20	BZ-94	2646.63	2645.43	1.20	0.010	153.60	53.00	13.64	1.50	0.0146	0.0093	12.44	2.32	0.0182	0.0012	0.0115	2.01	1.88	11.85
TUB-160	BZ-347	2660.02	2658.82	1.20	BZ-93	2653.86	2652.66	1.20	0.010	153.60	37.40	16.47	1.50	0.0119	0.0076	12.30	1.64	0.0147	0.0009	0.0094	1.82	1.81	9.60
TUB-161	BZ-361	2660.59	2659.39	1.20	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	0.010	153.60	14.90	20.13	1.50	0.0135	0.0086	16.99	1.50	0.0135	0.0008	0.0086	1.74	1.89	8.77
TUB-162	BZ-84	2681.41	2680.21	1.20	BZ-96	2678.48	2677.28	1.20	0.010	153.60	17.70	16.55	1.50	0.0141	0.0090	14.61	1.50	0.0141	0.0009	0.0090	1.78	1.76	9.19
TUB-163	BZ-45	2675.18	2673.98	1.20	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	0.010	153.60	59.50	15.90	1.50	0.0143	0.0091	14.16	1.50	0.0143	0.0009	0.0091	1.79	1.74	9.28
TUB-164	BZ-207	2675.71	2674.51	1.20	BZ-208	2670.92	2669.72	1.20	0.010	153.60	47.30	10.12	1.84	0.0175	0.0110	10.94	2.91	0.0218	0.0016	0.0136	2.19	1.81	14.20
TUB-165	BZ-296	2750.34	2749.14	1.20	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	0.010	153.60	37.90	15.49	1.50	0.0143	0.0091	13.87	1.50	0.0143	0.0009	0.0091	1.80	1.72	9.34
TUB-166	BZ-280	2705.60	2704.40	1.20	BZ-267	2701.59	2700.39	1.20	0.010	153.60	25.50	15.73	1.50	0.0143	0.0091	14.04	1.50	0.0143	0.0009	0.0091	1.79	1.73	9.30
TUB-167	BZ-43	2689.86	2688.66	1.20	BZ-44	2683.96	2682.76	1.20	0.010	153.60	38.30	15.40	1.50	0.0144	0.0092	13.81	1.50	0.0144	0.0009	0.0092	1.80	1.72	9.35
TUB-168	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	BZ-290	2751.83	2750.63	1.20	0.010	153.60	42.80	14.88	1.50	0.0145	0.0092	13.45	1.50	0.0145	0.0009	0.0092	1.80	1.70	9.43
TUB-169	BZ-339	2743.75	2742.55	1.20	BZ-304	2740.59	2739.39	1.20	0.010	153.60	24.60	12.85	1.50	0.0150	0.0095	12.00	1.50	0.0150	0.0009	0.0095	1.84	1.61	9.76
TUB-170	BZ-79	2662.38	2661.18	1.20	BZ-80	2657.07	2655.67	1.40	0.010	153.60	39.00	13.62	1.50	0.0148	0.0094	12.56	1.50	0.0148	0.0009	0.0094	1.82	1.64	9.63
TUB-171	BZ-318	2710.27	2709.02	1.25	BZ-319	2706.37	2705.17	1.20	0.010	153.60	16.50	23.33	1.50	0.0130	0.0083	19.05	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.72	1.98	8.47
TUB-172	BZ-102	2701.81	2700.61	1.20	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	0.010	153.60	44.60	15.04	1.50	0.0144	0.0092	13.56	1.50	0.0144	0.0009	0.0092	1.80	1.70	9.40
TUB-173	BZ-44	2683.96	2682.76	1.20	BZ-45	2675.18	2673.98	1.20	0.010	153.60	58.50	15.01	1.50	0.0144	0.0092	13.54	1.50	0.0144	0.0009	0.0092	1.80	1.70	9.41
TUB-174	BZ-109	2698.55	2697.35	1.20	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	0.010	153.60	23.10	14.94	1.50	0.0145	0.0092	13.49	1.50	0.0145	0.0009	0.0092	1.80	1.70	9.42
TUB-175	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	BZ-117	2682.38	2681.18	1.20	0.010	153.60	41.50	14.89	1.50	0.0145	0.0092	13.46	1.50	0.0145	0.0009	0.0092	1.80	1.70	9.42
TUB-176	BZ-171	2643.80	2641.70	2.10	BZ-172	2640.52	2639.32	1.20	0.010	192.20	48.60	4.90	10.22	0.0451	0.0267	12.79	16.18	0.0569	0.0072	0.0325	3.39	2.25	29.59
TUB-177	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	0.010	153.60	44.80	14.60	1.50	0.0145	0.0093	13.25	1.50	0.0145	0.0009	0.0093	1.81	1.69	9.47
TUB-178	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	BZ-80	2657.07	2655.87	1.20	0.010	153.60	41.30	13.15	1.50	0.0149	0.0095	12.22	1.50	0.0149	0.0009	0.0095	1.83	1.62	9.71
TUB-179	BZ-288	2773.19	2771.99	1.20	BZ-289	2768.69	2767.49	1.20	0.010	153.60	30.90	14.56	1.50	0.0146	0.0093	13.23	1.50	0.0146	0.0009	0.0093	1.81	1.68	9.47
TUB-180	BZ-114	2686.25	2685.05	1.20	BZ-122	2681.64	2680.44	1.20	0.010	153.60	33.10	13.93	1.50	0.0147	0.0094	12.78	1.50	0.0147	0.0009	0.0094	1.82	1.66	9.58
TUB-181	BZ-369	2618.97	2617.77	1.20	BZ-370	2617.00	2615.80	1.20	0.010	192.20	49.70	3.96	14.05	0.0558	0.0320	12.43	22.23	0.0710	0.0097	0.0388	3.70	2.28	36.96
TUB-182	BZ-271	2786.27	2785.07	1.20	BZ-272	2779.59	2778.39	1.20	0.010	153.60	46.90	14.24	1.50	0.0146	0.0093	13.00	1.50	0.0146	0.0009	0.0093	1.81	1.67	9.52
TUB-183	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	BZ-54	2653.36	2652.16	1.20	0.010	153.60	38.40	14.14	1.50	0.0147	0.0093	12.93	1.50	0.0147	0.0009	0.0093	1.82	1.67	9.54
TUB-184	BZ-148	2668.84	2667.64	1.20	BZ-149	2666.75	2665.55	1.20	0.010	153.60	18.80	11.12	1.50	0.0155	0.0099	10.73	1.50	0.0155	0.0010	0.0099	1.87	1.53	10.10
TUB-185	BZ-61	2694.90	2693.70	1.20	BZ-74	2688.43	2687.23	1.20	0.010	153.60	46.20	14.00	1.50	0.0147	0.0094	12.83	1.50	0.0147	0.0009	0.0094	1.82	1.66	9.56
TUB-186	BZ-327	2716.89	2715.69	1.20	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	0.010	153.60	29.20	13.94	1.50	0.0147	0.0094	12.79	1.50	0.0147	0.0009	0.0094	1.82	1.66	9.57
TUB-187	BZ-308	2711.00	2709.80	1.20	BZ-307	2708.35	2707.15	1.20	0.010	153.60	21.20	12.50	1.50	0.0151	0.0096	11.75	1.50	0.0151	0.0009	0.0096	1.84	1.60	9.82
TUB-188	BZ-358	2650.89	2649.69	1.20	BZ-16	2650.14	2648.94	1.20	0.010	192.20	6.70	11.19	1.50	0.0122	0.0079	8.63	1.61	0.0151	0.0011	0.0097	1.85	1.52	7.86
TUB-189	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	BZ-337	2764.12	2762.92	1.20	0.010	153.60	33.20	13.52	1.50	0.0148	0.0094	12.49	1.50	0.0148	0.0009	0.0094	1.82	1.64	9.64
TUB-190	BZ-349	2675.00	2673.80	1.20	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	0.010	153.60	46.10	13.62	1.50	0.0148	0.0094	12.56	1.50	0.0148	0.0009	0.0094	1.82	1.64	9.63
TUB-191	BZ-348	2664.84	2663.64	1.20	BZ-41	2659.28	2658.08	1.20	0.010	153.60	41.60	13.37	1.50	0.0149	0.0094	12.38	1.50	0.0149	0.0009	0.0094	1.83	1.63	9.67
TUB-192	BZ-35	2640.92	2639.72	1.20	BZ-20	2641.02	2639.22	1.80	0.010	153.60	3.00	16.67	1.50	0.0141	0.0090	14.68	1.50	0.0141	0.0008	0.0090	1.78	1.76	9.18

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-193	BZ-165	2662.17	2660.97	1.20	BZ-163	2654.34	2653.14	1.20	0.010	192.20	60.90	12.86	1.50	0.0141	0.0091	11.46	1.50	0.0141	0.0010	0.0091	1.79	1.56	7.35
TUB-194	BZ-10	2668.29	2667.09	1.20	BZ-11	2663.53	2662.33	1.20	0.010	153.60	36.10	13.19	1.50	0.0149	0.0095	12.25	1.50	0.0149	0.0009	0.0095	1.83	1.63	9.70
TUB-195	BZ-370	2617.00	2615.80	1.20	BZ-371	2616.00	2614.80	1.20	0.010	192.20	32.00	3.13	14.10	0.0595	0.0337	10.32	22.31	0.0759	0.0107	0.0408	3.80	2.09	39.49
TUB-196	BZ-119	2681.76	2680.56	1.20	BZ-120	2673.28	2672.08	1.20	0.010	192.20	62.60	13.55	1.50	0.0140	0.0090	11.93	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.78	1.59	7.26
TUB-197	BZ-374	2614.00	2612.80	1.20	BZ-375	2614.63	2612.73	1.90	0.010	192.20	12.00	0.58	14.14	0.0941	0.0474	2.71	22.37	0.1258	0.0201	0.0555	4.43	1.11	65.44
TUB-198	BZ-40	2670.39	2669.19	1.20	BZ-348	2664.84	2663.64	1.20	0.010	153.60	43.20	12.85	1.50	0.0150	0.0095	12.00	1.50	0.0150	0.0009	0.0095	1.84	1.61	9.76
TUB-199	BZ-97	2677.58	2676.38	1.20	BZ-98	2675.25	2674.05	1.20	0.010	153.60	19.30	12.07	1.50	0.0152	0.0097	11.44	1.50	0.0152	0.0010	0.0097	1.85	1.58	9.91
TUB-200	BZ-203	2675.06	2673.86	1.20	BZ-223	2667.86	2666.66	1.20	0.010	153.60	56.20	12.81	1.50	0.0150	0.0095	11.98	1.50	0.0150	0.0009	0.0095	1.84	1.61	9.77
TUB-201	BZ-329	2727.16	2725.96	1.20	BZ-286	2722.10	2720.90	1.20	0.010	153.60	39.70	12.75	1.50	0.0150	0.0096	11.93	1.50	0.0150	0.0009	0.0096	1.84	1.61	9.78
TUB-202	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	BZ-41	2659.28	2658.08	1.20	0.010	153.60	51.90	12.41	1.50	0.0151	0.0096	11.69	1.50	0.0151	0.0009	0.0096	1.84	1.59	9.84
TUB-203	BZ-77	2680.81	2679.61	1.20	BZ-349	2675.00	2673.80	1.20	0.010	153.60	47.60	12.21	1.50	0.0152	0.0096	11.54	1.50	0.0152	0.0009	0.0096	1.85	1.58	9.88
TUB-204	BZ-20	2641.02	2639.22	1.80	BZ-21	2638.66	2637.46	1.20	0.010	192.20	21.70	8.11	2.75	0.0210	0.0133	10.57	4.36	0.0262	0.0024	0.0163	2.40	1.83	13.63
TUB-205	BZ-47	2657.72	2656.52	1.20	BZ-48	2652.01	2650.81	1.20	0.010	153.60	42.40	13.47	1.50	0.0148	0.0094	12.45	1.50	0.0148	0.0009	0.0094	1.83	1.64	9.65
TUB-206	BZ-36	2649.98	2648.78	1.20	BZ-33	2646.50	2645.30	1.20	0.010	153.60	29.10	11.96	1.50	0.0153	0.0097	11.36	1.50	0.0153	0.0010	0.0097	1.85	1.57	9.93
TUB-207	BZ-76	2685.23	2684.03	1.20	BZ-77	2680.81	2679.61	1.20	0.010	153.60	37.00	11.95	1.50	0.0153	0.0097	11.35	1.50	0.0153	0.0010	0.0097	1.85	1.57	9.93
TUB-208	BZ-266	2675.71	2674.51	1.20	BZ-252	2674.30	2673.10	1.20	0.010	153.60	24.20	5.83	2.02	0.0209	0.0130	7.44	3.20	0.0261	0.0021	0.0160	2.38	1.53	16.98
TUB-209	BZ-07	2653.63	2652.43	1.20	BZ-36	2649.98	2648.78	1.20	0.010	153.60	30.70	11.89	1.50	0.0153	0.0097	11.31	1.50	0.0153	0.0010	0.0097	1.85	1.57	9.94
TUB-210	BZ-49	2651.30	2650.10	1.20	BZ-50	2650.80	2649.00	1.80	0.010	153.60	8.40	5.95	1.50	0.0180	0.0113	6.62	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	2.00	1.23	11.73
TUB-211	BZ-244	2686.00	2684.80	1.20	BZ-245	2681.72	2680.52	1.20	0.010	153.60	36.20	11.82	1.50	0.0153	0.0097	11.26	1.50	0.0153	0.0010	0.0097	1.85	1.57	9.96
TUB-212	BZ-23	2636.82	2635.62	1.20	BZ-24	2634.09	2632.89	1.20	0.010	192.20	34.50	7.91	2.91	0.0217	0.0137	10.63	4.61	0.0271	0.0025	0.0169	2.44	1.85	14.09
TUB-213	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	BZ-353	2661.30	2660.10	1.20	0.010	153.60	38.00	11.63	1.50	0.0154	0.0098	11.12	1.50	0.0154	0.0010	0.0098	1.86	1.56	9.99
TUB-214	BZ-65	2670.26	2669.06	1.20	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	0.010	153.60	19.50	11.59	1.50	0.0154	0.0098	11.08	1.50	0.0154	0.0010	0.0098	1.86	1.55	10.00
TUB-215	BZ-229	2662.58	2661.38	1.20	BZ-230	2659.55	2658.35	1.20	0.010	153.60	43.00	7.05	2.36	0.0215	0.0134	9.24	3.73	0.0269	0.0022	0.0164	2.41	1.71	17.49
TUB-216	BZ-261	2689.30	2688.05	1.25	BZ-262	2684.13	2682.93	1.20	0.010	153.60	40.00	12.80	1.50	0.0150	0.0095	11.97	1.50	0.0150	0.0009	0.0095	1.84	1.61	9.77
TUB-217	BZ-05	2655.33	2654.13	1.20	BZ-30	2650.75	2649.55	1.20	0.010	153.60	40.40	11.34	1.50	0.0154	0.0098	10.90	1.50	0.0154	0.0010	0.0098	1.86	1.54	10.06
TUB-218	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	BZ-67	2663.77	2662.57	1.20	0.010	153.60	37.30	11.34	1.50	0.0154	0.0098	10.90	1.50	0.0154	0.0010	0.0098	1.86	1.54	10.05
TUB-219	BZ-170	2642.96	2641.76	1.20	BZ-171	2643.80	2641.70	2.10	0.010	192.20	9.00	0.67	5.74	0.0557	0.0319	2.09	9.08	0.0709	0.0097	0.0387	3.70	0.93	36.87
TUB-220	BZ-169	2645.37	2644.17	1.20	BZ-170	2642.96	2641.76	1.20	0.010	192.20	49.20	4.90	3.97	0.0283	0.0175	8.42	6.28	0.0354	0.0037	0.0215	2.76	1.71	18.41
TUB-221	BZ-338	2746.51	2745.31	1.20	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	0.010	153.60	18.10	11.27	1.50	0.0155	0.0098	10.85	1.50	0.0155	0.0010	0.0098	1.86	1.54	10.07
TUB-222	BZ-236	2728.82	2727.62	1.20	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	0.010	153.60	40.90	11.15	1.50	0.0155	0.0098	10.76	1.50	0.0155	0.0010	0.0098	1.86	1.53	10.10
TUB-223	BZ-377	2614.57	2612.42	2.15	BZ-378	2610.93	2609.73	1.20	0.010	192.20	69.80	3.85	14.34	0.0568	0.0325	12.26	22.68	0.0723	0.0100	0.0393	3.73	2.27	37.64
TUB-224	BZ-238	2722.25	2721.05	1.20	BZ-293	2717.70	2716.50	1.20	0.010	153.60	38.40	11.85	1.50	0.0153	0.0097	11.28	1.50	0.0153	0.0010	0.0097	1.85	1.57	9.95
TUB-225	BZ-181	2634.59	2633.39	1.20	BZ-180	2632.84	2631.64	1.20	0.010	153.60	15.90	11.01	1.50	0.0156	0.0099	10.65	1.50	0.0156	0.0010	0.0099	1.87	1.53	10.13
TUB-226	BZ-128	2669.92	2668.72	1.20	BZ-129	2666.52	2665.32	1.20	0.010	153.60	33.70	10.09	1.50	0.0159	0.0101	9.96	1.50	0.0159	0.0010	0.0101	1.89	1.48	10.34
TUB-227	BZ-294	2718.40	2717.20	1.20	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	0.010	153.60	46.60	13.80	1.50	0.0147	0.0094	12.69	1.50	0.0147	0.0009	0.0094	1.82	1.65	9.60
TUB-228	BZ-182	2655.22	2654.02	1.20	BZ-167	2651.55	2650.35	1.20	0.010	153.60	35.30	10.40	1.50	0.0158	0.0100	10.19	1.50	0.0158	0.0010	0.0100	1.88	1.50	10.27
TUB-229	BZ-247	2669.35	2668.15	1.20	BZ-248	2665.83	2664.63	1.20	0.010	153.60	48.70	7.23	2.29	0.0211	0.0131	9.30	3.62	0.0263	0.0021	0.0161	2.38	1.71	17.13
TUB-230	BZ-59	2701.16	2699.96	1.20	BZ-60	2697.69	2696.49	1.20	0.010	153.60	31.70	10.95	1.50	0.0156	0.0099	10.61	1.50	0.0156	0.0010	0.0099	1.87	1.52	10.14
TUB-231	BZ-25	2633.49	2632.29	1.20	BZ-26	2632.46	2630.96	1.50	0.010	192.20	18.20	7.31	2.93	0.0222	0.0140	10.03	4.64	0.0277	0.0026	0.0172	2.46	1.80	14.41
TUB-232	BZ-160	2655.50	2654.30	1.20	BZ-161	2654.75	2653.55	1.20	0.010	153.60	10.00	7.50	1.50	0.0163	0.0103	7.57	2.15	0.0203	0.0014	0.0127	2.11	1.49	13.18
TUB-233	BZ-258	2695.60	2694.40	1.20	BZ-259	2690.35	2689.15	1.20	0.010	153.60	49.00	10.71	1.50	0.0157	0.0099	10.43	1.50	0.0157	0.0010	0.0099	1.87	1.51	10.19
TUB-234	BZ-177	2636.56	2635.36	1.20	BZ-178	2635.82	2634.62	1.20	0.010	192.20	27.10	2.73	10.35	0.0525	0.0304	8.14	16.37	0.0667	0.0089	0.0369	3.61	1.83	34.68
TUB-235	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	BZ-47	2657.72	2656.52	1.20	0.010	153.60	50.00	9.56	1.50	0.0161	0.0102	9.55	1.50	0.0161	0.0010	0.0102	1.90	1.45	10.47
TUB-236	BZ-315	2727.88	2726.68	1.20	BZ-314	2725.72	2724.52	1.20	0.010	153.60	35.80	6.03	1.50	0.0180	0.0113	6.69	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	2.00	1.24	11.69
TUB-237	BZ-34	2643.72	2642.52	1.20	BZ-35	2640.92	2639.72	1.20	0.010	153.60	26.80	10.45	1.50	0.0157	0.0100	10.23	1.50	0.0157	0.0010	0.0100	1.88	1.50	10.25
TUB-238	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	BZ-238	2722.25	2721.05	1.20	0.010	153.60	44.90	9.78	1.50	0.0160	0.0101	9.72	1.50	0.0160	0.0010	0.0101	1.89	1.47	10.42
TUB-239	BZ-353	2661.30	2660.10	1.20	BZ-47	2657.72	2656.52	1.20	0.010	153.60	39.40	9.09	1.50	0.0163	0.0103	9.18	1.50	0.0163	0.0011	0.0103	1.91	1.43	10.60
TUB-240	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	BZ-164	2671.52	2670.32	1.20	0.010	153.60	52.80	9.73	1.50	0.0160	0.0102	9.68	1.50	0.0160	0.0010	0.0102	1.89	1.46	10.43

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-241	BZ-328	2722.22	2720.82	1.40	BZ-287	2717.63	2715.88	1.75	0.010	153.60	36.00	12.19	1.50	0.0152	0.0096	11.53	1.50	0.0152	0.0009	0.0096	1.85	1.58	9.88
TUB-242	BZ-164	2671.52	2670.32	1.20	BZ-222	2669.64	2668.44	1.20	0.010	153.60	15.40	12.21	1.50	0.0152	0.0096	11.54	1.50	0.0152	0.0009	0.0096	1.85	1.58	9.88
TUB-243	BZ-184	2656.75	2655.45	1.30	BZ-185	2655.80	2654.15	1.65	0.010	153.60	26.20	3.24	4.38	0.0352	0.0209	6.64	6.93	0.0444	0.0044	0.0255	3.00	1.56	28.92
TUB-244	BZ-159	2656.93	2655.73	1.20	BZ-160	2655.50	2654.30	1.20	0.010	153.60	16.10	8.88	1.50	0.0156	0.0099	8.63	2.15	0.0194	0.0014	0.0122	2.07	1.58	12.66
TUB-245	BZ-14	2658.25	2657.05	1.20	BZ-38	2655.92	2654.72	1.20	0.010	192.20	23.10	10.09	1.50	0.0150	0.0096	9.50	1.50	0.0150	0.0010	0.0096	1.84	1.44	7.79
TUB-246	BZ-248	2665.83	2664.63	1.20	BZ-229	2662.58	2661.38	1.20	0.010	153.60	49.20	6.61	2.36	0.0218	0.0136	8.79	3.73	0.0273	0.0022	0.0167	2.43	1.68	17.77
TUB-247	BZ-354	2685.11	2683.91	1.20	BZ-105	2681.39	2680.19	1.20	0.010	153.60	37.40	9.95	1.50	0.0159	0.0101	9.85	1.50	0.0159	0.0010	0.0101	1.89	1.47	10.37
TUB-248	BZ-194	2696.71	2695.51	1.20	BZ-193	2692.30	2691.10	1.20	0.010	153.60	44.50	9.91	1.50	0.0159	0.0101	9.82	1.50	0.0159	0.0010	0.0101	1.89	1.47	10.38
TUB-249	BZ-129	2666.52	2665.32	1.20	BZ-130	2663.68	2662.48	1.20	0.010	153.60	31.80	8.93	1.50	0.0163	0.0104	9.06	1.50	0.0163	0.0011	0.0104	1.91	1.42	10.64
TUB-250	BZ-334	2750.56	2749.36	1.20	BZ-333	2747.97	2746.77	1.20	0.010	153.60	26.50	9.77	1.50	0.0160	0.0101	9.71	1.50	0.0160	0.0010	0.0101	1.89	1.46	10.42
TUB-251	BZ-257	2697.20	2696.00	1.20	BZ-249	2693.28	2692.08	1.20	0.010	153.60	41.60	9.42	1.50	0.0161	0.0102	9.44	1.50	0.0161	0.0010	0.0102	1.90	1.45	10.51
TUB-252	BZ-125	2675.93	2674.73	1.20	BZ-126	2672.04	2670.84	1.20	0.010	153.60	41.20	9.44	1.50	0.0161	0.0102	9.46	1.50	0.0161	0.0010	0.0102	1.90	1.45	10.50
TUB-253	BZ-367	2619.27	2618.07	1.20	BZ-368	2619.00	2617.80	1.20	0.010	192.20	11.80	2.29	14.01	0.0643	0.0359	8.05	22.17	0.0824	0.0119	0.0433	3.91	1.87	42.88
TUB-254	BZ-140	2683.42	2682.22	1.20	BZ-141	2678.33	2677.13	1.20	0.010	153.60	53.30	9.55	1.50	0.0161	0.0102	9.54	1.50	0.0161	0.0010	0.0102	1.90	1.45	10.47
TUB-255	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	BZ-354	2685.11	2683.91	1.20	0.010	153.60	36.40	9.48	1.50	0.0161	0.0102	9.49	1.50	0.0161	0.0010	0.0102	1.90	1.45	10.49
TUB-256	BZ-58	2706.75	2705.55	1.20	BZ-59	2701.16	2699.96	1.20	0.010	153.60	59.10	9.46	1.50	0.0161	0.0102	9.47	1.50	0.0161	0.0010	0.0102	1.90	1.45	10.50
TUB-257	BZ-265	2677.85	2676.65	1.20	BZ-266	2675.71	2674.51	1.20	0.010	153.60	34.40	6.22	2.02	0.0206	0.0128	7.83	3.20	0.0257	0.0020	0.0158	2.36	1.57	16.72
TUB-258	BZ-149	2666.75	2665.55	1.20	BZ-150	2665.12	2663.92	1.20	0.010	153.60	22.00	7.41	1.50	0.0171	0.0108	7.84	1.50	0.0171	0.0011	0.0108	1.95	1.33	11.13
TUB-259	BZ-286	2722.10	2720.90	1.20	BZ-328	2722.22	2720.82	1.40	0.010	153.60	7.40	1.08	1.50	0.0272	0.0166	1.76	1.50	0.0272	0.0022	0.0166	2.42	0.68	17.71
TUB-260	BZ-155	2659.79	2657.89	1.90	BZ-156	2657.66	2656.46	1.20	0.010	153.60	20.80	6.87	1.50	0.0153	0.0097	6.55	1.81	0.0190	0.0013	0.0119	2.05	1.37	12.40
TUB-261	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	BZ-257	2697.20	2696.00	1.20	0.010	153.60	40.20	7.64	1.50	0.0170	0.0107	8.03	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.95	1.34	11.05
TUB-262	BZ-254	2699.39	2698.19	1.20	BZ-255	2695.86	2694.66	1.20	0.010	153.60	38.80	9.10	1.50	0.0163	0.0103	9.19	1.50	0.0163	0.0010	0.0103	1.91	1.43	10.60
TUB-263	BZ-93	2653.86	2652.66	1.20	BZ-139	2651.29	2650.09	1.20	0.010	153.60	27.60	9.31	1.50	0.0162	0.0103	9.36	1.50	0.0162	0.0010	0.0103	1.90	1.44	10.54
TUB-264	BZ-136	2658.43	2657.23	1.20	BZ-137	2657.14	2655.94	1.20	0.010	192.20	27.10	4.76	2.02	0.0206	0.0130	6.08	3.20	0.0257	0.0023	0.0160	2.38	1.39	13.35
TUB-265	BZ-26	2632.46	2630.96	1.50	BZ-27	2630.15	2628.95	1.20	0.010	192.20	32.90	6.11	3.00	0.0235	0.0147	8.82	4.75	0.0293	0.0028	0.0181	2.53	1.70	15.22
TUB-266	BZ-141	2678.33	2677.13	1.20	BZ-142	2674.37	2673.17	1.20	0.010	153.60	46.20	8.57	1.50	0.0165	0.0104	8.78	1.50	0.0165	0.0011	0.0104	1.92	1.40	10.75
TUB-267	BZ-156	2657.66	2656.46	1.20	BZ-157	2657.16	2655.96	1.20	0.010	153.60	8.40	5.95	1.50	0.0162	0.0102	5.98	1.89	0.0201	0.0014	0.0126	2.11	1.32	13.12
TUB-268	BZ-254	2699.39	2698.19	1.20	BZ-344	2698.25	2697.05	1.20	0.010	153.60	13.30	8.57	1.50	0.0165	0.0104	8.78	1.50	0.0165	0.0011	0.0104	1.92	1.40	10.75
TUB-269	BZ-372	2615.79	2614.59	1.20	BZ-373	2614.59	2613.39	1.20	0.010	192.20	44.50	2.70	14.12	0.0619	0.0348	9.20	22.34	0.0791	0.0113	0.0420	3.85	1.99	41.15
TUB-270	BZ-123	2680.00	2678.80	1.20	BZ-124	2676.46	2675.26	1.20	0.010	153.60	43.60	8.12	1.50	0.0167	0.0106	8.42	1.50	0.0167	0.0011	0.0106	1.93	1.37	10.89
TUB-271	BZ-55	2645.17	2643.97	1.20	BZ-56	2645.10	2642.60	2.50	0.010	153.60	15.10	9.07	1.50	0.0163	0.0103	9.17	1.50	0.0163	0.0011	0.0103	1.91	1.43	10.60
TUB-272	BZ-264	2679.37	2678.17	1.20	BZ-265	2677.85	2676.65	1.20	0.010	153.60	27.50	5.53	1.98	0.0210	0.0131	7.08	3.14	0.0262	0.0021	0.0160	2.38	1.50	17.06
TUB-273	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	BZ-380	2708.78	2707.58	1.20	0.010	153.60	48.70	8.30	1.50	0.0166	0.0105	8.56	1.50	0.0166	0.0011	0.0105	1.93	1.38	10.83
TUB-274	BZ-120	2673.28	2672.08	1.20	BZ-100	2671.54	2670.34	1.20	0.010	192.20	19.90	8.74	1.50	0.0155	0.0099	8.51	1.50	0.0155	0.0011	0.0099	1.87	1.37	8.05
TUB-275	BZ-161	2654.75	2653.55	1.20	BZ-162	2654.21	2653.01	1.20	0.010	153.60	9.50	5.68	1.50	0.0175	0.0110	6.14	2.18	0.0218	0.0016	0.0135	2.19	1.35	14.18
TUB-276	BZ-95	2645.49	2644.29	1.20	BZ-56	2645.10	2642.60	2.50	0.010	153.60	25.00	6.76	1.61	0.0181	0.0114	7.54	2.55	0.0225	0.0017	0.0140	2.22	1.51	14.67
TUB-277	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	BZ-307	2708.35	2707.15	1.20	0.010	153.60	48.30	7.49	1.50	0.0170	0.0108	7.91	1.50	0.0170	0.0011	0.0108	1.95	1.34	11.10
TUB-278	BZ-90	2670.91	2669.71	1.20	BZ-91	2668.28	2667.08	1.20	0.010	153.60	32.40	8.12	1.50	0.0167	0.0106	8.41	1.50	0.0167	0.0011	0.0106	1.93	1.37	10.89
TUB-279	BZ-163	2654.34	2652.94	1.40	BZ-166	2652.21	2651.01	1.20	0.010	192.20	34.00	5.68	1.50	0.0170	0.0108	6.03	2.32	0.0211	0.0017	0.0133	2.17	1.34	10.98
TUB-280	BZ-343	2704.54	2703.34	1.20	BZ-267	2701.59	2700.39	1.20	0.010	153.60	35.50	8.31	1.50	0.0166	0.0105	8.57	1.50	0.0166	0.0011	0.0105	1.93	1.38	10.83
TUB-281	BZ-315	2727.88	2726.68	1.20	BZ-316	2725.63	2724.43	1.20	0.010	153.60	28.10	8.01	1.50	0.0168	0.0106	8.33	1.50	0.0168	0.0011	0.0106	1.94	1.37	10.92
TUB-282	BZ-112	2679.51	2678.31	1.20	BZ-96	2678.48	2677.28	1.20	0.010	153.60	11.60	8.88	1.50	0.0164	0.0104	9.02	1.50	0.0164	0.0011	0.0104	1.91	1.42	10.66
TUB-283	BZ-351	2666.33	2665.13	1.20	BZ-11	2663.53	2662.33	1.20	0.010	153.60	35.50	7.89	1.50	0.0168	0.0106	8.23	1.50	0.0168	0.0011	0.0106	1.94	1.36	10.96
TUB-284	BZ-11	2663.53	2662.33	1.20	BZ-12	2662.10	2660.90	1.20	0.010	153.60	18.10	7.90	1.50	0.0168	0.0106	8.24	1.50	0.0168	0.0011	0.0106	1.94	1.36	10.96
TUB-285	BZ-202	2691.67	2690.47	1.20	BZ-204	2690.76	2689.56	1.20	0.010	153.60	16.30	5.58	1.84	0.0202	0.0126	6.90	2.91	0.0252	0.0020	0.0155	2.34	1.47	16.40
TUB-286	BZ-145	2672.74	2671.54	1.20	BZ-146	2671.50	2670.30	1.20	0.010	153.60	15.10	8.21	1.50	0.0167	0.0105	8.49	1.50	0.0167	0.0011	0.0105	1.93	1.38	10.86
TUB-287	BZ-268	2707.50	2706.30	1.20	BZ-343	2704.54	2703.34	1.20	0.010	153.60	34.30	8.63	1.50	0.0165	0.0104	8.82	1.50	0.0165	0.0011	0.0104	1.92	1.40	10.73
TUB-288	BZ-121	2686.63	2685.43	1.20	BZ-140	2683.42	2682.22	1.20	0.010	153.60	41.60	7.72	1.50	0.0169	0.0107	8.09	1.50	0.0169	0.0011	0.0107	1.94	1.35	11.02

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-289	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	0.010	153.60	49.10	7.68	1.50	0.0169	0.0107	8.06	1.50	0.0169	0.0011	0.0107	1.94	1.35	11.03
TUB-290	BZ-249	2693.28	2692.08	1.20	BZ-243	2692.72	2691.52	1.20	0.010	153.60	9.00	6.22	1.50	0.0178	0.0112	6.85	1.50	0.0178	0.0012	0.0112	1.99	1.25	11.60
TUB-291	BZ-127	2671.29	2670.09	1.20	BZ-128	2669.92	2668.72	1.20	0.010	153.60	19.50	7.03	1.50	0.0173	0.0109	7.52	1.50	0.0173	0.0011	0.0109	1.96	1.31	11.27
TUB-292	BZ-17	2648.74	2647.54	1.20	BZ-18	2646.35	2645.15	1.20	0.010	192.20	37.90	6.31	1.50	0.0143	0.0092	5.67	1.70	0.0177	0.0013	0.0113	2.00	1.27	9.23
TUB-293	BZ-329	2727.16	2725.96	1.20	BZ-278	2725.23	2724.03	1.20	0.010	153.60	25.60	7.54	1.50	0.0170	0.0108	7.95	1.50	0.0170	0.0011	0.0108	1.95	1.34	11.08
TUB-294	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	0.010	153.60	55.60	7.39	1.50	0.0171	0.0108	7.83	1.50	0.0171	0.0011	0.0108	1.95	1.33	11.14
TUB-295	BZ-57	2708.29	2707.09	1.20	BZ-58	2706.75	2705.55	1.20	0.010	153.60	20.90	7.37	1.50	0.0171	0.0108	7.81	1.50	0.0171	0.0011	0.0108	1.95	1.33	11.14
TUB-296	BZ-216	2660.24	2659.04	1.20	BZ-214	2657.36	2656.16	1.20	0.010	153.60	50.00	5.76	1.50	0.0182	0.0114	6.45	1.50	0.0182	0.0012	0.0114	2.01	1.22	11.82
TUB-297	BZ-357	2646.00	2644.80	1.20	BZ-34	2643.72	2642.52	1.20	0.010	153.60	31.10	7.33	1.50	0.0171	0.0108	7.78	1.50	0.0171	0.0011	0.0108	1.96	1.32	11.16
TUB-298	BZ-16	2650.14	2648.94	1.20	BZ-17	2648.74	2647.54	1.20	0.010	192.20	23.20	6.03	1.50	0.0141	0.0091	5.36	1.61	0.0175	0.0013	0.0112	1.99	1.23	9.10
TUB-299	BZ-62	2697.97	2696.77	1.20	BZ-61	2694.90	2693.70	1.20	0.010	153.60	42.00	7.31	1.50	0.0171	0.0108	7.76	1.50	0.0171	0.0011	0.0108	1.96	1.32	11.16
TUB-300	BZ-158	2657.27	2655.87	1.40	BZ-159	2656.93	2655.73	1.20	0.010	153.60	6.80	2.06	1.50	0.0219	0.0136	2.74	2.09	0.0274	0.0022	0.0167	2.43	0.94	17.81
TUB-301	BZ-122	2681.64	2680.44	1.20	BZ-123	2680.00	2678.80	1.20	0.010	153.60	23.80	6.89	1.50	0.0174	0.0110	7.41	1.50	0.0174	0.0012	0.0110	1.97	1.30	11.32
TUB-302	BZ-56	2645.10	2642.60	2.50	BZ-170	2642.96	2641.76	1.20	0.010	153.60	14.20	5.92	1.77	0.0195	0.0122	7.09	2.80	0.0244	0.0019	0.0150	2.30	1.48	15.87
TUB-303	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	BZ-92	2666.75	2665.55	1.20	0.010	153.60	28.80	6.84	1.50	0.0174	0.0110	7.37	1.50	0.0174	0.0012	0.0110	1.97	1.29	11.34
TUB-304	BZ-151	2664.57	2663.37	1.20	BZ-152	2662.91	2661.71	1.20	0.010	153.60	35.20	4.72	1.50	0.0156	0.0099	4.57	1.56	0.0194	0.0014	0.0121	2.07	1.15	12.62
TUB-305	BZ-87	2676.78	2675.53	1.25	BZ-88	2672.51	2671.31	1.20	0.010	153.60	54.50	7.74	1.50	0.0169	0.0107	8.11	1.50	0.0169	0.0011	0.0107	1.94	1.35	11.01
TUB-306	BZ-99	2674.06	2672.86	1.20	BZ-100	2671.54	2670.34	1.20	0.010	153.60	38.30	6.58	1.50	0.0176	0.0111	7.15	1.50	0.0176	0.0012	0.0111	1.98	1.28	11.45
TUB-307	BZ-62	2697.97	2696.77	1.20	BZ-71	2696.56	2695.36	1.20	0.010	153.60	21.40	6.59	1.50	0.0176	0.0111	7.16	1.50	0.0176	0.0012	0.0111	1.98	1.28	11.45
TUB-308	BZ-355	2690.66	2689.46	1.20	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	0.010	153.60	32.10	6.54	1.50	0.0176	0.0111	7.12	1.50	0.0176	0.0012	0.0111	1.98	1.27	11.46
TUB-309	BZ-138	2653.68	2652.48	1.20	BZ-139	2651.29	2650.09	1.20	0.010	192.20	64.00	3.73	2.04	0.0219	0.0138	5.06	3.22	0.0273	0.0025	0.0170	2.45	1.28	14.22
TUB-310	BZ-299	2715.36	2714.16	1.20	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	0.010	153.60	52.70	6.43	1.50	0.0177	0.0111	7.03	1.50	0.0177	0.0012	0.0111	1.98	1.27	11.51
TUB-311	BZ-03	2659.68	2658.48	1.20	BZ-04	2657.83	2656.63	1.20	0.010	153.60	28.90	6.40	1.50	0.0177	0.0112	7.00	1.50	0.0177	0.0012	0.0112	1.99	1.26	11.52
TUB-312	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	0.010	153.60	44.00	6.32	1.50	0.0178	0.0112	6.93	1.50	0.0178	0.0012	0.0112	1.99	1.26	11.56
TUB-313	BZ-167	2651.55	2650.00	1.55	BZ-168	2649.89	2648.69	1.20	0.010	192.20	40.30	3.25	3.93	0.0311	0.0191	6.10	6.22	0.0390	0.0042	0.0235	2.88	1.48	20.27
TUB-314	BZ-227	2683.35	2682.15	1.20	BZ-228	2681.46	2680.26	1.20	0.010	153.60	30.40	6.22	1.50	0.0178	0.0112	6.84	1.50	0.0178	0.0012	0.0112	1.99	1.25	11.61
TUB-315	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	BZ-215	2653.44	2652.24	1.20	0.010	153.60	42.50	6.02	1.50	0.0180	0.0113	6.68	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	2.00	1.24	11.69
TUB-316	BZ-130	2663.68	2662.48	1.20	BZ-131	2661.53	2660.33	1.20	0.010	153.60	39.30	5.47	1.50	0.0184	0.0116	6.20	1.50	0.0184	0.0013	0.0116	2.02	1.20	11.97
TUB-317	BZ-105	2681.39	2680.19	1.20	BZ-111	2680.99	2679.79	1.20	0.010	153.60	11.80	3.39	1.50	0.0206	0.0129	4.28	1.50	0.0206	0.0015	0.0129	2.13	1.01	13.42
TUB-318	BZ-60	2697.69	2696.49	1.20	BZ-61	2694.90	2693.70	1.20	0.010	153.60	47.50	5.87	1.50	0.0181	0.0114	6.55	1.50	0.0181	0.0012	0.0114	2.00	1.23	11.76
TUB-319	BZ-344	2698.25	2697.05	1.20	BZ-258	2695.60	2694.40	1.20	0.010	153.60	45.20	5.86	1.50	0.0181	0.0114	6.54	1.50	0.0181	0.0012	0.0114	2.00	1.23	11.77
TUB-320	BZ-371	2616.00	2614.80	1.20	BZ-372	2615.79	2614.59	1.20	0.010	192.20	36.30	0.58	14.12	0.0943	0.0475	2.69	22.34	0.1260	0.0202	0.0556	4.43	1.11	65.58
TUB-321	BZ-80	2657.07	2655.67	1.40	BZ-93	2653.86	2652.66	1.20	0.010	153.60	43.00	7.00	1.50	0.0173	0.0109	7.50	1.50	0.0173	0.0012	0.0109	1.97	1.30	11.28
TUB-322	BZ-41	2659.28	2658.08	1.20	BZ-14	2658.25	2657.05	1.20	0.010	153.60	18.10	5.69	1.50	0.0182	0.0115	6.39	1.50	0.0182	0.0012	0.0115	2.01	1.21	11.85
TUB-323	BZ-236	2728.82	2727.62	1.20	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	0.010	153.60	29.30	5.67	1.50	0.0182	0.0115	6.37	1.50	0.0182	0.0012	0.0115	2.01	1.21	11.87
TUB-324	BZ-375	2614.63	2612.73	1.90	BZ-376	2615.22	2612.57	2.65	0.010	192.20	37.40	0.43	14.21	0.1036	0.0503	2.11	22.48	0.1421	0.0230	0.0578	4.52	0.98	73.92
TUB-325	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	BZ-238	2722.25	2721.05	1.20	0.010	153.60	40.80	4.93	1.50	0.0188	0.0118	5.71	1.50	0.0188	0.0013	0.0118	2.04	1.15	12.27
TUB-326	BZ-12	2662.10	2660.90	1.20	BZ-13	2658.79	2657.59	1.20	0.010	153.60	59.70	5.54	1.50	0.0183	0.0115	6.26	1.50	0.0183	0.0012	0.0115	2.02	1.20	11.93
TUB-327	BZ-01	2664.18	2662.98	1.20	BZ-12	2662.10	2660.90	1.20	0.010	153.60	38.10	5.46	1.50	0.0184	0.0116	6.19	1.50	0.0184	0.0013	0.0116	2.02	1.19	11.97
TUB-328	BZ-183	2656.78	2655.58	1.20	BZ-182	2655.22	2654.02	1.20	0.010	153.60	34.30	4.55	1.50	0.0192	0.0121	5.37	1.50	0.0192	0.0013	0.0121	2.06	1.12	12.51
TUB-329	BZ-366	2620.03	2618.83	1.20	BZ-367	2619.27	2618.07	1.20	0.010	192.20	58.50	1.30	13.94	0.0746	0.0403	5.13	22.06	0.0966	0.0146	0.0482	4.13	1.51	50.27
TUB-330	BZ-153	2659.67	2658.47	1.20	BZ-154	2659.77	2657.97	1.80	0.010	153.60	13.40	3.73	1.50	0.0170	0.0108	3.93	1.67	0.0212	0.0015	0.0132	2.16	1.08	13.81
TUB-331	BZ-333	2747.97	2746.77	1.20	BZ-276	2747.33	2746.13	1.20	0.010	153.60	23.30	2.75	1.50	0.0217	0.0135	3.63	1.50	0.0217	0.0016	0.0135	2.18	0.94	14.12
TUB-332	BZ-192	2691.10	2689.90	1.20	BZ-191	2689.06	2687.86	1.20	0.010	153.60	36.90	5.53	1.50	0.0183	0.0115	6.25	1.50	0.0183	0.0012	0.0115	2.02	1.20	11.94
TUB-333	BZ-02	2662.49	2661.29	1.20	BZ-03	2659.68	2658.48	1.20	0.010	153.60	53.70	5.23	1.50	0.0186	0.0117	5.99	1.50	0.0186	0.0013	0.0117	2.03	1.18	12.09
TUB-334	BZ-74	2688.43	2687.23	1.20	BZ-75	2685.67	2684.47	1.20	0.010	153.60	53.60	5.15	1.50	0.0186	0.0117	5.91	1.50	0.0186	0.0013	0.0117	2.03	1.17	12.14
TUB-335	BZ-04	2657.83	2656.63	1.20	BZ-05	2655.33	2654.13	1.20	0.010	153.60	48.70	5.13	1.50	0.0187	0.0117	5.90	1.50	0.0187	0.0013	0.0117	2.04	1.17	12.15
TUB-336	BZ-356	2646.00	2644.80	1.20	BZ-19	2644.65	2643.45	1.20	0.010	192.20	29.80	4.53	1.50	0.0160	0.0103	4.56	1.84	0.0199	0.0016	0.0126	2.11	1.15	10.37

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-337	BZ-191	2689.06	2687.86	1.20	BZ-121	2686.63	2685.43	1.20	0.010	153.60	43.90	5.54	1.50	0.0183	0.0115	6.25	1.50	0.0183	0.0012	0.0115	2.02	1.20	11.93
TUB-338	BZ-111	2680.99	2679.79	1.20	BZ-112	2679.51	2678.31	1.20	0.010	153.60	23.30	6.35	1.50	0.0177	0.0112	6.96	1.50	0.0177	0.0012	0.0112	1.99	1.26	11.55
TUB-339	BZ-364	2623.05	2621.85	1.20	BZ-365	2622.54	2621.34	1.20	0.010	192.20	42.00	1.21	13.89	0.0758	0.0408	4.85	21.97	0.0984	0.0149	0.0488	4.15	1.47	51.17
TUB-340	BZ-222	2669.64	2668.44	1.20	BZ-223	2667.86	2666.66	1.20	0.010	153.60	36.00	4.94	1.50	0.0188	0.0118	5.73	1.50	0.0188	0.0013	0.0118	2.04	1.15	12.26
TUB-341	BZ-98	2675.25	2674.05	1.20	BZ-99	2674.06	2672.86	1.20	0.010	153.60	25.90	4.59	1.50	0.0192	0.0120	5.41	1.50	0.0192	0.0013	0.0120	2.06	1.12	12.48
TUB-342	BZ-31	2649.83	2648.63	1.20	BZ-32	2648.28	2647.08	1.20	0.010	153.60	25.70	6.03	1.50	0.0180	0.0113	6.68	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	2.00	1.24	11.69
TUB-343	BZ-32	2648.28	2647.08	1.20	BZ-33	2646.50	2645.30	1.20	0.010	153.60	36.80	4.84	1.50	0.0189	0.0119	5.63	1.50	0.0189	0.0013	0.0119	2.05	1.15	12.32
TUB-344	BZ-214	2657.36	2656.16	1.20	BZ-215	2653.44	2652.24	1.20	0.010	192.20	65.70	5.97	1.50	0.0169	0.0108	6.33	1.50	0.0169	0.0013	0.0108	1.96	1.20	8.82
TUB-345	BZ-135	2658.78	2657.58	1.20	BZ-136	2658.43	2657.23	1.20	0.010	192.20	13.40	2.61	2.00	0.0237	0.0149	3.80	3.17	0.0295	0.0028	0.0183	2.54	1.12	15.37
TUB-346	BZ-307	2708.35	2707.10	1.25	BZ-319	2706.37	2705.17	1.20	0.010	153.60	33.40	5.78	1.50	0.0181	0.0114	6.47	1.50	0.0181	0.0012	0.0114	2.01	1.22	11.81
TUB-347	BZ-63	2696.53	2695.33	1.20	BZ-72	2695.33	2694.13	1.20	0.010	153.60	25.40	4.72	1.50	0.0190	0.0119	5.53	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	2.05	1.14	12.39
TUB-348	BZ-142	2674.37	2673.17	1.20	BZ-143	2673.42	2672.22	1.20	0.010	153.60	20.40	4.66	1.50	0.0191	0.0120	5.47	1.50	0.0191	0.0013	0.0120	2.06	1.13	12.44
TUB-349	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	BZ-199	2694.14	2692.94	1.20	0.010	153.60	43.60	4.63	1.50	0.0191	0.0120	5.45	1.50	0.0191	0.0013	0.0120	2.06	1.13	12.45
TUB-350	BZ-215	2653.44	2652.24	1.20	BZ-190	2651.12	2649.92	1.20	0.010	192.20	50.10	4.63	1.50	0.0180	0.0115	5.20	1.50	0.0180	0.0014	0.0115	2.01	1.09	9.36
TUB-351	BZ-01	2664.18	2662.98	1.20	BZ-02	2662.49	2661.29	1.20	0.010	153.60	36.80	4.59	1.50	0.0192	0.0120	5.41	1.50	0.0192	0.0013	0.0120	2.06	1.12	12.48
TUB-352	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	BZ-186	2655.45	2654.25	1.20	0.010	153.60	32.90	4.56	1.50	0.0192	0.0120	5.38	1.50	0.0192	0.0013	0.0120	2.06	1.12	12.50
TUB-353	BZ-376	2615.22	2612.57	2.65	BZ-377	2614.57	2612.42	2.15	0.010	192.20	31.70	0.47	14.21	0.1005	0.0494	2.29	22.48	0.1364	0.0220	0.0572	4.49	1.02	70.97
TUB-354	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	BZ-286	2722.10	2720.90	1.20	0.010	153.60	47.60	4.54	1.50	0.0192	0.0121	5.36	1.50	0.0192	0.0013	0.0121	2.06	1.12	12.52
TUB-355	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	0.010	153.60	50.40	4.52	1.50	0.0192	0.0121	5.35	1.50	0.0192	0.0013	0.0121	2.06	1.12	12.52
TUB-356	BZ-29	2667.84	2666.64	1.20	BZ-351	2666.33	2665.13	1.20	0.010	153.60	33.60	4.49	1.50	0.0193	0.0121	5.32	1.50	0.0193	0.0013	0.0121	2.07	1.12	12.54
TUB-357	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	BZ-278	2725.23	2724.03	1.20	0.010	153.60	43.40	4.45	1.50	0.0193	0.0121	5.28	1.50	0.0193	0.0013	0.0121	2.07	1.11	12.58
TUB-358	BZ-150	2665.12	2663.92	1.20	BZ-151	2664.57	2663.37	1.20	0.010	153.60	13.10	4.20	1.50	0.0196	0.0123	5.05	1.50	0.0196	0.0014	0.0123	2.08	1.09	12.75
TUB-359	BZ-233	2709.63	2708.43	1.20	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	0.010	153.60	40.70	4.30	1.50	0.0195	0.0122	5.14	1.50	0.0195	0.0014	0.0122	2.08	1.10	12.68
TUB-360	BZ-96	2678.48	2677.28	1.20	BZ-97	2677.58	2676.38	1.20	0.010	153.60	22.50	4.00	1.50	0.0198	0.0124	4.86	1.50	0.0198	0.0014	0.0124	2.09	1.07	12.90
TUB-361	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	BZ-339	2743.75	2742.55	1.20	0.010	153.60	16.90	4.26	1.50	0.0195	0.0122	5.11	1.50	0.0195	0.0014	0.0122	2.08	1.10	12.71
TUB-362	BZ-166	2652.21	2651.01	1.20	BZ-167	2651.55	2650.00	1.55	0.010	192.20	40.00	1.65	1.50	0.0228	0.0143	2.32	2.32	0.0284	0.0027	0.0176	2.49	0.87	14.77
TUB-363	BZ-305	2741.85	2740.65	1.20	BZ-304	2740.59	2739.39	1.20	0.010	153.60	45.00	2.80	1.50	0.0216	0.0134	3.69	1.50	0.0216	0.0016	0.0134	2.18	0.95	14.06
TUB-364	BZ-201	2693.39	2692.19	1.20	BZ-202	2691.67	2690.47	1.20	0.010	153.60	32.90	5.23	1.50	0.0186	0.0117	5.98	1.50	0.0186	0.0013	0.0117	2.03	1.18	12.10
TUB-365	BZ-69	2664.00	2662.80	1.20	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	0.010	153.60	32.40	3.98	1.50	0.0198	0.0124	4.84	1.50	0.0198	0.0014	0.0124	2.09	1.07	12.91
TUB-366	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	0.010	153.60	50.60	3.97	1.50	0.0198	0.0124	4.84	1.50	0.0198	0.0014	0.0124	2.09	1.07	12.92
TUB-367	BZ-30	2650.75	2649.55	1.20	BZ-31	2649.83	2648.63	1.20	0.010	153.60	30.90	2.98	1.50	0.0213	0.0133	3.87	1.50	0.0213	0.0016	0.0133	2.16	0.97	13.85
TUB-368	BZ-53	2651.86	2650.66	1.20	BZ-52	2650.58	2649.38	1.20	0.010	153.60	32.50	3.94	1.50	0.0199	0.0124	4.80	1.50	0.0199	0.0014	0.0124	2.10	1.07	12.95
TUB-369	BZ-115	2685.83	2684.63	1.20	BZ-116	2683.36	2682.16	1.20	0.010	153.60	57.50	4.30	1.50	0.0195	0.0122	5.14	1.50	0.0195	0.0014	0.0122	2.08	1.10	12.68
TUB-370	BZ-06	2654.74	2653.54	1.20	BZ-07	2653.63	2652.43	1.20	0.010	153.60	29.50	3.76	1.50	0.0201	0.0126	4.64	1.50	0.0201	0.0014	0.0126	2.11	1.05	13.09
TUB-371	BZ-139	2651.29	2650.09	1.20	BZ-167	2651.55	2650.00	1.55	0.010	192.20	11.00	0.82	2.18	0.0327	0.0200	1.61	3.45	0.0409	0.0045	0.0245	2.94	0.76	21.30
TUB-372	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	BZ-254	2699.39	2698.19	1.20	0.010	153.60	23.70	3.71	1.50	0.0202	0.0126	4.59	1.50	0.0202	0.0014	0.0126	2.11	1.04	13.13
TUB-373	BZ-250	2688.54	2687.34	1.20	BZ-251	2687.13	2685.93	1.20	0.010	153.60	38.60	3.65	1.50	0.0203	0.0127	4.53	1.50	0.0203	0.0014	0.0127	2.11	1.04	13.18
TUB-374	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	BZ-82	2657.13	2655.93	1.20	0.010	153.60	45.50	3.65	1.50	0.0203	0.0127	4.53	1.50	0.0203	0.0014	0.0127	2.11	1.04	13.19
TUB-375	BZ-42	2690.21	2689.01	1.20	BZ-43	2689.86	2688.66	1.20	0.010	153.60	9.60	3.65	1.50	0.0203	0.0127	4.52	1.50	0.0203	0.0014	0.0127	2.11	1.04	13.19
TUB-376	BZ-108	2700.27	2699.07	1.20	BZ-109	2698.55	2697.35	1.20	0.010	153.60	47.30	3.64	1.50	0.0203	0.0127	4.52	1.50	0.0203	0.0014	0.0127	2.12	1.04	13.20
TUB-377	BZ-341	2708.40	2707.20	1.20	BZ-307	2708.35	2707.10	1.25	0.010	153.60	9.60	1.04	1.50	0.0275	0.0167	1.71	1.50	0.0275	0.0022	0.0167	2.43	0.67	17.87
TUB-378	BZ-193	2692.30	2691.10	1.20	BZ-192	2691.10	2689.90	1.20	0.010	153.60	41.70	2.88	1.50	0.0214	0.0134	3.77	1.50	0.0214	0.0016	0.0134	2.17	0.95	13.96
TUB-379	BZ-317	2710.46	2709.21	1.25	BZ-318	2710.27	2709.02	1.25	0.010	153.60	34.20	0.56	1.50	0.0321	0.0192	1.05	1.50	0.0321	0.0028	0.0192	2.61	0.54	20.87
TUB-380	BZ-121	2686.63	2685.43	1.20	BZ-114	2686.25	2685.05	1.20	0.010	153.60	11.40	3.33	1.50	0.0207	0.0129	4.22	1.50	0.0207	0.0015	0.0129	2.14	1.01	13.48
TUB-381	BZ-91	2668.28	2667.08	1.20	BZ-92	2666.75	2665.55	1.20	0.010	153.60	44.70	3.42	1.50	0.0206	0.0128	4.31	1.50	0.0206	0.0015	0.0128	2.13	1.01	13.39
TUB-382	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	0.010	153.60	47.50	3.35	1.50	0.0207	0.0129	4.23	1.50	0.0207	0.0015	0.0129	2.14	1.01	13.46
TUB-383	BZ-132	2661.91	2660.21	1.70	BZ-133	2660.90	2659.70	1.20	0.010	192.20	22.30	2.29	1.84	0.0235	0.0147	3.31	2.91	0.0293	0.0028	0.0181	2.53	1.04	15.24
TUB-384	BZ-147	2669.45	2668.25	1.20	BZ-148	2668.84	2667.64	1.20	0.010	153.60	23.10	2.64	1.50	0.0219	0.0136	3.52	1.50	0.0219	0.0016	0.0136	2.19	0.93	14.26

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-385	BZ-54	2653.36	2652.16	1.20	BZ-53	2651.86	2650.66	1.20	0.010	153.60	45.70	3.28	1.50	0.0208	0.0130	4.17	1.50	0.0208	0.0015	0.0130	2.14	1.00	13.53
TUB-386	BZ-94	2646.63	2645.43	1.20	BZ-95	2645.49	2644.29	1.20	0.010	153.60	39.90	2.86	1.50	0.0214	0.0133	3.73	2.35	0.0267	0.0022	0.0163	2.40	1.09	17.39
TUB-387	BZ-277	2734.81	2733.61	1.20	BZ-332	2734.71	2733.46	1.25	0.010	153.60	28.00	0.54	1.50	0.0323	0.0194	1.02	1.50	0.0323	0.0028	0.0194	2.62	0.53	21.06
TUB-388	BZ-332	2734.71	2733.46	1.25	BZ-285	2732.58	2731.38	1.20	0.010	153.60	42.30	4.92	1.50	0.0189	0.0118	5.71	1.50	0.0189	0.0013	0.0118	2.04	1.15	12.28
TUB-389	BZ-230	2659.55	2658.35	1.20	BZ-210	2659.66	2658.11	1.55	0.010	153.60	57.20	0.42	2.40	0.0435	0.0250	1.03	3.79	0.0553	0.0060	0.0304	3.28	0.63	36.01
TUB-390	BZ-67	2663.77	2662.57	1.20	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	0.010	153.60	41.50	3.06	1.50	0.0211	0.0132	3.95	1.50	0.0211	0.0015	0.0132	2.16	0.98	13.76
TUB-391	BZ-330	2734.51	2733.31	1.20	BZ-331	2735.16	2733.16	2.00	0.010	153.60	21.30	0.70	1.50	0.0302	0.0183	1.26	1.50	0.0302	0.0026	0.0183	2.54	0.58	19.68
TUB-392	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	BZ-83	2661.80	2660.60	1.20	0.010	153.60	29.90	3.04	1.50	0.0212	0.0132	3.93	1.50	0.0212	0.0015	0.0132	2.16	0.97	13.78
TUB-393	BZ-200	2693.54	2692.34	1.20	BZ-201	2693.39	2692.19	1.20	0.010	153.60	15.10	0.99	1.50	0.0278	0.0169	1.65	1.50	0.0278	0.0023	0.0169	2.44	0.66	18.08
TUB-394	BZ-143	2673.42	2672.22	1.20	BZ-144	2672.86	2671.66	1.20	0.010	153.60	19.30	2.90	1.50	0.0214	0.0133	3.79	1.50	0.0214	0.0016	0.0133	2.17	0.96	13.94
TUB-395	BZ-134	2658.92	2657.72	1.20	BZ-135	2658.78	2657.58	1.20	0.010	192.20	27.50	0.51	1.95	0.0347	0.0212	1.06	3.08	0.0436	0.0049	0.0259	3.02	0.62	22.66
TUB-396	BZ-243	2692.72	2691.52	1.20	BZ-202	2691.67	2690.47	1.20	0.010	153.60	40.10	2.62	1.50	0.0219	0.0136	3.50	1.50	0.0219	0.0016	0.0136	2.19	0.92	14.29
TUB-397	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	BZ-271	2786.27	2785.07	1.20	0.010	153.60	43.40	2.86	1.50	0.0215	0.0134	3.74	1.50	0.0215	0.0016	0.0134	2.17	0.95	13.99
TUB-398	BZ-252	2674.30	2673.10	1.20	BZ-246	2673.31	2672.11	1.20	0.010	153.60	15.80	6.27	2.25	0.0216	0.0135	8.26	3.56	0.0270	0.0022	0.0165	2.41	1.62	17.60
TUB-399	BZ-89	2673.03	2671.23	1.80	BZ-90	2670.91	2669.71	1.20	0.010	153.60	48.70	3.12	1.50	0.0210	0.0131	4.01	1.50	0.0210	0.0015	0.0131	2.15	0.98	13.69
TUB-400	BZ-180	2632.84	2631.64	1.20	BZ-179	2632.61	2631.41	1.20	0.010	153.60	27.10	0.85	1.50	0.0289	0.0175	1.46	1.50	0.0289	0.0024	0.0175	2.49	0.62	18.80
TUB-401	BZ-05	2655.33	2654.13	1.20	BZ-06	2654.74	2653.54	1.20	0.010	153.60	22.00	2.68	1.50	0.0218	0.0136	3.57	1.50	0.0218	0.0016	0.0136	2.19	0.93	14.20
TUB-402	BZ-352	2638.18	2636.98	1.20	BZ-22	2637.50	2636.30	1.20	0.010	192.20	54.30	1.25	2.91	0.0339	0.0207	2.54	4.61	0.0425	0.0048	0.0254	2.99	0.97	22.13
TUB-403	BZ-157	2657.16	2655.96	1.20	BZ-158	2657.27	2655.87	1.40	0.010	153.60	10.20	0.88	1.50	0.0260	0.0159	1.38	1.95	0.0326	0.0029	0.0195	2.62	0.68	21.20
TUB-404	BZ-116	2683.36	2682.16	1.20	BZ-117	2682.38	2681.18	1.20	0.010	153.60	36.90	2.66	1.50	0.0219	0.0136	3.54	1.50	0.0219	0.0016	0.0136	2.19	0.93	14.24
TUB-405	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	BZ-194	2696.71	2695.51	1.20	0.010	153.60	55.30	2.64	1.50	0.0219	0.0136	3.52	1.50	0.0219	0.0016	0.0136	2.19	0.93	14.26
TUB-406	BZ-69	2664.00	2662.80	1.20	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	0.010	153.60	59.50	2.52	1.50	0.0221	0.0138	3.40	1.50	0.0221	0.0016	0.0138	2.20	0.91	14.42
TUB-407	BZ-118	2682.86	2680.81	2.05	BZ-119	2681.76	2680.56	1.20	0.010	192.20	16.00	1.56	1.50	0.0233	0.0147	2.24	1.50	0.0233	0.0020	0.0147	2.27	0.75	12.13
TUB-408	BZ-126	2672.04	2670.84	1.20	BZ-127	2671.29	2670.09	1.20	0.010	153.60	33.00	2.27	1.50	0.0227	0.0141	3.14	1.50	0.0227	0.0017	0.0141	2.23	0.88	14.78
TUB-409	BZ-110	2691.42	2690.22	1.20	BZ-355	2690.66	2689.46	1.20	0.010	153.60	31.10	2.44	1.50	0.0223	0.0139	3.32	1.50	0.0223	0.0017	0.0139	2.21	0.90	14.53
TUB-410	BZ-154	2659.77	2657.97	1.80	BZ-155	2659.79	2657.89	1.90	0.010	153.60	10.90	0.73	1.50	0.0260	0.0159	1.15	1.78	0.0326	0.0029	0.0195	2.63	0.62	21.21
TUB-411	BZ-86	2678.00	2675.65	2.35	BZ-87	2676.78	2675.53	1.25	0.010	153.60	22.20	0.54	1.50	0.0323	0.0194	1.03	1.50	0.0323	0.0028	0.0194	2.61	0.53	21.01
TUB-412	BZ-294	2718.40	2716.20	2.20	BZ-287	2717.63	2715.88	1.75	0.010	153.60	52.40	0.61	1.50	0.0313	0.0188	1.13	1.50	0.0313	0.0027	0.0188	2.58	0.55	20.38
TUB-413	BZ-382	2708.98	2707.78	1.20	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	0.010	153.60	48.80	2.25	1.50	0.0228	0.0141	3.12	1.50	0.0228	0.0017	0.0141	2.23	0.88	14.81
TUB-414	BZ-21	2638.66	2637.46	1.20	BZ-352	2638.18	2636.98	1.20	0.010	192.20	32.10	1.50	2.84	0.0321	0.0197	2.89	4.50	0.0402	0.0044	0.0241	2.92	1.02	20.92
TUB-415	BZ-210	2659.66	2658.11	1.55	BZ-211	2659.58	2658.08	1.50	0.010	153.60	8.40	0.36	4.29	0.0618	0.0330	1.16	6.79	0.0803	0.0098	0.0395	3.73	0.69	52.25
TUB-416	BZ-88	2672.51	2671.31	1.20	BZ-89	2673.03	2671.23	1.80	0.010	153.60	13.10	0.61	1.50	0.0313	0.0188	1.13	1.50	0.0313	0.0027	0.0188	2.58	0.55	20.38
TUB-417	BZ-319	2706.37	2705.17	1.20	BZ-320	2705.85	2704.65	1.20	0.010	153.60	29.40	1.77	1.50	0.0241	0.0149	2.58	1.50	0.0241	0.0019	0.0149	2.29	0.80	15.71
TUB-418	BZ-51	2650.30	2649.10	1.20	BZ-50	2650.80	2649.00	1.80	0.010	153.60	14.90	0.67	1.50	0.0306	0.0185	1.21	1.50	0.0306	0.0026	0.0185	2.55	0.57	19.91
TUB-419	BZ-287	2717.63	2716.43	1.20	BZ-327	2716.89	2715.69	1.20	0.010	153.60	39.20	1.89	1.50	0.0238	0.0147	2.71	1.50	0.0238	0.0018	0.0147	2.28	0.82	15.46
TUB-420	BZ-48	2652.01	2650.81	1.20	BZ-49	2651.30	2650.10	1.20	0.010	153.60	54.10	1.31	1.50	0.0259	0.0159	2.05	1.50	0.0259	0.0021	0.0159	2.37	0.72	16.89
TUB-421	BZ-52	2650.58	2649.38	1.20	BZ-51	2650.30	2649.10	1.20	0.010	153.60	15.00	1.87	1.50	0.0238	0.0147	2.69	1.50	0.0238	0.0018	0.0147	2.28	0.82	15.51
TUB-422	BZ-144	2672.86	2671.66	1.20	BZ-145	2672.74	2671.54	1.20	0.010	153.60	17.20	0.70	1.50	0.0303	0.0183	1.25	1.50	0.0303	0.0026	0.0183	2.54	0.58	19.72
TUB-423	BZ-38	2655.92	2654.72	1.20	BZ-37	2655.48	2654.28	1.20	0.010	192.20	40.00	1.10	1.50	0.0254	0.0159	1.71	1.50	0.0254	0.0023	0.0159	2.37	0.66	13.20
TUB-424	BZ-291	2748.73	2747.53	1.20	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	0.010	153.60	40.00	2.58	1.50	0.0220	0.0137	3.45	1.50	0.0220	0.0016	0.0137	2.20	0.92	14.34
TUB-425	BZ-314	2725.72	2724.52	1.20	BZ-313	2724.41	2723.21	1.20	0.010	153.60	16.30	8.04	1.50	0.0168	0.0106	8.35	1.50	0.0168	0.0011	0.0106	1.93	1.37	10.91
TUB-426	BZ-331	2735.16	2733.16	2.00	BZ-277	2734.81	2732.86	1.95	0.010	153.60	55.00	0.55	1.50	0.0322	0.0193	1.03	1.50	0.0322	0.0028	0.0193	2.61	0.53	20.96
TUB-427	BZ-302	2741.03	2739.83	1.20	BZ-303	2740.63	2739.43	1.20	0.010	153.60	40.80	0.98	1.50	0.0279	0.0170	1.63	1.50	0.0279	0.0023	0.0170	2.45	0.65	18.14
TUB-428	BZ-33	2646.50	2645.30	1.20	BZ-357	2646.00	2644.80	1.20	0.010	153.60	29.60	1.69	1.50	0.0244	0.0150	2.49	1.50	0.0244	0.0019	0.0150	2.30	0.79	15.89
TUB-429	BZ-335	2747.90	2746.70	1.20	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	0.010	153.60	35.90	0.56	1.50	0.0320	0.0192	1.05	1.50	0.0320	0.0028	0.0192	2.61	0.54	20.85
TUB-430	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	0.010	153.60	43.40	1.66	1.50	0.0245	0.0151	2.46	1.50	0.0245	0.0019	0.0151	2.31	0.79	15.96
TUB-431	BZ-325	2712.14	2710.94	1.20	BZ-326	2710.99	2709.79	1.20	0.010	153.60	51.50	2.23	1.50	0.0228	0.0141	3.09	1.50	0.0228	0.0017	0.0141	2.23	0.87	14.85
TUB-432	BZ-320	2705.85	2704.65	1.20	BZ-321	2705.93	2704.58	1.35	0.010	153.60	8.50	0.82	1.50	0.0291	0.0176	1.42	1.50	0.0291	0.0024	0.0176	2.50	0.61	18.94

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-433	BZ-175	2642.29	2641.09	1.20	BZ-174	2641.50	2640.30	1.20	0.010	153.60	30.10	2.62	1.50	0.0219	0.0136	3.51	1.50	0.0219	0.0016	0.0136	2.19	0.92	14.28
TUB-434	BZ-39	2670.72	2669.52	1.20	BZ-40	2670.39	2669.19	1.20	0.010	153.60	20.30	1.63	1.50	0.0246	0.0152	2.42	1.50	0.0246	0.0019	0.0152	2.31	0.78	16.04
TUB-435	BZ-212	2658.04	2656.84	1.20	BZ-213	2658.91	2656.61	2.30	0.010	153.60	39.10	0.59	1.50	0.0316	0.0190	1.10	1.50	0.0316	0.0027	0.0190	2.59	0.55	20.57
TUB-436	BZ-176	2642.70	2641.50	1.20	BZ-175	2642.29	2641.09	1.20	0.010	192.20	44.50	0.92	1.50	0.0265	0.0165	1.49	1.50	0.0265	0.0024	0.0165	2.41	0.62	13.77
TUB-437	BZ-321	2705.93	2704.58	1.35	BZ-322	2705.18	2703.98	1.20	0.010	153.60	56.40	1.06	1.50	0.0273	0.0167	1.74	1.50	0.0273	0.0022	0.0167	2.43	0.67	17.78
TUB-438	BZ-162	2654.21	2653.01	1.20	BZ-163	2654.34	2652.94	1.40	0.010	153.60	6.80	1.03	1.50	0.0264	0.0162	1.63	2.18	0.0331	0.0029	0.0198	2.64	0.74	21.54
TUB-439	BZ-211	2659.58	2658.08	1.50	BZ-219	2658.11	2656.91	1.20	0.010	153.60	42.70	2.74	4.31	0.0364	0.0215	5.78	6.82	0.0460	0.0047	0.0262	3.04	1.46	29.95
TUB-440	BZ-324	2712.93	2711.43	1.50	BZ-325	2712.14	2710.94	1.20	0.010	153.60	34.40	1.42	1.50	0.0254	0.0156	2.18	1.50	0.0254	0.0020	0.0156	2.35	0.75	16.56
TUB-441	BZ-124	2676.46	2675.26	1.20	BZ-125	2675.93	2674.73	1.20	0.010	153.60	31.50	1.68	1.50	0.0244	0.0151	2.48	1.50	0.0244	0.0019	0.0151	2.31	0.79	15.90
TUB-442	BZ-114	2686.25	2685.05	1.20	BZ-115	2685.83	2684.63	1.20	0.010	153.60	51.10	0.82	1.50	0.0291	0.0176	1.42	1.50	0.0291	0.0024	0.0176	2.50	0.61	18.94
TUB-443	BZ-82	2657.13	2655.93	1.20	BZ-80	2657.07	2655.67	1.40	0.010	153.60	46.90	0.55	1.50	0.0321	0.0192	1.05	1.50	0.0321	0.0028	0.0192	2.61	0.53	20.88
TUB-444	BZ-186	2655.45	2654.25	1.20	BZ-185	2655.80	2654.15	1.65	0.010	153.60	10.70	0.93	1.50	0.0282	0.0172	1.57	1.50	0.0282	0.0023	0.0172	2.46	0.64	18.36
TUB-445	BZ-106	2708.22	2707.02	1.20	BZ-107	2707.66	2706.46	1.20	0.010	153.60	40.00	1.40	1.50	0.0255	0.0157	2.15	1.50	0.0255	0.0020	0.0157	2.35	0.74	16.63
TUB-446	BZ-18	2646.35	2645.15	1.20	BZ-356	2646.00	2644.80	1.20	0.010	192.20	30.30	1.16	1.50	0.0213	0.0135	1.53	1.70	0.0266	0.0024	0.0166	2.42	0.70	13.84
TUB-447	BZ-199	2694.14	2692.94	1.20	BZ-200	2693.54	2692.34	1.20	0.010	153.60	43.60	1.38	1.50	0.0257	0.0157	2.12	1.50	0.0257	0.0020	0.0157	2.36	0.74	16.70
TUB-448	BZ-346	2689.46	2688.26	1.20	BZ-261	2689.30	2688.05	1.25	0.010	153.60	33.80	0.62	1.50	0.0312	0.0188	1.14	1.50	0.0312	0.0027	0.0188	2.57	0.56	20.30
TUB-449	BZ-361	2660.59	2659.39	1.20	BZ-216	2660.24	2659.04	1.20	0.010	153.60	18.50	1.89	1.50	0.0237	0.0147	2.72	1.50	0.0237	0.0018	0.0147	2.28	0.82	15.46
TUB-450	BZ-09	2669.18	2667.83	1.35	BZ-10	2668.29	2667.09	1.20	0.010	153.60	44.60	1.66	1.50	0.0245	0.0151	2.46	1.50	0.0245	0.0019	0.0151	2.31	0.79	15.96
TUB-451	BZ-313	2724.41	2723.21	1.20	BZ-312	2725.19	2722.89	2.30	0.010	153.60	59.10	0.54	1.50	0.0323	0.0193	1.03	1.50	0.0323	0.0028	0.0193	2.61	0.53	21.00
TUB-452	BZ-22	2637.50	2636.30	1.20	BZ-23	2636.82	2635.62	1.20	0.010	192.20	43.00	1.58	2.91	0.0320	0.0197	3.05	4.61	0.0401	0.0044	0.0241	2.92	1.05	20.89
TUB-453	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	0.010	153.60	50.10	1.28	1.50	0.0261	0.0160	2.00	1.50	0.0261	0.0021	0.0160	2.38	0.72	17.01
TUB-454	BZ-242	2710.62	2709.42	1.20	BZ-317	2710.46	2709.21	1.25	0.010	153.60	36.30	0.58	1.50	0.0317	0.0191	1.08	1.50	0.0317	0.0028	0.0191	2.59	0.54	20.66
TUB-455	BZ-100	2671.54	2670.34	1.20	BZ-101	2671.12	2669.92	1.20	0.010	192.20	45.10	0.93	1.50	0.0264	0.0165	1.50	1.50	0.0264	0.0024	0.0165	2.41	0.62	13.74
TUB-456	BZ-323	2712.86	2711.66	1.20	BZ-324	2712.93	2711.43	1.50	0.010	153.60	43.50	0.53	1.50	0.0324	0.0194	1.01	1.50	0.0324	0.0029	0.0194	2.62	0.53	21.12
TUB-457	BZ-293	2717.70	2716.50	1.20	BZ-294	2718.40	2716.20	2.20	0.010	153.60	52.10	0.58	1.50	0.0318	0.0191	1.08	1.50	0.0318	0.0028	0.0191	2.60	0.54	20.68
TUB-458	BZ-336	2768.83	2767.63	1.20	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	0.010	153.60	36.50	0.60	1.50	0.0314	0.0189	1.12	1.50	0.0314	0.0027	0.0189	2.58	0.55	20.45
TUB-459	BZ-85	2677.00	2675.80	1.20	BZ-86	2678.00	2675.65	2.35	0.010	153.60	27.40	0.55	1.50	0.0322	0.0193	1.04	1.50	0.0322	0.0028	0.0193	2.61	0.53	20.94
TUB-460	BZ-213	2658.91	2656.61	2.30	BZ-214	2657.36	2656.16	1.20	0.010	153.60	51.40	0.88	1.50	0.0287	0.0174	1.49	1.50	0.0287	0.0024	0.0174	2.48	0.63	18.65
TUB-461	BZ-256	2691.32	2690.12	1.20	BZ-346	2689.46	2688.26	1.20	0.010	153.60	34.00	5.47	1.50	0.0184	0.0116	6.20	1.50	0.0184	0.0013	0.0116	2.02	1.20	11.97
TUB-462	BZ-335	2747.90	2746.70	1.20	BZ-276	2747.33	2746.13	1.20	0.010	153.60	35.80	1.59	1.50	0.0248	0.0152	2.38	1.50	0.0248	0.0019	0.0152	2.32	0.78	16.12
TUB-463	BZ-183	2656.78	2655.58	1.20	BZ-184	2656.75	2655.45	1.30	0.010	153.60	22.30	0.58	1.50	0.0317	0.0190	1.09	1.50	0.0317	0.0028	0.0190	2.59	0.54	20.62
TUB-464	BZ-08	2669.27	2668.07	1.20	BZ-09	2669.18	2667.83	1.35	0.010	153.60	39.00	0.62	1.50	0.0313	0.0188	1.13	1.50	0.0313	0.0027	0.0188	2.58	0.55	20.35
TUB-465	BZ-37	2655.48	2654.28	1.20	BZ-15	2654.89	2653.69	1.20	0.010	192.20	49.30	1.20	1.50	0.0249	0.0156	1.82	1.50	0.0249	0.0022	0.0156	2.34	0.68	12.93
TUB-466	BZ-228	2681.46	2680.26	1.20	BZ-226	2680.90	2679.70	1.20	0.010	153.60	58.50	0.96	1.50	0.0280	0.0171	1.60	1.50	0.0280	0.0023	0.0171	2.45	0.65	18.25
TUB-467	BZ-303	2740.63	2739.43	1.20	BZ-304	2740.59	2739.19	1.40	0.010	153.60	36.90	0.65	1.50	0.0308	0.0186	1.18	1.50	0.0308	0.0027	0.0186	2.56	0.57	20.07
TUB-468	BZ-131	2661.53	2660.33	1.20	BZ-132	2661.91	2660.21	1.70	0.010	153.60	14.80	0.81	1.50	0.0292	0.0177	1.41	1.50	0.0292	0.0025	0.0177	2.50	0.61	19.01
TUB-469	BZ-211	2659.58	2658.38	1.20	BZ-212	2658.04	2656.84	1.20	0.010	153.60	50.00	3.08	1.50	0.0211	0.0132	3.97	1.50	0.0211	0.0015	0.0132	2.16	0.98	13.74
TUB-470	BZ-13	2658.79	2657.59	1.20	BZ-14	2658.25	2657.05	1.20	0.010	192.20	61.80	0.87	1.50	0.0268	0.0167	1.43	1.50	0.0268	0.0025	0.0167	2.43	0.61	13.95
TUB-471	BZ-269	2707.85	2706.65	1.20	BZ-345	2707.58	2706.38	1.20	0.010	153.60	31.90	0.85	1.50	0.0289	0.0175	1.45	1.50	0.0289	0.0024	0.0175	2.49	0.62	18.81
TUB-472	BZ-345	2707.58	2706.38	1.20	BZ-268	2707.50	2706.20	1.30	0.010	153.60	33.00	0.55	1.50	0.0322	0.0193	1.03	1.50	0.0322	0.0028	0.0193	2.61	0.53	20.96
TUB-473	BZ-326	2710.99	2709.79	1.20	BZ-242	2710.62	2709.42	1.20	0.010	153.60	43.70	0.85	1.50	0.0289	0.0175	1.45	1.50	0.0289	0.0024	0.0175	2.49	0.62	18.81
TUB-474	BZ-117	2682.38	2681.18	1.20	BZ-118	2682.86	2680.81	2.05	0.010	192.20	62.60	0.59	1.50	0.0295	0.0182	1.06	1.50	0.0295	0.0028	0.0182	2.54	0.53	15.34
TUB-475	BZ-119	2681.76	2680.56	1.20	BZ-105	2681.39	2680.19	1.20	0.010	153.60	45.00	0.82	1.50	0.0291	0.0176	1.42	1.50	0.0291	0.0024	0.0176	2.50	0.61	18.94

REPORTE DEL MODELAMIENTO EN SEWERCAD DEL PROYECTO : Buzones

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 01	585154.89	8547023.02	2664.18	2662.98	1.20	1.50
BZ- 02	585156.22	8547059.60	2662.49	2661.29	1.20	1.50
BZ- 03	585182.79	8547106.23	2659.68	2658.48	1.20	1.50
BZ- 04	585200.66	8547128.97	2657.83	2656.63	1.20	1.50
BZ- 05	585231.18	8547167.95	2655.33	2654.13	1.20	1.50
BZ- 06	585243.01	8547187.40	2654.74	2653.54	1.20	1.50
BZ- 07	585263.00	8547209.04	2653.63	2652.43	1.20	1.50
BZ- 08	585019.84	8547036.91	2669.27	2668.07	1.20	1.50
BZ- 09	585051.63	8547014.31	2669.18	2667.68	1.50	1.50
BZ- 10	585088.14	8546988.62	2668.29	2667.09	1.20	1.50
BZ- 11	585107.09	8547019.38	2663.53	2662.33	1.20	1.50
BZ- 12	585117.65	8547034.09	2662.10	2660.90	1.20	1.50
BZ- 13	585100.29	8547091.21	2658.79	2657.59	1.20	1.50
BZ- 14	585103.23	8547152.94	2658.25	2657.05	1.20	1.50
BZ- 15	585174.83	8547239.65	2654.89	2653.39	1.50	2.09
BZ- 16	585176.72	8547221.91	2650.14	2648.94	1.20	2.09
BZ- 17	585191.52	8547239.78	2648.74	2647.54	1.20	2.09
BZ- 18	585224.15	8547258.98	2646.35	2645.15	1.20	2.09
BZ- 19	585274.86	8547291.30	2644.65	2643.45	1.20	2.91
BZ- 20	585304.17	8547294.73	2641.02	2639.22	1.80	3.28
BZ- 21	585323.41	8547304.85	2638.66	2637.46	1.20	3.28
BZ- 22	585321.54	8547391.19	2637.50	2636.00	1.50	3.28
BZ- 23	585328.51	8547433.61	2636.82	2635.62	1.20	3.28
BZ- 24	585331.75	8547467.92	2634.09	2632.89	1.20	3.28
BZ- 25	585336.05	8547470.84	2633.49	2632.29	1.20	3.28
BZ- 26	585338.89	8547488.85	2632.46	2630.96	1.50	3.28
BZ- 27	585365.17	8547508.66	2630.15	2628.95	1.20	22.68
BZ- 28	585392.75	8547527.55	2629.54	2626.74	2.80	22.68
BZ- 29	585112.21	8546950.54	2667.84	2666.64	1.20	1.50
BZ- 30	585201.00	8547194.67	2650.75	2649.55	1.20	1.50
BZ- 31	585178.87	8547216.22	2649.83	2648.33	1.50	1.50
BZ- 32	585193.70	8547237.16	2648.28	2647.08	1.20	1.50
BZ- 33	585225.55	8547255.68	2646.50	2645.30	1.20	1.50
BZ- 34	585277.08	8547287.74	2643.72	2642.52	1.20	1.50
BZ- 35	585303.53	8547291.79	2640.92	2639.72	1.20	1.50
BZ- 36	585243.97	8547233.13	2649.98	2648.78	1.20	1.50
BZ- 37	585143.38	8547201.64	2655.48	2653.98	1.50	1.50
BZ- 38	585118.10	8547170.65	2655.92	2654.72	1.20	1.50
BZ- 39	585008.65	8547129.26	2670.72	2669.52	1.20	1.50
BZ- 40	585022.49	8547144.10	2670.39	2669.19	1.20	1.50
BZ- 41	585102.84	8547171.06	2659.28	2658.08	1.20	1.50
BZ- 42	584942.86	8547175.89	2690.21	2689.01	1.20	1.50
BZ- 43	584952.45	8547176.25	2689.86	2688.66	1.20	1.50
BZ- 44	584990.34	8547181.62	2683.96	2682.76	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 45	585044.95	8547202.69	2675.18	2673.98	1.20	1.50
BZ- 46	585100.57	8547223.56	2665.72	2664.52	1.20	1.50
BZ- 47	585173.12	8547253.89	2657.72	2655.92	1.80	1.59
BZ- 48	585212.22	8547272.80	2652.01	2650.81	1.20	1.50
BZ- 49	585261.19	8547295.67	2651.30	2649.80	1.50	1.50
BZ- 50	585268.24	8547300.29	2650.80	2648.80	2.00	1.50
BZ- 51	585280.70	8547308.45	2650.30	2649.10	1.20	1.50
BZ- 52	585285.74	8547322.58	2650.58	2649.38	1.20	1.50
BZ- 53	585275.00	8547353.28	2651.86	2650.66	1.20	1.50
BZ- 54	585256.68	8547395.88	2653.36	2652.16	1.20	1.50
BZ- 55	585236.56	8547437.27	2645.17	2643.97	1.20	1.50
BZ- 56	585222.64	8547431.49	2645.10	2642.60	2.50	2.54
BZ- 57	584817.15	8547089.32	2708.29	2707.09	1.20	1.50
BZ- 58	584817.94	8547110.16	2706.75	2705.55	1.20	1.50
BZ- 59	584820.65	8547169.19	2701.16	2699.96	1.20	1.50
BZ- 60	584849.51	8547182.42	2697.69	2696.49	1.20	1.50
BZ- 61	584895.01	8547196.21	2694.90	2693.70	1.20	1.50
BZ- 62	584934.47	8547214.26	2697.97	2696.77	1.20	1.50
BZ- 63	584947.91	8547218.07	2696.53	2695.33	1.20	1.50
BZ- 64	584985.62	8547233.45	2688.13	2686.63	1.50	1.50
BZ- 65	585060.19	8547262.43	2670.26	2669.06	1.20	1.50
BZ- 66	585079.31	8547270.03	2668.00	2666.80	1.20	1.50
BZ- 67	585114.95	8547284.36	2663.77	2662.57	1.20	1.50
BZ- 68	585153.00	8547301.06	2662.50	2661.30	1.20	1.50
BZ- 69	585208.19	8547325.53	2664.00	2662.80	1.20	1.50
BZ- 70	585238.97	8547339.72	2662.71	2661.51	1.20	1.50
BZ- 71	584939.11	8547192.94	2696.56	2695.36	1.20	1.50
BZ- 72	584951.15	8547191.30	2695.33	2694.13	1.20	1.50
BZ- 73	585251.98	8547312.80	2657.72	2656.52	1.20	1.50
BZ- 74	584878.95	8547239.63	2688.43	2687.23	1.20	1.50
BZ- 75	584929.59	8547260.04	2685.67	2684.47	1.20	1.50
BZ- 76	584938.86	8547264.06	2685.23	2684.03	1.20	1.50
BZ- 77	584974.32	8547277.74	2680.81	2679.61	1.20	1.50
BZ- 78	585062.55	8547311.57	2668.72	2667.52	1.20	1.50
BZ- 79	585097.71	8547325.13	2662.38	2661.18	1.20	1.50
BZ- 80	585134.12	8547339.09	2657.07	2655.27	1.80	1.50
BZ- 81	585219.65	8547379.08	2658.79	2657.59	1.20	1.50
BZ- 82	585176.55	8547359.05	2657.13	2655.93	1.20	1.50
BZ- 83	585225.04	8547367.53	2661.80	2660.60	1.20	1.50
BZ- 84	584825.37	8547235.46	2681.41	2680.21	1.20	1.50
BZ- 85	584849.10	8547242.42	2677.00	2675.80	1.20	1.50
BZ- 86	584865.45	8547264.38	2678.00	2675.50	2.50	1.50
BZ- 87	584880.44	8547280.75	2676.78	2674.98	1.80	1.50
BZ- 88	584924.97	8547312.10	2672.51	2671.31	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 89	584933.85	8547321.75	2673.03	2671.03	2.00	1.50
BZ- 90	584976.30	8547345.61	2670.91	2669.71	1.20	1.50
BZ- 91	585008.61	8547348.00	2668.28	2667.08	1.20	1.50
BZ- 92	585052.45	8547339.12	2666.75	2665.55	1.20	1.50
BZ- 93	585116.89	8547380.07	2653.86	2652.66	1.20	1.77
BZ- 94	585165.01	8547401.64	2646.63	2645.43	1.20	2.18
BZ- 95	585201.03	8547418.84	2645.49	2644.29	1.20	2.29
BZ- 96	584812.67	8547248.22	2678.48	2677.28	1.20	1.67
BZ- 97	584833.51	8547256.66	2677.58	2676.38	1.20	1.67
BZ- 98	584849.28	8547267.78	2675.25	2674.05	1.20	1.67
BZ- 99	584860.90	8547290.90	2674.06	2672.86	1.20	1.67
BZ- 100	584889.13	8547316.76	2671.54	2670.34	1.20	2.52
BZ- 101	584931.96	8547330.98	2671.12	2669.92	1.20	2.52
BZ- 102	584669.08	8547250.02	2701.81	2700.61	1.20	1.50
BZ- 103	584712.58	8547259.75	2695.10	2693.90	1.20	1.50
BZ- 104	584756.25	8547268.99	2688.56	2687.36	1.20	1.50
BZ- 105	584828.97	8547282.62	2681.39	2680.19	1.20	1.50
BZ- 106	584681.97	8547183.53	2708.22	2707.02	1.20	1.50
BZ- 107	584674.36	8547222.80	2707.66	2706.46	1.20	1.50
BZ- 108	584727.36	8547189.40	2700.27	2699.07	1.20	1.50
BZ- 109	584717.64	8547235.66	2698.55	2697.35	1.20	1.50
BZ- 110	584770.58	8547205.67	2691.42	2690.22	1.20	1.50
BZ- 111	584831.38	8547271.09	2680.99	2679.49	1.50	1.50
BZ- 112	584810.99	8547259.73	2679.51	2678.31	1.20	1.50
BZ- 113	585003.33	8547492.92	2671.87	2670.37	1.50	1.50
BZ- 114	584596.64	8547289.05	2686.25	2685.05	1.20	1.56
BZ- 115	584648.93	8547292.74	2685.83	2684.33	1.50	1.50
BZ- 116	584705.25	8547304.50	2683.36	2682.16	1.20	1.50
BZ- 117	584741.81	8547309.67	2682.38	2681.18	1.20	1.50
BZ- 118	584802.77	8547323.80	2682.86	2680.66	2.20	1.50
BZ- 119	584818.52	8547326.93	2681.76	2680.41	1.50	1.50
BZ- 120	584880.54	8547334.71	2673.28	2672.08	1.20	1.50
BZ- 121	584588.33	8547297.59	2686.63	2685.43	1.20	1.56
BZ- 122	584625.37	8547302.99	2681.64	2680.44	1.20	1.61
BZ- 123	584648.33	8547309.09	2680.00	2678.80	1.20	1.61
BZ- 124	584689.90	8547322.28	2676.46	2675.26	1.20	1.61
BZ- 125	584721.20	8547325.95	2675.93	2674.73	1.20	1.64
BZ- 126	584758.43	8547343.58	2672.04	2670.84	1.20	1.75
BZ- 127	584790.97	8547349.33	2671.29	2670.09	1.20	1.75
BZ- 128	584807.20	8547360.17	2669.92	2668.72	1.20	1.75
BZ- 129	584839.97	8547368.26	2666.52	2665.32	1.20	1.75
BZ- 130	584870.86	8547375.71	2663.68	2662.48	1.20	1.75
BZ- 131	584909.08	8547366.56	2661.53	2660.33	1.20	1.75
BZ- 132	584923.52	8547369.78	2661.91	2660.11	1.80	4.27

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 133	584944.99	8547375.89	2660.90	2659.70	1.20	4.27
BZ- 134	584955.73	8547384.26	2658.92	2657.72	1.20	4.27
BZ- 135	584983.22	8547385.42	2658.78	2657.28	1.50	4.27
BZ- 136	584994.61	8547392.48	2658.43	2656.93	1.50	4.27
BZ- 137	585021.67	8547390.89	2657.14	2655.64	1.50	4.27
BZ- 138	585042.23	8547398.78	2653.68	2652.48	1.20	4.27
BZ- 139	585105.75	8547406.85	2651.29	2650.09	1.20	4.27
BZ- 140	584626.22	8547317.51	2683.42	2682.22	1.20	1.50
BZ- 141	584677.26	8547332.77	2678.33	2677.13	1.20	1.50
BZ- 142	584723.11	8547338.30	2674.37	2673.17	1.20	1.50
BZ- 143	584743.14	8547341.93	2673.42	2672.22	1.20	1.50
BZ- 144	584753.97	8547357.93	2672.86	2671.66	1.20	1.50
BZ- 145	584771.15	8547357.59	2672.74	2671.24	1.50	2.23
BZ- 146	584786.27	8547356.96	2671.50	2670.30	1.20	2.23
BZ- 147	584798.52	8547364.04	2669.45	2668.25	1.20	2.23
BZ- 148	584821.03	8547369.14	2668.84	2667.64	1.20	2.23
BZ- 149	584838.83	8547375.09	2666.75	2665.55	1.20	2.23
BZ- 150	584860.45	8547379.17	2665.12	2663.92	1.20	2.23
BZ- 151	584872.46	8547384.30	2664.57	2663.37	1.20	2.80
BZ- 152	584906.72	8547376.19	2662.91	2661.71	1.20	2.80
BZ- 153	584932.02	8547384.09	2659.67	2658.47	1.20	2.80
BZ- 154	584943.03	8547391.78	2659.77	2657.97	1.80	2.80
BZ- 155	584952.49	8547397.18	2659.79	2657.79	2.00	2.80
BZ- 156	584973.19	8547394.63	2657.66	2656.46	1.20	2.80
BZ- 157	584981.35	8547396.49	2657.16	2655.96	1.20	2.80
BZ- 158	584985.66	8547405.68	2657.27	2655.77	1.50	2.80
BZ- 159	584992.36	8547406.67	2656.93	2655.43	1.50	2.80
BZ- 160	585006.98	8547399.94	2655.50	2654.30	1.20	2.80
BZ- 161	585016.91	8547400.67	2654.75	2653.55	1.20	2.80
BZ- 162	585022.22	8547408.48	2654.21	2653.01	1.20	2.80
BZ- 163	585028.73	8547410.32	2654.34	2652.84	1.50	3.05
BZ- 164	584920.77	8547407.61	2671.52	2670.02	1.50	1.50
BZ- 165	584967.86	8547408.68	2662.17	2660.97	1.20	1.50
BZ- 166	585062.48	8547406.47	2652.21	2651.01	1.20	3.05
BZ- 167	585101.09	8547416.84	2651.55	2649.75	1.80	7.44
BZ- 168	585141.08	8547421.64	2649.89	2648.69	1.20	7.44
BZ- 169	585170.59	8547424.83	2645.37	2644.17	1.20	7.58
BZ- 170	585215.90	8547444.04	2642.96	2641.76	1.20	10.12
BZ- 171	585212.41	8547452.35	2643.80	2641.30	2.50	17.47
BZ- 172	585257.80	8547469.76	2640.52	2639.32	1.20	17.98
BZ- 173	585306.30	8547486.20	2638.02	2636.82	1.20	18.46
BZ- 174	585319.32	8547501.22	2641.50	2640.30	1.20	1.50
BZ- 175	585340.37	8547523.96	2642.29	2640.79	1.50	1.50
BZ- 176	585370.97	8547557.58	2642.70	2641.50	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 177	585315.04	8547482.35	2636.56	2635.36	1.20	18.46
BZ- 178	585338.31	8547496.15	2635.82	2634.62	1.20	18.46
BZ- 179	585358.59	8547508.32	2632.61	2630.81	1.80	19.40
BZ- 180	585377.82	8547527.36	2632.84	2631.64	1.20	1.50
BZ- 181	585389.22	8547538.37	2634.59	2633.39	1.20	1.50
BZ- 182	585126.62	8547441.14	2655.22	2653.72	1.50	1.50
BZ- 183	585153.52	8547465.77	2656.78	2655.58	1.20	1.50
BZ- 184	585171.56	8547482.12	2656.75	2655.25	1.50	7.15
BZ- 185	585195.97	8547491.67	2655.80	2654.00	1.80	7.35
BZ- 186	585205.78	8547495.86	2655.45	2654.25	1.20	1.50
BZ- 187	585236.85	8547509.05	2656.95	2655.75	1.20	1.50
BZ- 188	585285.01	8547530.14	2657.59	2656.39	1.20	1.50
BZ- 189	585319.03	8547566.23	2656.00	2654.80	1.20	1.50
BZ- 190	585335.32	8547586.88	2651.12	2649.92	1.20	1.50
BZ- 191	584620.39	8547325.91	2689.06	2687.56	1.50	1.61
BZ- 192	584648.05	8547350.33	2691.10	2689.60	1.50	1.50
BZ- 193	584679.52	8547377.69	2692.30	2691.10	1.20	1.50
BZ- 194	584717.76	8547400.11	2696.71	2695.51	1.20	1.50
BZ- 195	584761.43	8547437.28	2698.17	2696.97	1.20	1.66
BZ- 196	584728.95	8547374.06	2686.79	2685.59	1.20	1.50
BZ- 197	584765.95	8547397.74	2688.39	2686.89	1.50	2.06
BZ- 198	584809.26	8547457.58	2696.16	2694.96	1.20	1.50
BZ- 199	584851.87	8547467.60	2694.14	2692.94	1.20	1.50
BZ- 200	584894.56	8547475.67	2693.54	2692.34	1.20	1.50
BZ- 201	584909.22	8547480.20	2693.39	2691.89	1.50	1.50
BZ- 202	584941.39	8547486.60	2691.67	2690.47	1.20	2.71
BZ- 203	584816.26	8547381.40	2675.06	2673.86	1.20	1.50
BZ- 204	584957.33	8547480.08	2690.76	2689.56	1.20	2.11
BZ- 205	584991.04	8547467.26	2684.45	2683.25	1.20	1.92
BZ- 206	585004.12	8547463.02	2680.94	2679.74	1.20	2.77
BZ- 207	585029.09	8547453.49	2675.71	2674.48	1.26	2.21
BZ- 208	585075.52	8547445.30	2670.92	2669.72	1.20	2.94
BZ- 209	585103.93	8547463.85	2665.16	2663.96	1.20	3.02
BZ- 210	585110.16	8547490.31	2659.66	2657.16	2.50	7.04
BZ- 211	585118.09	8547495.14	2659.58	2656.98	2.60	4.29
BZ- 212	585143.48	8547539.74	2658.04	2656.54	1.50	1.50
BZ- 213	585173.48	8547564.82	2658.91	2655.91	3.00	1.50
BZ- 214	585220.63	8547585.28	2657.36	2655.36	2.00	1.50
BZ- 215	585285.75	8547594.34	2653.44	2652.24	1.20	1.50
BZ- 216	585259.10	8547552.19	2660.24	2659.04	1.20	1.50
BZ- 217	585205.71	8547537.34	2667.00	2665.80	1.20	1.50
BZ- 218	585171.66	8547520.32	2664.90	2663.70	1.20	1.50
BZ- 219	585159.51	8547484.79	2658.11	2656.61	1.50	7.10
BZ- 220	585029.18	8547429.17	2668.00	2666.20	1.80	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 221	584962.12	8547440.46	2676.66	2675.46	1.20	1.50
BZ- 222	584906.81	8547399.09	2669.64	2668.44	1.20	1.50
BZ- 223	584871.62	8547391.40	2667.86	2666.66	1.20	1.50
BZ- 224	584913.74	8547450.87	2687.14	2685.94	1.20	1.50
BZ- 225	584916.52	8547431.15	2680.44	2679.24	1.20	1.50
BZ- 226	584901.30	8547427.32	2680.90	2679.70	1.20	1.50
BZ- 227	584813.51	8547409.52	2683.35	2682.15	1.20	1.50
BZ- 228	584843.84	8547416.09	2681.46	2680.26	1.20	1.50
BZ- 229	585012.01	8547510.62	2662.58	2661.48	1.10	3.85
BZ- 230	585054.13	8547502.06	2659.55	2658.35	1.20	3.96
BZ- 231	584595.58	8547360.13	2707.88	2706.68	1.20	1.50
BZ- 232	584607.28	8547343.99	2697.56	2696.06	1.50	1.50
BZ- 233	584628.42	8547387.62	2709.63	2708.43	1.20	1.50
BZ- 234	584622.47	8547424.43	2718.27	2717.07	1.20	1.50
BZ- 235	584624.69	8547480.15	2727.16	2725.96	1.20	1.50
BZ- 236	584626.37	8547511.65	2728.82	2727.62	1.20	1.50
BZ- 237	584628.33	8547554.46	2724.26	2723.06	1.20	1.50
BZ- 238	584626.65	8547596.14	2722.25	2720.75	1.50	1.50
BZ- 239	584622.50	8547644.09	2726.64	2725.44	1.20	1.50
BZ- 240	584625.45	8547692.35	2723.86	2722.66	1.20	1.50
BZ- 241	584625.06	8547743.92	2720.09	2718.89	1.20	1.50
BZ- 242	584626.99	8547765.74	2710.62	2709.42	1.20	1.50
BZ- 243	584902.76	8547498.74	2692.72	2691.52	1.20	1.81
BZ- 244	584900.80	8547523.72	2686.00	2684.80	1.20	1.50
BZ- 245	584896.08	8547559.63	2681.72	2680.52	1.20	1.50
BZ- 246	584900.38	8547567.26	2673.31	2672.11	1.20	3.56
BZ- 247	584923.71	8547552.74	2669.35	2668.15	1.20	3.56
BZ- 248	584967.73	8547531.98	2665.83	2664.63	1.20	3.70
BZ- 249	584893.85	8547499.93	2693.28	2692.08	1.20	1.81
BZ- 250	584891.35	8547519.54	2688.54	2687.34	1.20	1.50
BZ- 251	584885.08	8547557.66	2687.13	2685.93	1.20	1.50
BZ- 252	584887.48	8547576.35	2674.30	2672.50	1.80	3.45
BZ- 253	584813.73	8547515.31	2700.27	2699.07	1.20	1.61
BZ- 254	584818.84	8547540.11	2699.39	2698.19	1.20	1.50
BZ- 255	584855.76	8547554.51	2695.86	2694.66	1.20	1.50
BZ- 256	584875.97	8547560.35	2691.32	2688.32	3.00	1.50
BZ- 257	584853.15	8547507.35	2697.20	2695.70	1.50	1.92
BZ- 258	584800.50	8547595.47	2695.60	2694.40	1.20	1.50
BZ- 259	584789.78	8547643.25	2690.35	2689.15	1.20	1.50
BZ- 260	584791.70	8547651.96	2687.94	2686.74	1.20	3.39
BZ- 261	584821.42	8547602.08	2689.30	2687.50	1.80	1.50
BZ- 262	584808.20	8547639.81	2684.13	2682.93	1.20	1.50
BZ- 263	584809.68	8547644.86	2683.93	2681.93	2.00	3.39
BZ- 264	584827.69	8547638.08	2679.37	2678.17	1.20	3.39

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 265	584846.08	8547617.63	2677.85	2676.65	1.20	3.39
BZ- 266	584868.91	8547591.94	2675.71	2674.51	1.20	3.39
BZ- 267	584764.40	8547456.19	2701.59	2700.39	1.20	1.87
BZ- 268	584767.29	8547526.08	2707.50	2706.00	1.50	1.67
BZ- 269	584761.71	8547591.89	2707.85	2706.65	1.20	1.50
BZ- 270	584450.77	8547563.61	2787.51	2786.31	1.20	1.50
BZ- 271	584460.27	8547519.88	2786.27	2785.07	1.20	1.50
BZ- 272	584463.61	8547473.05	2779.59	2778.39	1.20	1.50
BZ- 273	584473.83	8547473.70	2776.99	2775.79	1.20	1.50
BZ- 274	584495.18	8547492.49	2769.61	2767.41	2.20	1.50
BZ- 275	584526.22	8547487.75	2751.74	2750.54	1.20	1.50
BZ- 276	584535.47	8547486.55	2747.33	2745.53	1.80	1.50
BZ- 277	584579.53	8547483.78	2734.81	2733.61	1.20	1.50
BZ- 278	584668.04	8547478.10	2725.23	2724.03	1.20	1.50
BZ- 279	584713.45	8547466.42	2712.82	2711.62	1.20	1.50
BZ- 280	584739.50	8547461.63	2705.60	2704.40	1.20	1.53
BZ- 281	584414.70	8547565.69	2804.50	2803.30	1.20	1.50
BZ- 282	584494.56	8547561.08	2768.15	2766.50	1.65	1.50
BZ- 283	584515.12	8547560.58	2758.20	2757.00	1.20	1.50
BZ- 284	584539.99	8547558.58	2747.70	2746.50	1.20	1.50
BZ- 285	584586.47	8547556.02	2732.58	2731.38	1.20	1.50
BZ- 286	584675.27	8547545.64	2722.10	2720.90	1.20	1.50
BZ- 287	584717.61	8547535.70	2717.63	2716.28	1.50	1.53
BZ- 288	584453.83	8547614.62	2773.19	2771.99	1.20	1.50
BZ- 289	584484.51	8547609.21	2768.69	2767.49	1.20	1.50
BZ- 290	584529.48	8547604.31	2751.83	2750.33	1.50	1.50
BZ- 291	584539.18	8547600.33	2748.73	2747.23	1.50	1.50
BZ- 292	584576.09	8547599.32	2736.40	2735.20	1.20	1.50
BZ- 293	584664.98	8547593.95	2717.70	2716.50	1.20	1.50
BZ- 294	584716.89	8547590.88	2718.40	2716.40	2.50	1.50
BZ- 295	584457.71	8547655.06	2757.45	2756.25	1.20	1.50
BZ- 296	584499.91	8547653.41	2750.34	2749.14	1.20	1.50
BZ- 297	584537.55	8547653.83	2744.47	2743.27	1.20	1.50
BZ- 298	584580.34	8547648.44	2736.66	2735.16	1.50	1.50
BZ- 299	584661.99	8547642.21	2715.36	2714.16	1.20	1.50
BZ- 300	584716.42	8547639.59	2711.97	2710.77	1.20	1.50
BZ- 301	584751.33	8547640.32	2704.49	2702.99	1.50	1.50
BZ- 302	584459.70	8547700.02	2741.03	2739.83	1.20	1.50
BZ- 303	584501.03	8547698.53	2740.63	2739.13	1.50	1.50
BZ- 304	584537.94	8547697.03	2740.59	2738.79	1.80	1.50
BZ- 305	584584.15	8547693.97	2741.85	2740.65	1.20	1.50
BZ- 306	584659.97	8547688.85	2716.05	2714.85	1.20	1.50
BZ- 307	584703.03	8547686.24	2708.35	2706.85	1.50	1.50
BZ- 308	584725.31	8547687.54	2711.00	2709.80	1.20	1.50

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 309	584749.18	8547689.40	2706.72	2705.52	1.20	1.50
BZ- 310	584764.05	8547690.43	2700.86	2699.66	1.20	2.24
BZ- 311	584782.96	8547663.78	2689.93	2688.73	1.20	2.24
BZ- 312	584462.95	8547744.11	2725.19	2723.99	1.20	1.50
BZ- 313	584522.78	8547743.11	2724.41	2723.21	1.20	1.50
BZ- 314	584539.07	8547742.39	2725.72	2722.92	2.80	1.50
BZ- 315	584576.12	8547742.71	2727.88	2726.68	1.20	1.50
BZ- 316	584605.51	8547742.74	2725.63	2724.43	1.20	1.50
BZ- 317	584655.46	8547743.28	2710.46	2708.96	1.50	1.50
BZ- 318	584670.01	8547712.32	2710.27	2707.77	2.50	1.50
BZ- 319	584686.31	8547715.17	2706.37	2705.17	1.20	1.98
BZ- 320	584701.25	8547740.55	2705.85	2704.65	1.20	1.98
BZ- 321	584709.27	8547743.38	2705.93	2704.43	1.50	2.01
BZ- 322	584750.07	8547704.48	2705.18	2703.68	1.50	2.01
BZ- 323	584465.57	8547774.19	2712.86	2711.66	1.20	1.50
BZ- 324	584507.61	8547785.47	2712.93	2711.13	1.80	1.50
BZ- 325	584540.97	8547793.99	2712.14	2710.64	1.50	1.50
BZ- 326	584592.41	8547792.42	2710.99	2709.79	1.20	1.50
BZ- 327	584715.46	8547495.83	2716.89	2715.69	1.20	1.50
BZ- 328	584682.50	8547544.07	2722.22	2720.22	2.00	1.50
BZ- 329	584670.66	8547504.88	2727.16	2725.96	1.20	1.50
BZ- 330	584577.30	8547405.11	2734.51	2733.31	1.20	1.50
BZ- 331	584577.86	8547426.45	2735.16	2732.66	2.50	1.50
BZ- 332	584582.35	8547513.93	2734.71	2732.71	2.00	1.50
BZ- 333	584535.54	8547463.20	2747.97	2746.77	1.20	1.50
BZ- 334	584535.07	8547436.71	2750.56	2749.36	1.20	1.50
BZ- 335	584538.21	8547522.27	2747.90	2745.90	2.00	1.50
BZ- 336	584491.79	8547455.09	2768.83	2767.83	1.00	1.50
BZ- 337	584505.24	8547525.30	2764.12	2762.92	1.20	1.50
BZ- 338	584534.53	8547634.23	2746.51	2745.31	1.20	1.50
BZ- 339	584537.89	8547672.46	2743.75	2742.55	1.20	1.50
BZ- 340	584540.48	8547776.02	2715.30	2714.10	1.20	1.50
BZ- 341	584693.42	8547686.83	2708.40	2707.20	1.20	1.50
BZ- 342	584545.92	8547485.77	2742.47	2741.27	1.20	1.50
BZ- 343	584765.95	8547491.68	2704.54	2703.34	1.20	1.50
BZ- 344	584814.21	8547552.42	2698.25	2697.05	1.20	1.50
BZ- 345	584764.49	8547559.04	2707.58	2706.38	1.20	1.50
BZ- 346	584848.29	8547581.52	2689.46	2687.96	1.50	1.50
BZ- 347	585085.28	8547359.14	2660.02	2658.82	1.20	1.50
BZ- 348	585063.30	8547158.17	2664.84	2663.64	1.20	1.50
BZ- 349	585018.74	8547294.81	2675.00	2673.80	1.20	1.50
BZ- 350	585021.97	8547247.58	2679.35	2678.15	1.20	1.50
BZ- 351	585109.56	8546984.01	2666.33	2665.13	1.20	1.50
BZ- 352	585322.97	8547336.94	2638.18	2636.98	1.20	3.28

Buzón	X (m)	Y (m)	Cota Tapa (m)	Cota de fondo (m)	Altura de buzón (m)	Caudal de salida RNE(L/s)
BZ- 353	585135.56	8547238.88	2661.30	2660.10	1.20	1.50
BZ- 354	584792.26	8547275.37	2685.11	2683.91	1.20	1.50
BZ- 355	584763.77	8547236.03	2690.66	2689.46	1.20	1.50
BZ- 356	585249.85	8547275.06	2646.00	2644.80	1.20	2.09
BZ- 357	585250.49	8547271.61	2646.00	2644.80	1.20	1.50
BZ- 358	585173.63	8547227.81	2650.89	2649.69	1.20	2.09
BZ- 359	584837.46	8547208.59	2691.01	2689.21	1.80	1.50
BZ- 360	585210.33	8547398.82	2651.86	2650.66	1.20	1.50
BZ- 361	585273.73	8547539.67	2660.59	2658.79	1.80	1.50
BZ- 362	584964.19	8547432.49	2672.13	2670.93	1.20	1.50
BZ- 363	585029.19	8547420.57	2661.79	2660.29	1.50	1.50
BZ- 364	585404.05	8547535.42	2623.05	2621.25	1.80	22.68
BZ- 365	585440.36	8547556.48	2622.54	2620.74	1.80	22.68
BZ- 366	585483.07	8547557.37	2620.03	2618.83	1.20	22.68
BZ- 367	585539.88	8547543.24	2619.27	2618.07	1.20	22.68
BZ- 368	585551.11	8547546.99	2619.00	2617.80	1.20	22.68
BZ- 369	585557.35	8547545.59	2618.97	2617.47	1.50	22.68
BZ- 370	585601.11	8547521.97	2617.00	2615.80	1.20	22.68
BZ- 371	585632.64	8547516.31	2616.00	2614.80	1.20	22.68
BZ- 372	585668.74	8547512.78	2615.79	2614.29	1.50	22.68
BZ- 373	585713.24	8547513.16	2614.59	2613.39	1.20	22.68
BZ- 374	585724.29	8547522.19	2614.00	2612.80	1.20	22.68
BZ- 375	585735.16	8547527.31	2614.63	2612.43	2.20	22.68
BZ- 376	585772.31	8547522.74	2615.22	2611.92	3.30	22.68
BZ- 377	585800.30	8547507.76	2614.57	2611.57	3.00	22.68
BZ- 378	585868.48	8547492.76	2610.93	2609.73	1.20	22.68
BZ- 379	584568.96	8547397.84	2732.17	2730.97	1.20	1.50
BZ- 380	584672.20	8547439.31	2708.78	2707.58	1.20	1.50
BZ- 381	584659.24	8547419.68	2702.71	2701.51	1.20	1.50
BZ- 382	584551.20	8547339.71	2708.98	2707.78	1.20	1.50
BZ- 383	585875.44	8547491.28	2610.87	2609.67	1.20	22.68

REPORTE DEL MODELAMIENTO EN SEWERCAD DEL PROYECTO : Tuberías

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-01	BZ-28	2629.54	2626.74	2.80	BZ-364	2623.05	2622.05	1.00	0.010	240.20	13.80	0.34	14.34	0.0034	0.0193	64.51	22.68	0.0380	0.0047	0.0236	2.26	4.80	15.82
TUB-02	BZ-179	2632.61	2630.81	1.80	BZ-27	2630.15	2629.05	1.10	0.010	192.20	6.60	0.27	12.26	0.0032	0.0199	52.01	19.40	0.0400	0.0045	0.0242	2.29	4.32	20.81
TUB-03	BZ-245	2681.72	2680.52	1.20	BZ-246	2673.31	2672.21	1.10	0.010	153.60	8.80	0.95	1.50	0.0005	0.0061	56.51	1.50	0.0090	0.0005	0.0060	1.14	3.20	5.86
TUB-04	BZ-363	2661.79	2660.29	1.50	BZ-163	2654.34	2652.94	1.40	0.010	153.60	10.30	0.72	1.50	0.0005	0.0065	45.53	1.50	0.0100	0.0005	0.0064	1.18	2.90	6.51
TUB-05	BZ-251	2687.13	2685.93	1.20	BZ-252	2674.30	2672.60	1.70	0.010	153.60	18.80	0.71	1.50	0.0005	0.0065	45.07	1.50	0.0100	0.0005	0.0064	1.18	2.89	6.51
TUB-06	BZ-185	2655.80	2654.00	1.80	BZ-171	2643.80	2641.40	2.40	0.010	192.20	42.60	0.30	4.65	0.0016	0.0126	36.44	7.35	0.0240	0.0022	0.0153	1.82	3.36	12.49
TUB-07	BZ-220	2668.00	2666.20	1.80	BZ-363	2661.79	2660.29	1.50	0.010	153.60	8.60	0.69	1.50	0.0005	0.0065	44.04	1.50	0.0100	0.0005	0.0065	1.18	2.86	6.51
TUB-08	BZ-178	2635.82	2634.62	1.20	BZ-179	2632.61	2630.91	1.70	0.010	192.20	23.60	0.16	11.67	0.0038	0.0219	33.65	18.46	0.0450	0.0052	0.0266	2.40	3.53	23.41
TUB-09	BZ-173	2638.02	2636.82	1.20	BZ-177	2636.56	2635.36	1.20	0.010	192.20	9.50	0.15	11.67	0.0038	0.0220	32.96	18.46	0.0450	0.0053	0.0267	2.40	3.50	23.41
TUB-10	BZ-275	2751.74	2750.54	1.20	BZ-276	2747.33	2745.53	1.80	0.010	153.60	9.30	0.54	1.50	0.0006	0.0069	36.44	1.50	0.0110	0.0006	0.0069	1.22	2.62	7.16
TUB-11	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	BZ-275	2751.74	2750.54	1.20	0.010	153.60	31.40	0.54	1.50	0.0006	0.0069	36.42	1.50	0.0110	0.0006	0.0069	1.22	2.62	7.16
TUB-12	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	BZ-232	2697.56	2696.06	1.50	0.010	153.60	19.90	0.53	1.50	0.0006	0.0069	36.20	1.50	0.0110	0.0006	0.0069	1.22	2.61	7.16
TUB-13	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	BZ-362	2672.13	2670.93	1.20	0.010	153.60	8.50	0.53	1.50	0.0006	0.0069	36.07	1.50	0.0110	0.0006	0.0069	1.22	2.61	7.16
TUB-14	BZ-379	2732.17	2730.97	1.20	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	0.010	153.60	46.20	0.53	1.50	0.0006	0.0070	35.86	1.50	0.0110	0.0006	0.0069	1.22	2.60	7.16
TUB-15	BZ-378	2610.93	2609.73	1.20	BZ-383	2610.87	2608.87	2.00	0.010	240.20	7.10	0.12	14.34	0.0049	0.0244	28.87	22.68	0.0490	0.0068	0.0297	2.53	3.33	20.40
TUB-16	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	BZ-113	2671.87	2670.37	1.50	0.010	153.60	26.10	0.49	1.50	0.0006	0.0071	34.13	1.50	0.0110	0.0006	0.0070	1.23	2.55	7.16
TUB-17	BZ-281	2804.50	2803.30	1.20	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	0.010	153.60	36.10	0.47	1.50	0.0006	0.0071	32.90	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.24	2.50	7.16
TUB-18	BZ-50	2650.80	2648.80	2.00	BZ-19	2644.65	2643.55	1.10	0.010	153.60	11.20	0.47	1.50	0.0006	0.0071	32.87	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.24	2.50	7.16
TUB-19	BZ-282	2768.15	2766.50	1.65	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	0.010	153.60	20.30	0.47	1.50	0.0006	0.0071	32.69	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.24	2.50	7.16
TUB-20	BZ-197	2688.39	2686.89	1.50	BZ-145	2672.74	2671.34	1.40	0.010	153.60	40.50	0.38	1.50	0.0006	0.0075	28.17	2.06	0.0130	0.0008	0.0085	1.35	2.59	8.46
TUB-21	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	BZ-242	2710.62	2709.42	1.20	0.010	153.60	20.90	0.45	1.50	0.0006	0.0072	31.99	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.24	2.47	7.16
TUB-22	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	BZ-282	2768.15	2766.50	1.65	0.010	153.60	43.90	0.45	1.50	0.0006	0.0072	31.83	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.24	2.47	7.16
TUB-23	BZ-113	2671.87	2670.37	1.50	BZ-229	2662.58	2661.53	1.05	0.010	153.60	19.70	0.45	1.50	0.0006	0.0072	31.68	1.50	0.0110	0.0006	0.0071	1.24	2.46	7.16
TUB-24	BZ-305	2741.85	2740.65	1.20	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	0.010	153.60	40.20	0.45	1.50	0.0006	0.0072	31.66	1.50	0.0110	0.0006	0.0072	1.24	2.46	7.16
TUB-25	BZ-223	2667.86	2666.66	1.20	BZ-151	2664.57	2663.47	1.10	0.010	153.60	7.10	0.45	1.50	0.0006	0.0072	31.57	1.50	0.0110	0.0006	0.0072	1.24	2.46	7.16
TUB-26	BZ-310	2700.86	2699.66	1.20	BZ-311	2689.93	2688.73	1.20	0.010	153.60	32.70	0.33	1.50	0.0007	0.0076	25.04	2.24	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	2.53	9.11
TUB-27	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	0.010	153.60	25.20	0.42	1.50	0.0006	0.0073	29.96	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.25	2.40	7.16
TUB-28	BZ-74	2688.43	2687.23	1.20	BZ-86	2678.00	2675.50	2.50	0.010	153.60	28.20	0.42	1.50	0.0006	0.0073	29.91	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.25	2.40	7.16
TUB-29	BZ-175	2642.29	2640.79	1.50	BZ-179	2632.61	2630.91	1.70	0.010	153.60	23.80	0.42	1.50	0.0006	0.0073	29.86	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.25	2.40	7.16
TUB-30	BZ-362	2672.13	2670.93	1.20	BZ-165	2662.17	2660.97	1.20	0.010	153.60	24.10	0.41	1.50	0.0006	0.0073	29.75	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.25	2.39	7.16
TUB-31	BZ-312	2725.19	2723.99	1.20	BZ-323	2712.86	2711.66	1.20	0.010	153.60	30.10	0.41	1.50	0.0006	0.0074	29.56	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.26	2.39	7.16
TUB-32	BZ-276	2747.33	2745.53	1.80	BZ-342	2742.47	2741.27	1.20	0.010	153.60	10.50	0.41	1.50	0.0006	0.0074	29.36	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.26	2.38	7.16
TUB-33	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	BZ-173	2638.02	2636.92	1.10	0.010	153.60	48.70	0.40	1.50	0.0006	0.0074	29.06	1.50	0.0110	0.0006	0.0073	1.26	2.37	7.16
TUB-34	BZ-260	2687.94	2686.74	1.20	BZ-263	2683.93	2681.93	2.00	0.010	153.60	19.30	0.25	2.14	0.0009	0.0097	23.54	3.39	0.0190	0.0013	0.0118	1.59	2.58	12.37
TUB-35	BZ-226	2680.90	2679.70	1.20	BZ-222	2669.64	2668.44	1.20	0.010	153.60	28.80	0.39	1.50	0.0006	0.0075	28.59	1.50	0.0110	0.0006	0.0074	1.26	2.35	7.16
TUB-36	BZ-288	2773.19	2771.99	1.20	BZ-295	2757.45	2756.25	1.20	0.010	153.60	40.70	0.39	1.50	0.0006	0.0075	28.31	1.50	0.0110	0.0006	0.0074	1.26	2.34	7.16
TUB-37	BZ-309	2706.72	2705.52	1.20	BZ-310	2700.86	2699.76	1.10	0.010	153.60	14.90	0.39	1.50	0.0006	0.0075	28.31	1.50	0.0110	0.0006	0.0074	1.26	2.34	7.16
TUB-38	BZ-225	2680.44	2679.24	1.20	BZ-164	2671.52	2670.02	1.50	0.010	153.60	24.00	0.38	1.50	0.0006	0.0075	28.17	1.50	0.0110	0.0006	0.0074	1.26	2.33	7.16
TUB-39	BZ-196	2686.79	2685.59	1.20	BZ-143	2673.42	2672.22	1.20	0.010	153.60	35.10	0.38	1.50	0.0006	0.0074	27.63	1.50	0.0120	0.0006	0.0074	1.27	2.33	7.81
TUB-40	BZ-289	2768.69	2767.49	1.20	BZ-290	2751.83	2750.33	1.50	0.010	153.60	45.30	0.38	1.50	0.0006	0.0074	27.54	1.50	0.0120	0.0006	0.0074	1.27	2.32	7.81
TUB-41	BZ-15	2654.89	2653.39	1.50	BZ-358	2650.89	2649.69	1.20	0.010	153.60	11.90	0.31	1.50	0.0007	0.0078	23.67	2.09	0.0140	0.0009	0.0090	1.39	2.41	9.11
TUB-42	BZ-204	2690.76	2689.56	1.20	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	0.010	153.60	37.50	0.38	1.50	0.0006	0.0074	27.39	1.50	0.0120	0.0006	0.0074	1.27	2.32	7.81
TUB-43	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	BZ-206	2680.94	2679.74	1.20	0.010	153.60	13.50	0.26	1.75	0.0008	0.0087	22.15	2.77	0.0170	0.0011	0.0106	1.52	2.46	11.07
TUB-44	BZ-209	2665.16	2663.96	1.20	BZ-210	2659.66	2657.26	2.40	0.010	153.60	27.20	0.25	1.91	0.0009	0.0092	22.17	3.02	0.0180	0.0012	0.0112	1.56	2.48	11.72
TUB-45	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	BZ-172	2640.52	2639.42	1.10	0.010	153.60	43.80	0.37	1.50	0.0006	0.0074	27.22	1.50	0.0120	0.0006	0.0075	1.27	2.31	7.81
TUB-46	BZ-295	2757.45	2756.25	1.20	BZ-302	2741.03	2739.83	1.20	0.010	153.60	45.00	0.36	1.50	0.0006	0.0075	26.76	1.50	0.0120	0.0007	0.0075	1.27	2.29	7.81
TUB-47	BZ-71	2696.56	2695.36	1.20	BZ-42	2690.21	2689.01	1.20	0.010	153.60	17.50	0.36	1.50	0.0006	0.0075	26.69	1.50	0.0120	0.0007	0.0075	1.27	2.29	7.81
TUB-48	BZ-72	2695.33	2694.13	1.20	BZ-43	2689.86	2688.66	1.20	0.010	153.60	15.10	0.36	1.50	0.0006	0.0075	26.60	1.50	0.0120	0.0007	0.0075	1.27	2.29	7.81

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-49	BZ-168	2649.89	2648.69	1.20	BZ-169	2645.37	2644.27	1.10	0.010	192.20	29.70	0.15	4.70	0.0020	0.0147	21.51	7.44	0.0290	0.0028	0.0180	1.97	2.64	15.09
TUB-50	BZ-301	2704.49	2702.99	1.50	BZ-259	2690.35	2689.15	1.20	0.010	153.60	38.60	0.36	1.50	0.0006	0.0075	26.42	1.50	0.0120	0.0007	0.0075	1.27	2.28	7.81
TUB-51	BZ-194	2696.71	2695.51	1.20	BZ-196	2686.79	2685.59	1.20	0.010	153.60	27.70	0.36	1.50	0.0006	0.0075	26.38	1.50	0.0120	0.0007	0.0075	1.27	2.28	7.81
TUB-52	BZ-302	2741.03	2739.83	1.20	BZ-312	2725.19	2723.99	1.20	0.010	153.60	44.40	0.36	1.50	0.0006	0.0075	26.32	1.50	0.0120	0.0007	0.0075	1.28	2.28	7.81
TUB-53	BZ-304	2740.59	2738.79	1.80	BZ-314	2725.72	2722.92	2.80	0.010	153.60	45.40	0.35	1.50	0.0007	0.0076	25.90	1.50	0.0120	0.0007	0.0076	1.28	2.26	7.81
TUB-54	BZ-331	2735.16	2732.66	2.50	BZ-234	2718.27	2717.07	1.20	0.010	153.60	44.70	0.35	1.50	0.0007	0.0076	25.87	1.50	0.0120	0.0007	0.0076	1.28	2.26	7.81
TUB-55	BZ-73	2657.72	2656.52	1.20	BZ-49	2651.30	2649.80	1.50	0.010	153.60	19.50	0.35	1.50	0.0007	0.0076	25.66	1.50	0.0120	0.0007	0.0076	1.28	2.25	7.81
TUB-56	BZ-207	2675.31	2674.05	1.26	BZ-220	2668.00	2666.20	1.80	0.010	153.60	23.10	0.34	1.50	0.0007	0.0076	25.36	1.50	0.0120	0.0007	0.0076	1.28	2.24	7.81
TUB-57	BZ-224	2687.14	2685.94	1.20	BZ-225	2680.44	2679.24	1.20	0.010	153.60	19.90	0.34	1.50	0.0007	0.0076	25.14	1.50	0.0120	0.0007	0.0076	1.28	2.23	7.81
TUB-58	BZ-101	2671.12	2669.92	1.20	BZ-132	2661.91	2660.21	1.70	0.010	153.60	39.70	0.24	1.59	0.0008	0.0085	20.27	2.52	0.0160	0.0011	0.0103	1.49	2.35	10.42
TUB-59	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	BZ-317	2710.46	2708.96	1.50	0.010	153.60	30.40	0.33	1.50	0.0007	0.0077	24.60	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.29	2.21	7.81
TUB-60	BZ-291	2748.73	2747.23	1.50	BZ-292	2736.40	2735.20	1.20	0.010	153.60	37.00	0.32	1.50	0.0007	0.0077	24.49	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.29	2.20	7.81
TUB-61	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	BZ-285	2732.58	2731.38	1.20	0.010	153.60	46.50	0.32	1.50	0.0007	0.0077	24.48	1.50	0.0120	0.0007	0.0077	1.29	2.20	7.81
TUB-62	BZ-269	2707.85	2706.65	1.20	BZ-258	2695.60	2694.40	1.20	0.010	153.60	39.00	0.31	1.50	0.0007	0.0078	23.86	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.29	2.17	7.81
TUB-63	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	BZ-360	2651.86	2650.66	1.20	0.010	153.60	22.10	0.31	1.50	0.0007	0.0078	23.85	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.29	2.17	7.81
TUB-64	BZ-176	2642.70	2641.50	1.20	BZ-181	2634.59	2633.39	1.20	0.010	153.60	25.90	0.31	1.50	0.0007	0.0078	23.78	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.17	7.81
TUB-65	BZ-290	2751.83	2750.33	1.50	BZ-291	2748.73	2747.23	1.50	0.010	153.60	10.00	0.31	1.50	0.0007	0.0078	23.68	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.16	7.81
TUB-66	BZ-359	2691.01	2689.21	1.80	BZ-84	2681.41	2680.21	1.20	0.010	153.60	29.60	0.30	1.50	0.0007	0.0078	23.28	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.14	7.81
TUB-67	BZ-273	2776.99	2775.79	1.20	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	0.010	153.60	27.60	0.30	1.50	0.0007	0.0078	23.25	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.14	7.81
TUB-68	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	BZ-175	2642.29	2640.79	1.50	0.010	153.60	46.50	0.30	1.50	0.0007	0.0078	23.12	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.14	7.81
TUB-69	BZ-263	2683.93	2681.93	2.00	BZ-264	2679.37	2678.17	1.20	0.010	192.20	19.20	0.20	2.14	0.0011	0.0097	18.54	3.39	0.0190	0.0015	0.0118	1.60	2.31	9.89
TUB-70	BZ-227	2683.35	2682.15	1.20	BZ-203	2675.06	2673.86	1.20	0.010	153.60	28.10	0.30	1.50	0.0007	0.0079	22.77	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.16	7.81
TUB-71	BZ-255	2695.86	2694.66	1.20	BZ-256	2691.32	2688.32	3.00	0.010	153.60	21.50	0.30	1.50	0.0007	0.0079	22.76	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.16	7.81
TUB-72	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	BZ-197	2688.39	2686.99	1.40	0.010	153.60	39.90	0.25	1.50	0.0007	0.0082	20.06	1.98	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	2.20	9.11
TUB-73	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	BZ-288	2773.19	2771.99	1.20	0.010	153.60	49.80	0.29	1.50	0.0007	0.0079	22.30	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.14	7.81
TUB-74	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	BZ-53	2651.86	2650.66	1.20	0.010	153.60	37.70	0.29	1.50	0.0007	0.0079	22.30	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.14	7.81
TUB-75	BZ-292	2736.40	2735.20	1.20	BZ-238	2722.25	2720.75	1.50	0.010	153.60	50.70	0.29	1.50	0.0007	0.0079	22.17	1.50	0.0120	0.0007	0.0078	1.30	2.13	7.81
TUB-76	BZ-232	2697.56	2696.06	1.50	BZ-191	2689.06	2687.56	1.50	0.010	153.60	22.30	0.38	1.50	0.0006	0.0074	27.63	1.50	0.0120	0.0006	0.0074	1.27	2.33	7.81
TUB-77	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	BZ-299	2715.36	2714.16	1.20	0.010	153.60	39.70	0.28	1.50	0.0007	0.0079	22.10	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.30	2.13	7.81
TUB-78	BZ-360	2651.86	2650.66	1.20	BZ-95	2645.49	2644.39	1.10	0.010	153.60	22.10	0.28	1.50	0.0007	0.0079	22.10	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.30	2.13	7.81
TUB-79	BZ-27	2630.15	2628.95	1.20	BZ-28	2629.54	2626.74	2.80	0.010	240.20	33.40	0.07	14.34	0.0061	0.0279	18.08	22.68	0.0570	0.0084	0.0339	2.70	2.69	23.73
TUB-80	BZ-316	2725.63	2724.43	1.20	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	0.010	153.60	19.60	0.28	1.50	0.0007	0.0079	22.05	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.30	2.13	7.81
TUB-81	BZ-243	2692.72	2691.52	1.20	BZ-244	2686.00	2684.80	1.20	0.010	153.60	23.90	0.28	1.50	0.0007	0.0080	21.92	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.30	2.12	7.81
TUB-82	BZ-62	2697.97	2696.77	1.20	BZ-75	2685.67	2684.47	1.20	0.010	153.60	44.70	0.28	1.50	0.0007	0.0080	21.58	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.31	2.11	7.81
TUB-83	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	BZ-280	2705.60	2704.50	1.10	0.010	153.60	26.00	0.27	1.50	0.0007	0.0080	21.51	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.31	2.10	7.81
TUB-84	BZ-256	2691.32	2688.32	3.00	BZ-251	2687.13	2685.93	1.20	0.010	153.60	8.80	0.27	1.50	0.0007	0.0080	21.43	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.31	2.10	7.81
TUB-85	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	BZ-227	2683.35	2682.15	1.20	0.010	153.60	47.50	0.27	1.50	0.0007	0.0080	21.26	1.50	0.0120	0.0007	0.0079	1.31	2.09	7.81
TUB-86	BZ-133	2660.90	2659.70	1.20	BZ-134	2658.92	2657.72	1.20	0.010	153.60	13.60	0.15	2.70	0.0013	0.0121	17.21	4.27	0.0240	0.0019	0.0147	1.78	2.29	15.63
TUB-87	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	BZ-116	2683.36	2682.16	1.20	0.010	153.60	43.90	0.27	1.50	0.0007	0.0081	21.12	1.50	0.0120	0.0007	0.0080	1.31	2.09	7.81
TUB-88	BZ-137	2657.14	2655.64	1.50	BZ-138	2653.68	2652.48	1.20	0.010	153.60	22.00	0.14	2.70	0.0014	0.0121	17.03	4.27	0.0240	0.0019	0.0148	1.79	2.28	15.63
TUB-89	BZ-200	2693.54	2692.34	1.20	BZ-226	2680.90	2679.70	1.20	0.010	153.60	47.80	0.26	1.50	0.0007	0.0081	20.91	1.50	0.0120	0.0007	0.0080	1.31	2.08	7.81
TUB-90	BZ-314	2725.72	2722.92	2.80	BZ-340	2715.30	2714.10	1.20	0.010	153.60	33.70	0.26	1.50	0.0007	0.0081	20.78	1.50	0.0120	0.0007	0.0080	1.32	2.07	7.81
TUB-91	BZ-278	2725.23	2724.03	1.20	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	0.010	153.60	47.40	0.26	1.50	0.0007	0.0081	20.77	1.50	0.0120	0.0007	0.0080	1.32	2.07	7.81
TUB-92	BZ-60	2697.69	2696.49	1.20	BZ-359	2691.01	2689.21	1.80	0.010	153.60	27.90	0.26	1.50	0.0007	0.0081	20.69	1.50	0.0120	0.0007	0.0080	1.32	2.07	7.81
TUB-93	BZ-259	2690.35	2689.15	1.20	BZ-260	2687.94	2686.84	1.10	0.010	153.60	8.90	0.26	1.50	0.0007	0.0081	20.60	1.50	0.0130	0.0007	0.0080	1.32	2.06	8.46
TUB-94	BZ-380	2708.78	2707.58	1.20	BZ-381	2702.71	2701.51	1.20	0.010	153.60	23.50	0.26	1.50	0.0007	0.0081	20.54	1.50	0.0130	0.0007	0.0080	1.32	2.06	8.46
TUB-95	BZ-206	2680.94	2679.74	1.20	BZ-207	2676.10	2675.00	1.10	0.010	153.60	26.40	0.18	1.75	0.0009	0.0095	16.76	2.77	0.0180	0.0013	0.0116	1.58	2.17	11.72
TUB-96	BZ-272	2779.59	2778.39	1.20	BZ-273	2776.99	2775.79	1.20	0.010	153.60	10.20	0.25	1.50	0.0007	0.0082	20.28	1.50	0.0130	0.0007	0.0081	1.32	2.05	8.46

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-97	BZ-183	2656.78	2655.58	1.20	BZ-169	2645.37	2644.27	1.10	0.010	153.60	44.60	0.25	1.50	0.0007	0.0082	20.27	1.50	0.0130	0.0007	0.0081	1.32	2.05	8.46
TUB-98	BZ-75	2685.67	2684.47	1.20	BZ-88	2672.51	2671.31	1.20	0.010	153.60	52.30	0.25	1.50	0.0007	0.0082	20.15	1.50	0.0130	0.0007	0.0081	1.32	2.04	8.46
TUB-99	BZ-63	2696.53	2695.33	1.20	BZ-76	2685.23	2684.03	1.20	0.010	153.60	45.40	0.25	1.50	0.0007	0.0082	19.97	1.50	0.0130	0.0007	0.0081	1.32	2.03	8.46
TUB-100	BZ-249	2693.28	2692.08	1.20	BZ-250	2688.54	2687.34	1.20	0.010	153.60	19.10	0.25	1.50	0.0007	0.0082	19.89	1.50	0.0130	0.0007	0.0081	1.32	2.03	8.46
TUB-101	BZ-208	2670.92	2669.72	1.20	BZ-209	2665.16	2664.06	1.10	0.010	153.60	33.90	0.17	1.86	0.0010	0.0099	16.19	2.94	0.0190	0.0014	0.0121	1.61	2.16	12.37
TUB-102	BZ-83	2661.80	2660.60	1.20	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	0.010	153.60	12.50	0.24	1.50	0.0007	0.0083	19.48	1.50	0.0130	0.0007	0.0082	1.33	2.01	8.46
TUB-103	BZ-217	2667.00	2665.80	1.20	BZ-213	2658.91	2655.91	3.00	0.010	153.60	41.40	0.24	1.50	0.0007	0.0083	19.37	1.50	0.0130	0.0008	0.0082	1.33	2.00	8.46
TUB-104	BZ-217	2667.00	2665.80	1.20	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	0.010	153.60	42.10	0.24	1.50	0.0007	0.0083	19.35	1.50	0.0130	0.0008	0.0082	1.33	2.00	8.46
TUB-105	BZ-219	2658.11	2656.61	1.50	BZ-184	2656.75	2655.35	1.40	0.010	192.20	12.40	0.10	4.49	0.0022	0.0157	15.72	7.10	0.0310	0.0031	0.0192	2.03	2.29	16.13
TUB-106	BZ-322	2705.18	2703.68	1.50	BZ-310	2700.86	2699.76	1.10	0.010	153.60	19.80	0.20	1.50	0.0008	0.0086	16.75	2.01	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	2.05	9.77
TUB-107	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	BZ-301	2704.49	2702.99	1.50	0.010	153.60	33.10	0.24	1.50	0.0008	0.0083	19.13	1.50	0.0130	0.0008	0.0082	1.33	1.99	8.46
TUB-108	BZ-204	2690.76	2689.56	1.20	BZ-205	2684.45	2683.35	1.10	0.010	153.60	37.30	0.17	1.71	0.0009	0.0096	15.60	2.71	0.0180	0.0013	0.0117	1.59	2.09	11.72
TUB-109	BZ-298	2736.66	2735.16	1.50	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	0.010	153.60	42.20	0.23	1.50	0.0008	0.0083	18.83	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.98	8.46
TUB-110	BZ-218	2664.90	2663.70	1.20	BZ-186	2655.45	2654.25	1.20	0.010	153.60	41.10	0.23	1.50	0.0008	0.0083	18.81	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.97	8.46
TUB-111	BZ-342	2742.47	2741.27	1.20	BZ-277	2734.81	2733.61	1.20	0.010	153.60	33.50	0.23	1.50	0.0008	0.0084	18.70	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.97	8.46
TUB-112	BZ-306	2716.05	2714.85	1.20	BZ-341	2708.40	2707.20	1.20	0.010	153.60	33.50	0.23	1.50	0.0008	0.0084	18.70	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.97	8.46
TUB-113	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	BZ-306	2716.05	2714.85	1.20	0.010	153.60	34.50	0.23	1.50	0.0008	0.0084	18.56	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.96	8.46
TUB-114	BZ-246	2673.31	2672.11	1.20	BZ-247	2669.35	2668.15	1.20	0.010	192.20	27.50	0.14	2.25	0.0012	0.0106	15.04	3.56	0.0210	0.0017	0.0130	1.68	2.10	10.93
TUB-115	BZ-76	2685.23	2684.03	1.20	BZ-89	2673.03	2671.03	2.00	0.010	153.60	58.10	0.22	1.50	0.0008	0.0084	18.40	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.95	8.46
TUB-116	BZ-381	2702.71	2701.51	1.20	BZ-193	2692.30	2691.10	1.20	0.010	153.60	46.60	0.22	1.50	0.0008	0.0084	18.38	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.95	8.46
TUB-117	BZ-234	2718.27	2717.07	1.20	BZ-233	2709.63	2708.43	1.20	0.010	153.60	38.70	0.22	1.50	0.0008	0.0084	18.38	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.95	8.46
TUB-118	BZ-350	2679.35	2678.15	1.20	BZ-65	2670.26	2669.06	1.20	0.010	153.60	41.00	0.22	1.50	0.0008	0.0084	18.28	1.50	0.0130	0.0008	0.0083	1.34	1.95	8.46
TUB-119	BZ-368	2619.00	2617.80	1.20	BZ-369	2618.97	2617.47	1.50	0.010	240.20	6.40	0.05	14.34	0.0066	0.0294	14.89	22.68	0.0610	0.0092	0.0357	2.78	2.46	25.40
TUB-120	BZ-64	2688.13	2686.63	1.50	BZ-350	2679.35	2678.15	1.20	0.010	153.60	39.00	0.22	1.50	0.0008	0.0085	18.01	1.50	0.0130	0.0008	0.0084	1.34	1.93	8.46
TUB-121	BZ-218	2664.90	2663.70	1.20	BZ-212	2658.04	2656.54	1.50	0.010	153.60	33.30	0.21	1.50	0.0008	0.0085	17.85	1.50	0.0130	0.0008	0.0084	1.35	1.93	8.46
TUB-122	BZ-205	2684.45	2683.25	1.20	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	0.010	153.60	36.30	0.21	1.50	0.0008	0.0085	17.83	1.50	0.0130	0.0008	0.0084	1.35	1.92	8.46
TUB-123	BZ-63	2696.53	2695.33	1.20	BZ-64	2688.13	2686.63	1.50	0.010	153.60	40.60	0.21	1.50	0.0008	0.0085	17.80	1.50	0.0130	0.0008	0.0084	1.35	1.92	8.46
TUB-124	BZ-19	2644.65	2643.45	1.20	BZ-20	2641.02	2639.22	1.80	0.010	153.60	29.50	0.14	1.84	0.0010	0.0102	14.33	2.91	0.0200	0.0014	0.0124	1.64	2.04	13.02
TUB-125	BZ-107	2707.66	2706.46	1.20	BZ-102	2701.81	2700.61	1.20	0.010	153.60	27.70	0.21	1.50	0.0008	0.0085	17.60	1.50	0.0130	0.0008	0.0084	1.35	1.91	8.46
TUB-126	BZ-294	2718.40	2715.90	2.50	BZ-269	2707.85	2706.65	1.20	0.010	153.60	44.70	0.21	1.50	0.0008	0.0085	17.36	1.50	0.0130	0.0008	0.0085	1.35	1.90	8.46
TUB-127	BZ-201	2693.39	2691.89	1.50	BZ-224	2687.14	2685.94	1.20	0.010	153.60	29.20	0.20	1.50	0.0008	0.0086	17.12	1.50	0.0130	0.0008	0.0085	1.35	1.89	8.46
TUB-128	BZ-287	2717.63	2716.13	1.50	BZ-268	2707.50	2706.10	1.40	0.010	153.60	50.70	0.20	1.50	0.0008	0.0086	16.75	1.55	0.0140	0.0008	0.0087	1.37	1.89	9.11
TUB-129	BZ-285	2732.58	2731.38	1.20	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	0.010	153.60	41.90	0.20	1.50	0.0008	0.0086	16.79	1.50	0.0130	0.0008	0.0085	1.36	1.87	8.46
TUB-130	BZ-267	2701.59	2700.39	1.20	BZ-195	2698.17	2697.07	1.10	0.010	153.60	19.10	0.17	1.50	0.0008	0.0089	15.19	1.87	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.92	9.77
TUB-131	BZ-164	2671.52	2670.02	1.50	BZ-165	2662.17	2660.97	1.20	0.010	153.60	46.20	0.20	1.50	0.0008	0.0087	16.64	1.50	0.0130	0.0008	0.0086	1.36	1.86	8.46
TUB-132	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	BZ-190	2651.12	2649.92	1.20	0.010	153.60	25.10	0.19	1.50	0.0008	0.0087	16.51	1.50	0.0130	0.0008	0.0086	1.36	1.86	8.46
TUB-133	BZ-340	2715.30	2714.10	1.20	BZ-325	2712.14	2710.64	1.50	0.010	153.60	18.00	0.19	1.50	0.0008	0.0087	16.40	1.50	0.0130	0.0008	0.0086	1.36	1.85	8.46
TUB-134	BZ-365	2622.54	2620.74	1.80	BZ-366	2620.03	2618.83	1.20	0.010	240.20	42.70	0.04	14.34	0.0070	0.0304	13.31	22.68	0.0630	0.0097	0.0369	2.82	2.34	26.23
TUB-135	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	BZ-298	2736.66	2735.16	1.50	0.010	153.60	42.70	0.19	1.50	0.0008	0.0087	16.23	1.50	0.0130	0.0008	0.0086	1.37	1.84	8.46
TUB-136	BZ-308	2711.00	2709.80	1.20	BZ-309	2706.72	2705.52	1.20	0.010	153.60	22.80	0.19	1.50	0.0008	0.0087	16.10	1.50	0.0140	0.0008	0.0087	1.37	1.83	9.11
TUB-137	BZ-190	2651.12	2649.92	1.20	BZ-176	2642.70	2641.50	1.20	0.010	153.60	45.60	0.18	1.50	0.0008	0.0088	15.89	1.50	0.0140	0.0008	0.0087	1.37	1.82	9.11
TUB-138	BZ-146	2671.50	2670.30	1.20	BZ-147	2669.45	2668.25	1.20	0.010	153.60	14.20	0.14	1.50	0.0009	0.0093	13.16	2.23	0.0170	0.0012	0.0110	1.54	1.88	11.07
TUB-139	BZ-172	2640.52	2639.32	1.20	BZ-173	2638.02	2636.92	1.10	0.010	192.20	51.20	0.05	11.37	0.0057	0.0282	12.94	17.98	0.0600	0.0079	0.0341	2.71	2.28	31.22
TUB-140	BZ-84	2681.41	2680.21	1.20	BZ-85	2677.00	2675.80	1.20	0.010	153.60	24.20	0.18	1.50	0.0008	0.0088	15.72	1.50	0.0140	0.0008	0.0087	1.37	1.81	9.11
TUB-141	BZ-47	2657.72	2655.92	1.80	BZ-15	2654.89	2653.49	1.40	0.010	153.60	14.20	0.17	1.50	0.0008	0.0089	14.99	1.67	0.0150	0.0009	0.0093	1.42	1.83	9.77
TUB-142	BZ-54	2653.36	2652.16	1.20	BZ-55	2645.17	2643.97	1.20	0.010	153.60	45.30	0.18	1.50	0.0008	0.0088	15.63	1.50	0.0140	0.0008	0.0087	1.37	1.81	9.11
TUB-143	BZ-290	2751.83	2750.33	1.50	BZ-338	2746.51	2745.31	1.20	0.010	153.60	27.90	0.18	1.50	0.0008	0.0088	15.58	1.50	0.0140	0.0008	0.0087	1.37	1.81	9.11
TUB-144	BZ-152	2662.91	2661.71	1.20	BZ-153	2659.67	2658.47	1.20	0.010	153.60	26.50	0.12	1.77	0.0011	0.0104	12.45	2.80	0.0200	0.0015	0.0127	1.65	1.90	13.02

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-145	BZ-373	2614.59	2613.39	1.20	BZ-374	2614.00	2612.80	1.20	0.010	240.20	14.30	0.04	14.34	0.0072	0.0309	12.52	22.68	0.0640	0.0099	0.0375	2.85	2.28	26.64
TUB-146	BZ-92	2666.75	2665.55	1.20	BZ-347	2660.02	2658.82	1.20	0.010	153.60	38.50	0.18	1.50	0.0008	0.0089	15.25	1.50	0.0140	0.0008	0.0088	1.38	1.79	9.11
TUB-147	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	BZ-79	2662.38	2661.18	1.20	0.010	153.60	36.20	0.17	1.50	0.0008	0.0089	15.24	1.50	0.0140	0.0008	0.0088	1.38	1.79	9.11
TUB-148	BZ-24	2634.09	2632.89	1.20	BZ-25	2633.49	2632.29	1.20	0.010	192.20	5.20	0.12	2.07	0.0012	0.0108	12.20	3.28	0.0210	0.0017	0.0132	1.69	1.89	10.93
TUB-149	BZ-262	2684.13	2682.93	1.20	BZ-263	2683.93	2682.03	1.90	0.010	153.60	5.30	0.17	1.50	0.0008	0.0089	15.00	1.50	0.0140	0.0008	0.0089	1.38	1.77	9.11
TUB-150	BZ-295	2757.45	2756.25	1.20	BZ-296	2750.34	2749.14	1.20	0.010	153.60	41.80	0.17	1.50	0.0008	0.0090	14.94	1.50	0.0140	0.0008	0.0089	1.38	1.77	9.11
TUB-151	BZ-174	2641.50	2640.30	1.20	BZ-173	2638.02	2636.92	1.10	0.010	153.60	19.90	0.17	1.50	0.0008	0.0090	14.93	1.50	0.0140	0.0008	0.0089	1.38	1.77	9.11
TUB-152	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	BZ-73	2657.72	2656.52	1.20	0.010	153.60	29.40	0.17	1.50	0.0008	0.0090	14.93	1.50	0.0140	0.0008	0.0089	1.38	1.77	9.11
TUB-153	BZ-277	2734.81	2733.61	1.20	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	0.010	153.60	45.50	0.17	1.50	0.0009	0.0090	14.82	1.50	0.0140	0.0009	0.0089	1.39	1.76	9.11
TUB-154	BZ-337	2764.12	2762.92	1.20	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	0.010	153.60	35.90	0.17	1.50	0.0009	0.0090	14.62	1.50	0.0140	0.0009	0.0089	1.39	1.75	9.11
TUB-155	BZ-233	2709.63	2708.43	1.20	BZ-381	2702.71	2701.51	1.20	0.010	153.60	42.30	0.16	1.50	0.0009	0.0091	14.53	1.50	0.0140	0.0009	0.0089	1.39	1.75	9.11
TUB-156	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	BZ-234	2718.27	2717.07	1.20	0.010	153.60	54.60	0.16	1.50	0.0009	0.0091	14.49	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.39	1.74	9.11
TUB-157	BZ-268	2707.50	2706.00	1.50	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	0.010	153.60	47.70	0.15	1.50	0.0009	0.0093	13.20	1.84	0.0160	0.0010	0.0101	1.48	1.78	10.42
TUB-158	BZ-311	2689.93	2688.73	1.20	BZ-260	2687.94	2686.84	1.10	0.010	153.60	14.70	0.13	1.50	0.0009	0.0096	12.04	2.24	0.0180	0.0012	0.0113	1.56	1.81	11.72
TUB-159	BZ-93	2653.86	2652.66	1.20	BZ-94	2646.63	2645.53	1.10	0.010	153.60	53.00	0.13	1.50	0.0009	0.0095	12.49	2.04	0.0170	0.0011	0.0108	1.52	1.79	11.07
TUB-160	BZ-347	2660.02	2658.82	1.20	BZ-93	2653.86	2652.76	1.10	0.010	153.60	37.40	0.16	1.50	0.0009	0.0090	14.29	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.39	1.74	9.11
TUB-161	BZ-361	2660.59	2658.79	1.80	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	0.010	153.60	14.90	0.16	1.50	0.0009	0.0090	14.26	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.39	1.74	9.11
TUB-162	BZ-84	2681.41	2680.21	1.20	BZ-96	2678.48	2677.38	1.10	0.010	153.60	17.70	0.16	1.50	0.0009	0.0090	14.16	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.39	1.73	9.11
TUB-163	BZ-45	2675.18	2673.98	1.20	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	0.010	153.60	59.50	0.16	1.50	0.0009	0.0091	14.10	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.39	1.73	9.11
TUB-164	BZ-207	2676.10	2674.90	1.20	BZ-208	2670.92	2669.82	1.10	0.010	153.60	47.30	0.11	1.84	0.0011	0.0109	11.46	2.91	0.0210	0.0016	0.0133	1.69	1.84	13.67
TUB-165	BZ-296	2750.34	2749.14	1.20	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	0.010	153.60	37.90	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.94	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.71	9.11
TUB-166	BZ-280	2705.60	2704.40	1.20	BZ-267	2701.59	2700.49	1.10	0.010	153.60	25.50	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.80	1.53	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	1.72	9.11
TUB-167	BZ-43	2689.86	2688.66	1.20	BZ-44	2683.96	2682.76	1.20	0.010	153.60	38.30	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.87	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.71	9.11
TUB-168	BZ-283	2758.20	2757.00	1.20	BZ-290	2751.83	2750.33	1.50	0.010	153.60	42.80	0.16	1.50	0.0009	0.0091	13.87	1.50	0.0140	0.0009	0.0090	1.40	1.72	9.11
TUB-169	BZ-339	2743.75	2742.55	1.20	BZ-304	2740.59	2738.79	1.80	0.010	153.60	24.60	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.77	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.70	9.11
TUB-170	BZ-79	2662.38	2661.18	1.20	BZ-80	2657.07	2655.27	1.80	0.010	153.60	39.00	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.63	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.70	9.11
TUB-171	BZ-318	2710.27	2707.77	2.50	BZ-319	2706.37	2705.27	1.10	0.010	153.60	16.50	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.59	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.70	9.11
TUB-172	BZ-102	2701.81	2700.61	1.20	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	0.010	153.60	44.60	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.54	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.69	9.11
TUB-173	BZ-44	2683.96	2682.76	1.20	BZ-45	2675.18	2673.98	1.20	0.010	153.60	58.50	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.50	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.69	9.11
TUB-174	BZ-109	2698.55	2697.35	1.20	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	0.010	153.60	23.10	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.42	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.69	9.11
TUB-175	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	BZ-117	2682.38	2681.18	1.20	0.010	153.60	41.50	0.15	1.50	0.0009	0.0092	13.41	1.50	0.0140	0.0009	0.0091	1.40	1.69	9.11
TUB-176	BZ-171	2643.80	2641.30	2.50	BZ-172	2640.52	2639.42	1.10	0.010	192.20	48.60	0.04	11.04	0.0059	0.0290	10.99	17.47	0.0620	0.0083	0.0351	2.75	2.11	32.26
TUB-177	BZ-103	2695.10	2693.90	1.20	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	0.010	153.60	44.80	0.15	1.50	0.0009	0.0093	13.27	1.50	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	1.68	9.11
TUB-178	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	BZ-80	2657.07	2655.27	1.80	0.010	153.60	41.30	0.15	1.50	0.0009	0.0093	13.25	1.50	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	1.68	9.11
TUB-179	BZ-288	2773.19	2771.99	1.20	BZ-289	2768.69	2767.49	1.20	0.010	153.60	30.90	0.15	1.50	0.0009	0.0093	13.25	1.50	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	1.68	9.11
TUB-180	BZ-114	2686.25	2685.05	1.20	BZ-122	2681.64	2680.44	1.20	0.010	153.60	33.10	0.14	1.50	0.0009	0.0093	12.73	1.61	0.0150	0.0010	0.0096	1.44	1.69	9.77
TUB-181	BZ-369	2618.97	2617.47	1.50	BZ-370	2617.00	2615.80	1.20	0.010	240.20	49.70	0.03	14.34	0.0077	0.0323	10.64	22.68	0.0680	0.0107	0.0392	2.91	2.12	28.31
TUB-182	BZ-271	2786.27	2785.07	1.20	BZ-272	2779.59	2778.39	1.20	0.010	153.60	46.90	0.14	1.50	0.0009	0.0093	12.95	1.50	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	1.66	9.11
TUB-183	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	BZ-54	2653.36	2652.16	1.20	0.010	153.60	38.40	0.14	1.50	0.0009	0.0093	12.89	1.50	0.0140	0.0009	0.0092	1.41	1.66	9.11
TUB-184	BZ-148	2668.84	2667.64	1.20	BZ-149	2666.75	2665.55	1.20	0.010	153.60	18.80	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.75	2.23	0.0190	0.0013	0.0117	1.59	1.72	12.37
TUB-185	BZ-61	2694.90	2693.70	1.20	BZ-74	2688.43	2687.23	1.20	0.010	153.60	46.20	0.14	1.50	0.0009	0.0093	12.79	1.50	0.0150	0.0009	0.0093	1.42	1.65	9.77
TUB-186	BZ-327	2716.89	2715.69	1.20	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	0.010	153.60	29.20	0.14	1.50	0.0009	0.0093	12.74	1.50	0.0150	0.0009	0.0093	1.42	1.65	9.77
TUB-187	BZ-308	2711.00	2709.80	1.20	BZ-307	2708.35	2706.85	1.50	0.010	153.60	21.20	0.14	1.50	0.0009	0.0093	12.74	1.50	0.0150	0.0009	0.0093	1.42	1.65	9.77
TUB-188	BZ-358	2650.89	2649.69	1.20	BZ-16	2650.14	2648.94	1.20	0.010	153.60	6.70	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.84	2.09	0.0180	0.0012	0.0113	1.56	1.69	11.72
TUB-189	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	BZ-337	2764.12	2762.92	1.20	0.010	153.60	33.20	0.14	1.50	0.0009	0.0095	12.54	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.42	1.63	9.77
TUB-190	BZ-349	2675.00	2673.80	1.20	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	0.010	153.60	46.10	0.14	1.50	0.0009	0.0094	12.50	1.50	0.0150	0.0009	0.0093	1.42	1.63	9.77
TUB-191	BZ-348	2664.84	2663.64	1.20	BZ-41	2659.28	2658.08	1.20	0.010	153.60	41.60	0.13	1.50	0.0009	0.0095	12.43	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.42	1.62	9.77
TUB-192	BZ-35	2640.92	2639.72	1.20	BZ-20	2641.02	2639.32	1.70	0.010	153.60	3.00	0.13	1.50	0.0009	0.0095	12.37	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.43	1.61	9.77

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-193	BZ-165	2662.17	2660.97	1.20	BZ-163	2654.34	2652.94	1.40	0.010	153.60	60.90	0.13	1.50	0.0009	0.0095	12.29	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.43	1.61	9.77
TUB-194	BZ-10	2668.29	2667.09	1.20	BZ-11	2663.53	2662.33	1.20	0.010	153.60	36.10	0.13	1.50	0.0009	0.0095	12.28	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.43	1.61	9.77
TUB-195	BZ-370	2617.00	2615.80	1.20	BZ-371	2616.00	2614.80	1.20	0.010	240.20	32.00	0.03	14.34	0.0079	0.0329	10.06	22.68	0.0690	0.0110	0.0399	2.93	2.06	28.73
TUB-196	BZ-119	2681.76	2680.26	1.50	BZ-120	2673.28	2672.08	1.20	0.010	153.60	62.60	0.13	1.50	0.0009	0.0095	12.20	1.50	0.0150	0.0009	0.0095	1.43	1.60	9.77
TUB-197	BZ-374	2614.00	2612.80	1.20	BZ-375	2614.63	2612.43	2.20	0.010	240.20	12.00	0.03	14.34	0.0079	0.0329	9.93	22.68	0.0690	0.0111	0.0400	2.94	2.05	28.73
TUB-198	BZ-40	2670.39	2669.19	1.20	BZ-348	2664.84	2663.64	1.20	0.010	153.60	43.20	0.13	1.50	0.0009	0.0096	12.04	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.43	1.61	9.77
TUB-199	BZ-97	2677.58	2676.38	1.20	BZ-98	2675.25	2674.05	1.20	0.010	153.60	19.30	0.12	1.50	0.0009	0.0097	11.44	1.67	0.0160	0.0010	0.0101	1.47	1.62	10.42
TUB-200	BZ-203	2675.06	2673.86	1.20	BZ-223	2667.86	2666.66	1.20	0.010	153.60	56.20	0.13	1.50	0.0009	0.0096	12.00	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.43	1.61	9.77
TUB-201	BZ-329	2727.16	2725.96	1.20	BZ-286	2722.10	2720.90	1.20	0.010	153.60	39.70	0.13	1.50	0.0009	0.0096	11.95	1.50	0.0150	0.0009	0.0094	1.43	1.61	9.77
TUB-202	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	BZ-41	2659.28	2658.08	1.20	0.010	153.60	51.90	0.12	1.50	0.0009	0.0096	11.71	1.50	0.0150	0.0010	0.0096	1.44	1.57	9.77
TUB-203	BZ-77	2680.81	2679.61	1.20	BZ-349	2675.00	2673.80	1.20	0.010	153.60	47.60	0.12	1.50	0.0009	0.0097	11.55	1.50	0.0150	0.0010	0.0096	1.44	1.57	9.77
TUB-204	BZ-20	2641.02	2639.22	1.80	BZ-21	2638.66	2637.46	1.20	0.010	192.20	21.70	0.08	2.07	0.0014	0.0117	9.25	3.28	0.0230	0.0020	0.0143	1.76	1.67	11.97
TUB-205	BZ-47	2657.72	2655.92	1.80	BZ-48	2652.01	2650.81	1.20	0.010	153.60	42.40	0.12	1.50	0.0009	0.0097	11.42	1.50	0.0150	0.0010	0.0096	1.44	1.57	9.77
TUB-206	BZ-36	2649.98	2648.78	1.20	BZ-33	2646.50	2645.30	1.20	0.010	153.60	29.10	0.12	1.50	0.0010	0.0097	11.35	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-207	BZ-76	2685.23	2684.03	1.20	BZ-77	2680.81	2679.61	1.20	0.010	153.60	37.00	0.12	1.50	0.0010	0.0097	11.35	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-208	BZ-266	2675.71	2674.51	1.20	BZ-252	2674.30	2672.60	1.70	0.010	192.20	24.20	0.08	2.14	0.0015	0.0120	9.23	3.39	0.0230	0.0020	0.0146	1.77	1.67	11.97
TUB-209	BZ-07	2653.63	2652.43	1.20	BZ-36	2649.98	2648.78	1.20	0.010	153.60	30.70	0.12	1.50	0.0010	0.0097	11.31	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-210	BZ-49	2651.30	2649.80	1.50	BZ-50	2650.80	2648.80	2.00	0.010	153.60	8.40	0.12	1.50	0.0010	0.0097	11.30	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-211	BZ-244	2686.00	2684.80	1.20	BZ-245	2681.72	2680.52	1.20	0.010	153.60	36.20	0.12	1.50	0.0010	0.0097	11.26	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-212	BZ-23	2636.82	2635.62	1.20	BZ-24	2634.09	2632.89	1.20	0.010	192.20	34.50	0.08	2.07	0.0014	0.0118	9.16	3.28	0.0230	0.0020	0.0144	1.76	1.66	11.97
TUB-213	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	BZ-353	2661.30	2660.10	1.20	0.010	153.60	38.00	0.12	1.50	0.0010	0.0098	11.11	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-214	BZ-65	2670.26	2669.06	1.20	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	0.010	153.60	19.50	0.12	1.50	0.0010	0.0098	11.09	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.44	1.55	9.77
TUB-215	BZ-229	2662.58	2661.48	1.10	BZ-230	2659.55	2658.45	1.10	0.010	192.20	43.00	0.07	2.43	0.0017	0.0130	8.97	3.85	0.0250	0.0023	0.0158	1.85	1.68	13.01
TUB-216	BZ-261	2689.30	2687.50	1.80	BZ-262	2684.13	2682.93	1.20	0.010	153.60	40.00	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.97	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.55	9.77
TUB-217	BZ-05	2655.33	2654.13	1.20	BZ-30	2650.75	2649.55	1.20	0.010	153.60	40.40	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.90	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.54	9.77
TUB-218	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	BZ-67	2663.77	2662.57	1.20	0.010	153.60	37.30	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.89	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.54	9.77
TUB-219	BZ-170	2642.96	2641.76	1.20	BZ-171	2643.80	2641.40	2.40	0.010	192.20	9.00	0.04	6.40	0.0040	0.0227	8.89	10.12	0.0470	0.0055	0.0275	2.44	1.83	24.45
TUB-220	BZ-169	2645.37	2644.17	1.20	BZ-170	2642.96	2641.86	1.10	0.010	192.20	49.20	0.05	4.79	0.0031	0.0193	8.86	7.58	0.0390	0.0043	0.0235	2.25	1.77	20.29
TUB-221	BZ-338	2746.51	2745.31	1.20	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	0.010	153.60	18.10	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.83	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.54	9.77
TUB-222	BZ-236	2728.82	2727.62	1.20	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	0.010	153.60	40.90	0.11	1.50	0.0010	0.0098	10.75	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.53	9.77
TUB-223	BZ-377	2614.57	2611.57	3.00	BZ-378	2610.93	2609.73	1.20	0.010	240.20	69.80	0.03	14.34	0.0084	0.0341	8.81	22.68	0.0720	0.0117	0.0413	2.99	1.94	29.98
TUB-224	BZ-238	2722.25	2720.75	1.50	BZ-293	2717.70	2716.50	1.20	0.010	153.60	38.40	0.11	1.50	0.0010	0.0099	10.70	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.53	9.77
TUB-225	BZ-181	2634.59	2633.39	1.20	BZ-180	2632.84	2631.64	1.20	0.010	153.60	15.90	0.11	1.50	0.0010	0.0099	10.68	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.53	9.77
TUB-226	BZ-128	2669.92	2668.72	1.20	BZ-129	2666.52	2665.32	1.20	0.010	153.60	33.70	0.10	1.50	0.0010	0.0101	9.95	1.75	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.54	11.07
TUB-227	BZ-294	2718.40	2715.90	2.50	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	0.010	153.60	46.60	0.11	1.50	0.0010	0.0099	10.65	1.50	0.0150	0.0010	0.0097	1.45	1.53	9.77
TUB-228	BZ-182	2655.22	2653.72	1.50	BZ-167	2651.55	2649.85	1.70	0.010	153.60	35.30	0.11	1.50	0.0010	0.0099	10.63	1.50	0.0150	0.0010	0.0098	1.46	1.51	9.77
TUB-229	BZ-247	2669.35	2668.15	1.20	BZ-248	2665.83	2664.73	1.10	0.010	192.20	48.70	0.07	2.25	0.0016	0.0125	8.64	3.56	0.0240	0.0022	0.0153	1.82	1.64	12.49
TUB-230	BZ-59	2701.16	2699.96	1.20	BZ-60	2697.69	2696.49	1.20	0.010	153.60	31.70	0.11	1.50	0.0010	0.0099	10.60	1.50	0.0150	0.0010	0.0099	1.46	1.50	9.77
TUB-231	BZ-25	2633.49	2632.29	1.20	BZ-26	2632.46	2630.96	1.50	0.010	192.20	18.20	0.07	2.07	0.0015	0.0120	8.57	3.28	0.0230	0.0020	0.0146	1.78	1.61	11.97
TUB-232	BZ-160	2655.50	2654.30	1.20	BZ-161	2654.75	2653.55	1.20	0.010	153.60	10.00	0.08	1.77	0.0013	0.0116	8.54	2.80	0.0230	0.0017	0.0141	1.75	1.61	14.97
TUB-233	BZ-258	2695.60	2694.40	1.20	BZ-259	2690.35	2689.15	1.20	0.010	153.60	49.00	0.11	1.50	0.0010	0.0099	10.44	1.50	0.0160	0.0010	0.0099	1.46	1.50	10.42
TUB-234	BZ-177	2636.56	2635.36	1.20	BZ-178	2635.82	2634.62	1.20	0.010	192.20	27.10	0.03	11.67	0.0070	0.0320	8.58	18.46	0.0700	0.0098	0.0386	2.89	1.89	36.42
TUB-235	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	BZ-47	2657.72	2656.02	1.70	0.010	153.60	50.00	0.11	1.50	0.0010	0.0100	10.31	1.50	0.0160	0.0010	0.0099	1.46	1.49	10.42
TUB-236	BZ-315	2727.88	2726.68	1.20	BZ-314	2725.72	2722.92	2.80	0.010	153.60	35.80	0.11	1.50	0.0010	0.0100	10.28	1.50	0.0160	0.0010	0.0099	1.46	1.49	10.42
TUB-237	BZ-34	2643.72	2642.52	1.20	BZ-35	2640.92	2639.72	1.20	0.010	153.60	26.80	0.10	1.50	0.0010	0.0100	10.25	1.50	0.0160	0.0010	0.0099	1.46	1.49	10.42
TUB-238	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	BZ-238	2722.25	2720.75	1.50	0.010	153.60	44.90	0.10	1.50	0.0010	0.0100	10.22	1.50	0.0160	0.0010	0.0099	1.46	1.48	10.42
TUB-239	BZ-353	2661.30	2660.10	1.20	BZ-47	2657.72	2656.02	1.70	0.010	153.60	39.40	0.10	1.50	0.0010	0.0100	10.16	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.48	10.42
TUB-240	BZ-221	2676.66	2675.46	1.20	BZ-164	2671.52	2670.02	1.50	0.010	153.60	52.80	0.10	1.50	0.0010	0.0100	10.12	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.48	10.42

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-241	BZ-328	2722.22	2720.22	2.00	BZ-287	2717.63	2716.53	1.10	0.010	153.60	36.00	0.10	1.50	0.0010	0.0100	10.09	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.48	10.42
TUB-242	BZ-164	2671.52	2670.02	1.50	BZ-222	2669.64	2668.44	1.20	0.010	153.60	15.40	0.10	1.50	0.0010	0.0100	10.07	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.48	10.42
TUB-243	BZ-184	2656.75	2655.25	1.50	BZ-185	2655.80	2654.10	1.70	0.010	192.20	26.20	0.04	4.52	0.0030	0.0191	8.19	7.15	0.0380	0.0042	0.0231	2.24	1.71	19.77
TUB-244	BZ-159	2656.93	2655.43	1.50	BZ-160	2655.50	2654.30	1.20	0.010	153.60	16.10	0.07	1.77	0.0013	0.0118	8.09	2.80	0.0230	0.0018	0.0144	1.76	1.56	14.97
TUB-245	BZ-14	2658.25	2657.05	1.20	BZ-38	2655.92	2654.72	1.20	0.010	153.60	23.10	0.10	1.50	0.0010	0.0101	9.95	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.47	10.42
TUB-246	BZ-248	2665.83	2664.63	1.20	BZ-229	2662.58	2661.53	1.05	0.010	192.20	49.20	0.06	2.34	0.0017	0.0131	8.08	3.70	0.0250	0.0023	0.0159	1.86	1.59	13.01
TUB-247	BZ-354	2685.11	2683.91	1.20	BZ-105	2681.39	2680.19	1.20	0.010	153.60	37.40	0.10	1.50	0.0010	0.0101	9.85	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.46	10.42
TUB-248	BZ-193	2692.30	2691.10	1.20	BZ-194	2696.71	2695.51	1.20	0.010	153.60	44.50	0.10	1.50	0.0010	0.0101	9.83	1.50	0.0160	0.0010	0.0100	1.47	1.46	10.42
TUB-249	BZ-129	2666.52	2665.32	1.20	BZ-130	2663.68	2662.48	1.20	0.010	153.60	31.80	0.09	1.50	0.0011	0.0104	9.07	1.75	0.0170	0.0012	0.0110	1.54	1.48	11.07
TUB-250	BZ-334	2750.56	2749.36	1.20	BZ-333	2747.97	2746.77	1.20	0.010	153.60	26.50	0.10	1.50	0.0010	0.0101	9.72	1.50	0.0160	0.0010	0.0101	1.47	1.46	10.42
TUB-251	BZ-257	2697.20	2695.70	1.50	BZ-249	2693.28	2692.18	1.10	0.010	153.60	41.60	0.08	1.50	0.0011	0.0105	8.69	1.92	0.0180	0.0013	0.0116	1.58	1.49	11.72
TUB-252	BZ-125	2675.93	2674.73	1.20	BZ-126	2672.04	2670.94	1.10	0.010	153.60	41.20	0.09	1.50	0.0010	0.0103	9.28	1.64	0.0170	0.0011	0.0106	1.51	1.46	11.07
TUB-253	BZ-367	2619.27	2618.07	1.20	BZ-368	2619.00	2617.80	1.20	0.010	240.20	11.80	0.02	14.34	0.0089	0.0352	7.86	22.68	0.0750	0.0123	0.0426	3.03	1.84	31.22
TUB-254	BZ-140	2683.42	2682.22	1.20	BZ-141	2678.33	2677.13	1.20	0.010	153.60	53.30	0.10	1.50	0.0010	0.0102	9.55	1.50	0.0160	0.0010	0.0101	1.48	1.45	10.42
TUB-255	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	BZ-354	2685.11	2683.91	1.20	0.010	153.60	36.40	0.09	1.50	0.0010	0.0102	9.49	1.50	0.0160	0.0010	0.0101	1.48	1.44	10.42
TUB-256	BZ-58	2706.75	2705.55	1.20	BZ-59	2701.16	2699.96	1.20	0.010	153.60	59.10	0.09	1.50	0.0010	0.0102	9.48	1.50	0.0160	0.0010	0.0101	1.48	1.44	10.42
TUB-257	BZ-265	2677.85	2676.65	1.20	BZ-266	2675.71	2674.51	1.20	0.010	192.20	34.40	0.06	2.14	0.0016	0.0126	7.69	3.39	0.0240	0.0022	0.0154	1.82	1.55	12.49
TUB-258	BZ-149	2666.75	2665.55	1.20	BZ-150	2665.12	2663.92	1.20	0.010	153.60	22.00	0.07	1.50	0.0011	0.0108	7.84	2.23	0.0200	0.0015	0.0128	1.66	1.49	13.02
TUB-259	BZ-286	2722.10	2720.90	1.20	BZ-328	2722.22	2720.22	2.00	0.010	153.60	7.40	0.09	1.50	0.0010	0.0103	9.27	1.50	0.0160	0.0010	0.0102	1.48	1.43	10.42
TUB-260	BZ-155	2659.79	2657.79	2.00	BZ-156	2657.66	2656.46	1.20	0.010	153.60	20.80	0.06	1.77	0.0013	0.0120	7.51	2.80	0.0240	0.0019	0.0147	1.78	1.51	15.63
TUB-261	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	BZ-257	2697.20	2695.80	1.40	0.010	153.60	40.20	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.44	1.84	0.0180	0.0013	0.0115	1.58	1.45	11.72
TUB-262	BZ-254	2699.39	2698.19	1.20	BZ-255	2695.86	2694.66	1.20	0.010	153.60	38.80	0.09	1.50	0.0010	0.0103	9.19	1.50	0.0160	0.0011	0.0102	1.49	1.42	10.42
TUB-263	BZ-93	2653.86	2652.66	1.20	BZ-139	2651.29	2650.19	1.10	0.010	153.60	27.60	0.09	1.50	0.0011	0.0103	9.09	1.50	0.0160	0.0011	0.0103	1.49	1.41	10.42
TUB-264	BZ-136	2658.43	2656.93	1.50	BZ-137	2657.14	2655.64	1.50	0.010	153.60	27.10	0.05	2.70	0.0020	0.0155	7.24	4.27	0.0310	0.0028	0.0189	2.02	1.54	20.18
TUB-265	BZ-26	2632.46	2630.96	1.50	BZ-27	2630.15	2629.05	1.10	0.010	192.20	32.90	0.06	2.07	0.0016	0.0126	7.18	3.28	0.0240	0.0022	0.0154	1.82	1.49	12.49
TUB-266	BZ-141	2678.33	2677.13	1.20	BZ-142	2674.37	2673.17	1.20	0.010	153.60	46.20	0.09	1.50	0.0011	0.0105	8.78	1.50	0.0160	0.0011	0.0104	1.50	1.39	10.42
TUB-267	BZ-156	2657.66	2656.46	1.20	BZ-157	2657.16	2655.96	1.20	0.010	153.60	8.40	0.06	1.77	0.0014	0.0122	7.14	2.80	0.0240	0.0019	0.0149	1.79	1.48	15.63
TUB-268	BZ-254	2699.39	2698.19	1.20	BZ-344	2698.25	2697.05	1.20	0.010	153.60	13.30	0.09	1.50	0.0011	0.0105	8.76	1.50	0.0160	0.0011	0.0104	1.50	1.39	10.42
TUB-269	BZ-372	2615.79	2614.29	1.50	BZ-373	2614.59	2613.39	1.20	0.010	240.20	44.50	0.02	14.34	0.0093	0.0361	7.16	22.68	0.0770	0.0129	0.0437	3.07	1.76	32.06
TUB-270	BZ-123	2680.00	2678.80	1.20	BZ-124	2676.46	2675.26	1.20	0.010	153.60	43.60	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.42	1.61	0.0170	0.0012	0.0108	1.53	1.39	11.07
TUB-271	BZ-55	2645.17	2643.97	1.20	BZ-56	2645.10	2642.70	2.40	0.010	153.60	15.10	0.08	1.50	0.0011	0.0105	8.66	1.50	0.0160	0.0011	0.0104	1.50	1.38	10.42
TUB-272	BZ-264	2679.37	2678.17	1.20	BZ-265	2677.85	2676.65	1.20	0.010	192.20	27.50	0.06	2.14	0.0016	0.0129	7.01	3.39	0.0250	0.0023	0.0158	1.85	1.48	13.01
TUB-273	BZ-279	2712.82	2711.62	1.20	BZ-380	2708.78	2707.58	1.20	0.010	153.60	48.70	0.08	1.50	0.0011	0.0105	8.55	1.50	0.0160	0.0011	0.0104	1.50	1.37	10.42
TUB-274	BZ-120	2673.28	2672.08	1.20	BZ-100	2671.54	2670.44	1.10	0.010	153.60	19.90	0.08	1.50	0.0011	0.0105	8.52	1.50	0.0160	0.0011	0.0105	1.50	1.37	10.42
TUB-275	BZ-161	2654.75	2653.55	1.20	BZ-162	2654.21	2653.01	1.20	0.010	153.60	9.50	0.06	1.77	0.0014	0.0123	6.90	2.80	0.0240	0.0019	0.0150	1.80	1.46	15.63
TUB-276	BZ-95	2645.49	2644.29	1.20	BZ-56	2645.10	2642.70	2.40	0.010	153.60	25.00	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.96	2.29	0.0210	0.0016	0.0134	1.70	1.42	13.67
TUB-277	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	BZ-307	2708.35	2706.85	1.50	0.010	153.60	48.30	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.42	1.50	0.0170	0.0011	0.0105	1.51	1.36	11.07
TUB-278	BZ-90	2670.91	2669.71	1.20	BZ-91	2668.28	2667.08	1.20	0.010	153.60	32.40	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.42	1.50	0.0170	0.0011	0.0105	1.51	1.36	11.07
TUB-279	BZ-163	2654.34	2652.84	1.50	BZ-166	2652.21	2651.01	1.20	0.010	153.60	34.00	0.05	1.93	0.0015	0.0130	6.86	3.05	0.0260	0.0021	0.0158	1.85	1.46	16.93
TUB-280	BZ-343	2704.54	2703.34	1.20	BZ-267	2701.59	2700.49	1.10	0.010	153.60	35.50	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.34	1.50	0.0170	0.0011	0.0105	1.51	1.36	11.07
TUB-281	BZ-315	2727.88	2726.68	1.20	BZ-316	2725.63	2724.43	1.20	0.010	153.60	28.10	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.33	1.50	0.0170	0.0011	0.0105	1.51	1.36	11.07
TUB-282	BZ-112	2679.51	2678.31	1.20	BZ-96	2678.48	2677.38	1.10	0.010	153.60	11.60	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.32	1.50	0.0170	0.0011	0.0105	1.51	1.36	11.07
TUB-283	BZ-351	2666.33	2665.13	1.20	BZ-11	2663.53	2662.33	1.20	0.010	153.60	35.50	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.24	1.50	0.0170	0.0011	0.0106	1.51	1.35	11.07
TUB-284	BZ-11	2663.53	2662.33	1.20	BZ-12	2662.10	2660.90	1.20	0.010	153.60	18.10	0.08	1.50	0.0011	0.0106	8.24	1.50	0.0170	0.0011	0.0106	1.51	1.35	11.07
TUB-285	BZ-202	2691.67	2690.47	1.20	BZ-204	2690.76	2689.56	1.20	0.010	153.60	16.30	0.06	1.71	0.0014	0.0122	6.69	2.71	0.0240	0.0019	0.0149	1.79	1.43	15.63
TUB-286	BZ-145	2672.74	2671.24	1.50	BZ-146	2671.50	2670.30	1.20	0.010	153.60	15.10	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.84	2.23	0.0210	0.0016	0.0133	1.70	1.40	13.67
TUB-287	BZ-268	2707.50	2706.00	1.50	BZ-343	2704.54	2703.34	1.20	0.010	153.60	34.30	0.08	1.50	0.0011	0.0107	8.12	1.50	0.0170	0.0011	0.0106	1.51	1.34	11.07
TUB-288	BZ-121	2686.63	2685.43	1.20	BZ-140	2683.42	2682.22	1.20	0.010	153.60	41.60	0.08	1.50	0.0011	0.0107	8.09	1.50	0.0170	0.0011	0.0106	1.51	1.34	11.07

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-289	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	BZ-241	2720.09	2718.89	1.20	0.010	153.60	49.10	0.08	1.50	0.0011	0.0107	8.06	1.50	0.0170	0.0011	0.0106	1.51	1.34	11.07
TUB-290	BZ-249	2693.28	2692.08	1.20	BZ-243	2692.72	2691.52	1.20	0.010	153.60	9.00	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.88	2.12	0.0210	0.0015	0.0130	1.68	1.38	13.67
TUB-291	BZ-127	2671.29	2670.09	1.20	BZ-128	2669.92	2668.72	1.20	0.010	153.60	19.50	0.07	1.50	0.0012	0.0109	7.52	1.75	0.0180	0.0013	0.0116	1.58	1.36	11.72
TUB-292	BZ-17	2648.74	2647.54	1.20	BZ-18	2646.35	2645.15	1.20	0.010	153.60	37.90	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.93	2.09	0.0210	0.0015	0.0129	1.67	1.38	13.67
TUB-293	BZ-329	2727.16	2725.96	1.20	BZ-278	2725.23	2724.03	1.20	0.010	153.60	25.60	0.08	1.50	0.0011	0.0108	7.94	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.33	11.07
TUB-294	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	0.010	153.60	55.60	0.07	1.50	0.0011	0.0108	7.83	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.32	11.07
TUB-295	BZ-57	2708.29	2707.09	1.20	BZ-58	2706.75	2705.55	1.20	0.010	153.60	20.90	0.07	1.50	0.0011	0.0108	7.82	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.32	11.07
TUB-296	BZ-216	2660.24	2659.04	1.20	BZ-214	2657.36	2655.36	2.00	0.010	153.60	50.00	0.07	1.50	0.0011	0.0108	7.80	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.32	11.07
TUB-297	BZ-357	2646.00	2644.80	1.20	BZ-34	2643.72	2642.52	1.20	0.010	153.60	31.10	0.07	1.50	0.0011	0.0108	7.78	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.32	11.07
TUB-298	BZ-16	2650.14	2648.94	1.20	BZ-17	2648.74	2647.54	1.20	0.010	153.60	23.20	0.06	1.50	0.0012	0.0113	6.69	2.09	0.0210	0.0015	0.0130	1.68	1.36	13.67
TUB-299	BZ-62	2697.97	2696.77	1.20	BZ-61	2694.90	2693.70	1.20	0.010	153.60	42.00	0.07	1.50	0.0011	0.0108	7.76	1.50	0.0170	0.0011	0.0107	1.52	1.32	11.07
TUB-300	BZ-158	2657.27	2655.77	1.50	BZ-159	2656.93	2655.43	1.50	0.010	153.60	6.80	0.05	1.77	0.0015	0.0127	6.24	2.80	0.0250	0.0020	0.0155	1.83	1.39	16.28
TUB-301	BZ-122	2681.64	2680.44	1.20	BZ-123	2680.00	2678.80	1.20	0.010	153.60	23.80	0.07	1.50	0.0012	0.0110	7.43	1.61	0.0180	0.0012	0.0112	1.56	1.32	11.72
TUB-302	BZ-56	2645.10	2642.60	2.50	BZ-170	2642.96	2641.86	1.10	0.010	153.60	14.20	0.05	1.61	0.0013	0.0120	6.13	2.54	0.0240	0.0019	0.0147	1.78	1.37	15.63
TUB-303	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	BZ-92	2666.75	2665.55	1.20	0.010	153.60	28.80	0.07	1.50	0.0012	0.0110	7.37	1.50	0.0170	0.0012	0.0109	1.53	1.29	11.07
TUB-304	BZ-151	2664.57	2663.37	1.20	BZ-152	2662.91	2661.71	1.20	0.010	153.60	35.20	0.05	1.77	0.0015	0.0129	5.95	2.80	0.0250	0.0021	0.0157	1.84	1.36	16.28
TUB-305	BZ-87	2676.78	2674.98	1.80	BZ-88	2672.51	2671.31	1.20	0.010	153.60	54.50	0.07	1.50	0.0012	0.0110	7.29	1.50	0.0170	0.0012	0.0109	1.54	1.28	11.07
TUB-306	BZ-99	2674.06	2672.86	1.20	BZ-100	2671.54	2670.44	1.10	0.010	153.60	38.30	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.94	1.67	0.0180	0.0013	0.0117	1.59	1.29	11.72
TUB-307	BZ-62	2697.97	2696.77	1.20	BZ-71	2696.56	2695.36	1.20	0.010	153.60	21.40	0.07	1.50	0.0012	0.0111	7.16	1.50	0.0170	0.0012	0.0110	1.54	1.27	11.07
TUB-308	BZ-355	2690.66	2689.46	1.20	BZ-104	2688.56	2687.36	1.20	0.010	153.60	32.10	0.07	1.50	0.0012	0.0111	7.12	1.50	0.0170	0.0012	0.0110	1.54	1.27	11.07
TUB-309	BZ-138	2653.68	2652.48	1.20	BZ-139	2651.29	2650.09	1.20	0.010	192.20	64.00	0.04	2.70	0.0022	0.0157	5.74	4.27	0.0310	0.0031	0.0191	2.03	1.38	16.13
TUB-310	BZ-299	2715.36	2714.16	1.20	BZ-300	2711.97	2710.77	1.20	0.010	153.60	52.70	0.06	1.50	0.0012	0.0112	7.03	1.50	0.0170	0.0012	0.0111	1.55	1.26	11.07
TUB-311	BZ-03	2659.68	2658.48	1.20	BZ-04	2657.83	2656.63	1.20	0.010	153.60	28.90	0.06	1.50	0.0012	0.0112	7.00	1.50	0.0180	0.0012	0.0111	1.55	1.26	11.72
TUB-312	BZ-239	2726.64	2725.44	1.20	BZ-240	2723.86	2722.66	1.20	0.010	153.60	44.00	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.93	1.50	0.0180	0.0012	0.0111	1.55	1.25	11.72
TUB-313	BZ-167	2651.55	2649.75	1.80	BZ-168	2649.89	2648.69	1.20	0.010	192.20	40.30	0.03	4.70	0.0037	0.0217	5.60	7.44	0.0440	0.0052	0.0264	2.39	1.44	22.89
TUB-314	BZ-227	2683.35	2682.15	1.20	BZ-228	2681.46	2680.26	1.20	0.010	153.60	30.40	0.06	1.50	0.0012	0.0112	6.85	1.50	0.0180	0.0012	0.0111	1.55	1.24	11.72
TUB-315	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	BZ-215	2653.44	2652.24	1.20	0.010	153.60	42.50	0.06	1.50	0.0012	0.0113	6.68	1.50	0.0180	0.0012	0.0112	1.56	1.23	11.72
TUB-316	BZ-130	2663.68	2662.48	1.20	BZ-131	2661.53	2660.33	1.20	0.010	153.60	39.30	0.05	1.50	0.0013	0.0116	6.20	1.75	0.0200	0.0014	0.0123	1.63	1.25	13.02
TUB-317	BZ-105	2681.39	2680.19	1.20	BZ-111	2680.99	2679.49	1.50	0.010	153.60	11.80	0.06	1.50	0.0012	0.0114	6.61	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	1.56	1.22	11.72
TUB-318	BZ-60	2697.69	2696.49	1.20	BZ-61	2694.90	2693.70	1.20	0.010	153.60	47.50	0.06	1.50	0.0012	0.0114	6.56	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	1.56	1.22	11.72
TUB-319	BZ-344	2698.25	2697.05	1.20	BZ-258	2695.60	2694.40	1.20	0.010	153.60	45.20	0.06	1.50	0.0012	0.0114	6.54	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	1.56	1.22	11.72
TUB-320	BZ-371	2616.00	2614.80	1.20	BZ-372	2615.79	2614.29	1.50	0.010	240.20	36.30	0.01	14.34	0.0105	0.0390	5.38	22.68	0.0850	0.0146	0.0472	3.19	1.55	35.39
TUB-321	BZ-80	2657.07	2655.27	1.80	BZ-93	2653.86	2652.76	1.10	0.010	153.60	43.00	0.06	1.50	0.0012	0.0114	6.52	1.50	0.0180	0.0012	0.0113	1.56	1.22	11.72
TUB-322	BZ-41	2659.28	2658.08	1.20	BZ-14	2658.25	2657.05	1.20	0.010	153.60	18.10	0.06	1.50	0.0012	0.0115	6.39	1.50	0.0180	0.0013	0.0114	1.57	1.20	11.72
TUB-323	BZ-236	2728.82	2727.62	1.20	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	0.010	153.60	29.30	0.06	1.50	0.0012	0.0115	6.37	1.50	0.0180	0.0013	0.0114	1.57	1.20	11.72
TUB-324	BZ-375	2614.63	2612.43	2.20	BZ-376	2615.22	2611.92	3.30	0.010	240.20	37.40	0.01	14.34	0.0106	0.0393	5.25	22.68	0.0850	0.0148	0.0475	3.20	1.53	35.39
TUB-325	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	BZ-238	2722.25	2720.75	1.50	0.010	153.60	40.80	0.06	1.50	0.0012	0.0115	6.36	1.50	0.0180	0.0013	0.0114	1.57	1.20	11.72
TUB-326	BZ-12	2662.10	2660.90	1.20	BZ-13	2658.79	2657.59	1.20	0.010	153.60	59.70	0.06	1.50	0.0013	0.0115	6.27	1.50	0.0180	0.0013	0.0114	1.57	1.19	11.72
TUB-327	BZ-01	2664.18	2662.98	1.20	BZ-12	2662.10	2660.90	1.20	0.010	153.60	38.10	0.05	1.50	0.0013	0.0115	6.18	1.50	0.0180	0.0013	0.0115	1.57	1.19	11.72
TUB-328	BZ-183	2656.78	2655.58	1.20	BZ-182	2655.22	2653.72	1.50	0.010	153.60	34.30	0.05	1.50	0.0013	0.0116	6.14	1.50	0.0180	0.0013	0.0115	1.58	1.18	11.72
TUB-329	BZ-366	2620.03	2618.83	1.20	BZ-367	2619.27	2618.07	1.20	0.010	240.20	58.50	0.01	14.34	0.0109	0.0397	5.06	22.68	0.0870	0.0151	0.0480	3.22	1.50	36.22
TUB-330	BZ-153	2659.67	2658.47	1.20	BZ-154	2659.77	2657.97	1.80	0.010	153.60	13.40	0.04	1.77	0.0016	0.0136	4.95	2.80	0.0270	0.0022	0.0165	1.89	1.25	17.58
TUB-331	BZ-333	2747.97	2746.77	1.20	BZ-276	2747.33	2745.53	1.80	0.010	153.60	23.30	0.05	1.50	0.0013	0.0116	6.05	1.50	0.0180	0.0013	0.0115	1.58	1.18	11.72
TUB-332	BZ-192	2691.10	2689.60	1.50	BZ-191	2689.06	2687.66	1.40	0.010	153.60	36.90	0.05	1.50	0.0013	0.0116	6.00	1.50	0.0180	0.0013	0.0116	1.58	1.17	11.72
TUB-333	BZ-02	2662.49	2661.29	1.20	BZ-03	2659.68	2658.48	1.20	0.010	153.60	53.70	0.05	1.50	0.0013	0.0117	5.98	1.50	0.0180	0.0013	0.0116	1.58	1.17	11.72
TUB-334	BZ-74	2688.43	2687.23	1.20	BZ-75	2685.67	2684.47	1.20	0.010	153.60	53.60	0.05	1.50	0.0013	0.0117	5.90	1.50	0.0180	0.0013	0.0116	1.58	1.16	11.72
TUB-335	BZ-04	2657.83	2656.63	1.20	BZ-05	2655.33	2654.13	1.20	0.010	153.60	48.70	0.05	1.50	0.0013	0.0117	5.89	1.50	0.0180	0.0013	0.0116	1.59	1.16	11.72
TUB-336	BZ-356	2646.00	2644.80	1.20	BZ-19	2644.65	2643.55	1.10	0.010	153.60	29.80	0.04	1.50	0.0014	0.0123	5.04	2.09	0.0230	0.0017	0.0141	1.75	1.20	14.97

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-337	BZ-121	2686.63	2685.43	1.20	BZ-191	2689.06	2687.56	1.50	0.010	153.60	43.90	0.05	1.50	0.0013	0.0119	5.64	1.61	0.0190	0.0014	0.0121	1.62	1.17	12.37
TUB-338	BZ-111	2680.99	2679.49	1.50	BZ-112	2679.51	2678.31	1.20	0.010	153.60	23.30	0.05	1.50	0.0013	0.0118	5.82	1.50	0.0190	0.0013	0.0117	1.59	1.16	12.37
TUB-339	BZ-364	2623.05	2621.25	1.80	BZ-365	2622.54	2620.74	1.80	0.010	240.20	42.00	0.01	14.34	0.0111	0.0403	4.80	22.68	0.0880	0.0154	0.0486	3.24	1.47	36.64
TUB-340	BZ-222	2669.64	2668.44	1.20	BZ-223	2667.86	2666.66	1.20	0.010	153.60	36.00	0.05	1.50	0.0013	0.0118	5.72	1.50	0.0190	0.0013	0.0117	1.59	1.15	12.37
TUB-341	BZ-98	2675.25	2674.05	1.20	BZ-99	2674.06	2672.86	1.20	0.010	153.60	25.90	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.41	1.67	0.0200	0.0014	0.0125	1.64	1.16	13.02
TUB-342	BZ-31	2649.83	2648.33	1.50	BZ-32	2648.28	2647.08	1.20	0.010	153.60	25.70	0.05	1.50	0.0013	0.0119	5.66	1.50	0.0190	0.0013	0.0118	1.59	1.14	12.37
TUB-343	BZ-32	2648.28	2647.08	1.20	BZ-33	2646.50	2645.30	1.20	0.010	153.60	36.80	0.05	1.50	0.0013	0.0119	5.62	1.50	0.0190	0.0013	0.0118	1.60	1.14	12.37
TUB-344	BZ-214	2657.36	2655.36	2.00	BZ-215	2653.44	2652.24	1.20	0.010	153.60	65.70	0.05	1.50	0.0013	0.0119	5.54	1.50	0.0190	0.0013	0.0118	1.60	1.13	12.37
TUB-345	BZ-135	2658.78	2657.28	1.50	BZ-136	2658.43	2656.93	1.50	0.010	153.60	13.40	0.03	2.70	0.0025	0.0177	4.53	4.27	0.0360	0.0034	0.0215	2.16	1.25	23.44
TUB-346	BZ-307	2708.35	2706.85	1.50	BZ-319	2706.37	2705.27	1.10	0.010	153.60	33.40	0.05	1.50	0.0013	0.0119	5.53	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.60	1.13	12.37
TUB-347	BZ-63	2696.53	2695.33	1.20	BZ-72	2695.33	2694.13	1.20	0.010	153.60	25.40	0.05	1.50	0.0013	0.0119	5.53	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.60	1.13	12.37
TUB-348	BZ-142	2674.37	2673.17	1.20	BZ-143	2673.42	2672.22	1.20	0.010	153.60	20.40	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.47	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.60	1.12	12.37
TUB-349	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	BZ-199	2694.14	2692.94	1.20	0.010	153.60	43.60	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.45	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.60	1.12	12.37
TUB-350	BZ-215	2653.44	2652.24	1.20	BZ-190	2651.12	2649.92	1.20	0.010	153.60	50.10	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.44	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.60	1.12	12.37
TUB-351	BZ-01	2664.18	2662.98	1.20	BZ-02	2662.49	2661.29	1.20	0.010	153.60	36.80	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.41	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.61	1.12	12.37
TUB-352	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	BZ-186	2655.45	2654.25	1.20	0.010	153.60	32.90	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.38	1.50	0.0190	0.0013	0.0119	1.61	1.12	12.37
TUB-353	BZ-376	2615.22	2611.92	3.30	BZ-377	2614.57	2611.57	3.00	0.010	240.20	31.70	0.01	14.34	0.0115	0.0411	4.44	22.68	0.0900	0.0160	0.0496	3.27	1.42	37.47
TUB-354	BZ-237	2724.26	2723.06	1.20	BZ-286	2722.10	2720.90	1.20	0.010	153.60	47.60	0.05	1.50	0.0013	0.0120	5.36	1.50	0.0190	0.0014	0.0120	1.61	1.11	12.37
TUB-355	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	BZ-46	2665.72	2664.52	1.20	0.010	153.60	50.40	0.05	1.50	0.0013	0.0121	5.35	1.50	0.0190	0.0014	0.0120	1.61	1.11	12.37
TUB-356	BZ-29	2667.84	2666.64	1.20	BZ-351	2666.33	2665.13	1.20	0.010	153.60	33.60	0.04	1.50	0.0013	0.0121	5.32	1.50	0.0190	0.0014	0.0120	1.61	1.11	12.37
TUB-357	BZ-235	2727.16	2725.96	1.20	BZ-278	2725.23	2724.03	1.20	0.010	153.60	43.40	0.04	1.50	0.0014	0.0121	5.28	1.50	0.0190	0.0014	0.0120	1.61	1.11	12.37
TUB-358	BZ-150	2665.12	2663.92	1.20	BZ-151	2664.57	2663.47	1.10	0.010	153.60	13.10	0.03	1.50	0.0015	0.0128	4.33	2.23	0.0250	0.0020	0.0152	1.81	1.14	16.28
TUB-359	BZ-233	2709.63	2708.43	1.20	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	0.010	153.60	40.70	0.04	1.50	0.0014	0.0122	5.14	1.50	0.0190	0.0014	0.0121	1.62	1.10	12.37
TUB-360	BZ-96	2678.48	2677.28	1.20	BZ-97	2677.58	2676.38	1.20	0.010	153.60	22.50	0.04	1.50	0.0014	0.0124	4.86	1.67	0.0210	0.0015	0.0129	1.67	1.10	13.67
TUB-361	BZ-297	2744.47	2743.27	1.20	BZ-339	2743.75	2742.55	1.20	0.010	153.60	16.90	0.04	1.50	0.0014	0.0122	5.10	1.50	0.0190	0.0014	0.0121	1.62	1.09	12.37
TUB-362	BZ-166	2652.21	2651.01	1.20	BZ-167	2651.55	2649.85	1.70	0.010	192.20	40.00	0.03	1.93	0.0019	0.0143	4.06	3.05	0.0280	0.0027	0.0174	1.94	1.15	14.57
TUB-363	BZ-304	2740.59	2738.79	1.80	BZ-305	2741.85	2740.65	1.20	0.010	153.60	45.00	0.04	1.50	0.0014	0.0123	4.98	1.50	0.0190	0.0014	0.0122	1.62	1.08	12.37
TUB-364	BZ-201	2693.39	2691.89	1.50	BZ-202	2691.67	2690.57	1.10	0.010	153.60	32.90	0.04	1.50	0.0014	0.0124	4.87	1.50	0.0200	0.0014	0.0123	1.63	1.07	13.02
TUB-365	BZ-69	2664.00	2662.80	1.20	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	0.010	153.60	32.40	0.04	1.50	0.0014	0.0124	4.84	1.50	0.0200	0.0014	0.0123	1.63	1.07	13.02
TUB-366	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	BZ-198	2696.16	2694.96	1.20	0.010	153.60	50.60	0.04	1.50	0.0014	0.0124	4.83	1.50	0.0200	0.0014	0.0123	1.63	1.07	13.02
TUB-367	BZ-30	2650.75	2649.55	1.20	BZ-31	2649.83	2648.33	1.50	0.010	153.60	30.90	0.04	1.50	0.0014	0.0124	4.81	1.50	0.0200	0.0014	0.0123	1.63	1.06	13.02
TUB-368	BZ-53	2651.86	2650.66	1.20	BZ-52	2650.58	2649.38	1.20	0.010	153.60	32.50	0.04	1.50	0.0014	0.0124	4.80	1.50	0.0200	0.0014	0.0123	1.63	1.06	13.02
TUB-369	BZ-115	2685.83	2684.33	1.50	BZ-116	2683.36	2682.16	1.20	0.010	153.60	57.50	0.04	1.50	0.0014	0.0126	4.64	1.50	0.0200	0.0014	0.0125	1.64	1.05	13.02
TUB-370	BZ-06	2654.74	2653.54	1.20	BZ-07	2653.63	2652.43	1.20	0.010	153.60	29.50	0.04	1.50	0.0014	0.0126	4.64	1.50	0.0200	0.0014	0.0125	1.64	1.05	13.02
TUB-371	BZ-139	2651.29	2650.09	1.20	BZ-167	2651.55	2649.85	1.70	0.010	192.20	11.00	0.02	2.70	0.0027	0.0177	3.78	4.27	0.0350	0.0037	0.0215	2.16	1.14	18.21
TUB-372	BZ-253	2700.27	2699.07	1.20	BZ-254	2699.39	2698.19	1.20	0.010	153.60	23.70	0.04	1.50	0.0014	0.0126	4.59	1.50	0.0200	0.0014	0.0125	1.64	1.04	13.02
TUB-373	BZ-250	2688.54	2687.34	1.20	BZ-251	2687.13	2685.93	1.20	0.010	153.60	38.60	0.04	1.50	0.0014	0.0127	4.53	1.50	0.0200	0.0015	0.0125	1.65	1.03	13.02
TUB-374	BZ-81	2658.79	2657.59	1.20	BZ-82	2657.13	2655.93	1.20	0.010	153.60	45.50	0.04	1.50	0.0014	0.0127	4.53	1.50	0.0200	0.0015	0.0125	1.65	1.03	13.02
TUB-375	BZ-42	2690.21	2689.01	1.20	BZ-43	2689.86	2688.66	1.20	0.010	153.60	9.60	0.04	1.50	0.0014	0.0127	4.53	1.50	0.0200	0.0015	0.0125	1.65	1.03	13.02
TUB-376	BZ-108	2700.27	2699.07	1.20	BZ-109	2698.55	2697.35	1.20	0.010	153.60	47.30	0.04	1.50	0.0014	0.0127	4.52	1.50	0.0200	0.0015	0.0126	1.65	1.03	13.02
TUB-377	BZ-341	2708.40	2707.20	1.20	BZ-307	2708.35	2706.85	1.50	0.010	153.60	9.60	0.04	1.50	0.0014	0.0127	4.51	1.50	0.0200	0.0015	0.0126	1.65	1.03	13.02
TUB-378	BZ-193	2692.30	2691.10	1.20	BZ-192	2691.10	2689.60	1.50	0.010	153.60	41.70	0.04	1.50	0.0015	0.0127	4.48	1.50	0.0200	0.0015	0.0126	1.65	1.03	13.02
TUB-379	BZ-317	2710.46	2708.96	1.50	BZ-318	2710.27	2707.77	2.50	0.010	153.60	34.20	0.03	1.50	0.0015	0.0128	4.36	1.50	0.0200	0.0015	0.0127	1.66	1.02	13.02
TUB-380	BZ-121	2686.63	2685.43	1.20	BZ-114	2686.25	2685.05	1.20	0.010	153.60	11.40	0.03	1.50	0.0015	0.0129	4.23	1.61	0.0210	0.0016	0.0132	1.69	1.02	13.67
TUB-381	BZ-91	2668.28	2667.08	1.20	BZ-92	2666.75	2665.55	1.20	0.010	153.60	44.70	0.03	1.50	0.0015	0.0128	4.31	1.50	0.0200	0.0015	0.0127	1.66	1.01	13.02
TUB-382	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	BZ-189	2656.00	2654.80	1.20	0.010	153.60	47.50	0.03	1.50	0.0015	0.0129	4.24	1.50	0.0200	0.0015	0.0128	1.66	1.00	13.02
TUB-383	BZ-132	2661.91	2660.11	1.80	BZ-133	2660.90	2659.70	1.20	0.010	153.60	22.30	0.02	2.70	0.0028	0.0192	3.45	4.27	0.0400	0.0039	0.0233	2.24	1.10	26.04
TUB-384	BZ-147	2669.45	2668.25	1.20	BZ-148	2668.84	2667.64	1.20	0.010	153.60	23.10	0.03	1.50	0.0016	0.0136	3.52	2.23	0.0260	0.0021	0.0161	1.87	1.04	16.93

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-385	BZ-54	2653.36	2652.16	1.20	BZ-53	2651.86	2650.66	1.20	0.010	153.60	45.70	0.03	1.50	0.0015	0.0130	4.17	1.50	0.0210	0.0015	0.0129	1.67	1.00	13.67
TUB-386	BZ-94	2646.63	2645.43	1.20	BZ-95	2645.49	2644.39	1.10	0.010	153.60	39.90	0.03	1.50	0.0016	0.0136	3.48	2.18	0.0260	0.0021	0.0160	1.86	1.03	16.93
TUB-387	BZ-277	2734.81	2733.61	1.20	BZ-332	2734.71	2732.71	2.00	0.010	153.60	28.00	0.03	1.50	0.0015	0.0130	4.11	1.50	0.0210	0.0015	0.0129	1.67	0.99	13.67
TUB-388	BZ-332	2734.71	2732.71	2.00	BZ-285	2732.58	2731.38	1.20	0.010	153.60	42.30	0.03	1.50	0.0015	0.0131	4.04	1.50	0.0210	0.0015	0.0130	1.67	0.98	13.67
TUB-389	BZ-230	2659.55	2658.35	1.20	BZ-210	2659.66	2657.26	2.40	0.010	192.20	57.20	0.02	2.50	0.0027	0.0176	3.29	3.96	0.0350	0.0037	0.0215	2.15	1.07	18.21
TUB-390	BZ-67	2663.77	2662.57	1.20	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	0.010	153.60	41.50	0.03	1.50	0.0015	0.0132	3.96	1.50	0.0210	0.0015	0.0131	1.68	0.97	13.67
TUB-391	BZ-330	2734.51	2733.31	1.20	BZ-331	2735.16	2732.66	2.50	0.010	153.60	21.30	0.03	1.50	0.0015	0.0132	3.95	1.50	0.0210	0.0015	0.0131	1.68	0.97	13.67
TUB-392	BZ-70	2662.71	2661.51	1.20	BZ-83	2661.80	2660.60	1.20	0.010	153.60	29.90	0.03	1.50	0.0015	0.0132	3.94	1.50	0.0210	0.0015	0.0131	1.68	0.97	13.67
TUB-393	BZ-200	2693.54	2692.34	1.20	BZ-201	2693.39	2691.89	1.50	0.010	153.60	15.10	0.03	1.50	0.0015	0.0132	3.86	1.50	0.0210	0.0016	0.0131	1.68	0.96	13.67
TUB-394	BZ-143	2673.42	2672.22	1.20	BZ-144	2672.86	2671.66	1.20	0.010	153.60	19.30	0.03	1.50	0.0016	0.0133	3.78	1.50	0.0210	0.0016	0.0132	1.69	0.95	13.67
TUB-395	BZ-134	2658.92	2657.72	1.20	BZ-135	2658.78	2657.28	1.50	0.010	153.60	27.50	0.02	2.70	0.0029	0.0197	3.09	4.27	0.0410	0.0041	0.0239	2.27	1.05	26.69
TUB-396	BZ-243	2692.72	2691.52	1.20	BZ-202	2691.67	2690.57	1.10	0.010	153.60	40.10	0.02	1.50	0.0017	0.0140	3.24	2.12	0.0260	0.0022	0.0162	1.87	0.98	16.93
TUB-397	BZ-270	2787.51	2786.31	1.20	BZ-271	2786.27	2785.07	1.20	0.010	153.60	43.40	0.03	1.50	0.0016	0.0134	3.74	1.50	0.0210	0.0016	0.0133	1.69	0.95	13.67
TUB-398	BZ-252	2674.30	2672.50	1.80	BZ-246	2673.31	2672.21	1.10	0.010	192.20	15.80	0.02	2.18	0.0024	0.0167	3.01	3.45	0.0330	0.0034	0.0204	2.10	1.01	17.17
TUB-399	BZ-89	2673.03	2671.03	2.00	BZ-90	2670.91	2669.71	1.20	0.010	153.60	48.70	0.03	1.50	0.0016	0.0135	3.60	1.50	0.0220	0.0016	0.0134	1.70	0.93	14.32
TUB-400	BZ-180	2632.84	2631.64	1.20	BZ-179	2632.61	2630.91	1.70	0.010	153.60	27.10	0.03	1.50	0.0016	0.0135	3.58	1.50	0.0220	0.0016	0.0134	1.70	0.93	14.32
TUB-401	BZ-05	2655.33	2654.13	1.20	BZ-06	2654.74	2653.54	1.20	0.010	153.60	22.00	0.03	1.50	0.0016	0.0135	3.56	1.50	0.0220	0.0016	0.0135	1.70	0.93	14.32
TUB-402	BZ-352	2638.18	2636.98	1.20	BZ-22	2637.50	2636.00	1.50	0.010	192.20	54.30	0.02	2.07	0.0024	0.0164	2.90	3.28	0.0320	0.0033	0.0200	2.08	0.99	16.65
TUB-403	BZ-157	2657.16	2655.96	1.20	BZ-158	2657.27	2655.77	1.50	0.010	153.60	10.20	0.02	1.77	0.0021	0.0158	2.90	2.80	0.0320	0.0029	0.0193	2.04	0.98	20.83
TUB-404	BZ-116	2683.36	2682.16	1.20	BZ-117	2682.38	2681.18	1.20	0.010	153.60	36.90	0.03	1.50	0.0016	0.0136	3.53	1.50	0.0220	0.0016	0.0135	1.71	0.92	14.32
TUB-405	BZ-195	2698.17	2696.97	1.20	BZ-194	2696.71	2695.51	1.20	0.010	153.60	55.30	0.03	1.50	0.0016	0.0136	3.51	1.50	0.0220	0.0016	0.0135	1.71	0.92	14.32
TUB-406	BZ-69	2664.00	2662.80	1.20	BZ-68	2662.50	2661.30	1.20	0.010	153.60	59.50	0.03	1.50	0.0016	0.0137	3.39	1.50	0.0220	0.0017	0.0137	1.72	0.90	14.32
TUB-407	BZ-118	2682.86	2680.66	2.20	BZ-119	2681.76	2680.26	1.50	0.010	153.60	16.00	0.02	1.50	0.0017	0.0138	3.39	1.50	0.0220	0.0017	0.0137	1.72	0.90	14.32
TUB-408	BZ-126	2672.04	2670.84	1.20	BZ-127	2671.29	2670.09	1.20	0.010	153.60	33.00	0.02	1.50	0.0017	0.0141	3.13	1.75	0.0240	0.0019	0.0150	1.80	0.91	15.63
TUB-409	BZ-110	2691.42	2690.22	1.20	BZ-355	2690.66	2689.46	1.20	0.010	153.60	31.10	0.02	1.50	0.0017	0.0139	3.33	1.50	0.0220	0.0017	0.0138	1.73	0.89	14.32
TUB-410	BZ-154	2659.77	2657.97	1.80	BZ-155	2659.79	2657.79	2.00	0.010	153.60	10.90	0.02	1.77	0.0021	0.0163	2.63	2.80	0.0330	0.0030	0.0198	2.07	0.94	21.48
TUB-411	BZ-86	2678.00	2675.50	2.50	BZ-87	2676.78	2674.98	1.80	0.010	153.60	22.20	0.02	1.50	0.0017	0.0140	3.21	1.50	0.0220	0.0017	0.0138	1.73	0.89	14.32
TUB-412	BZ-294	2718.40	2717.40	1.00	BZ-287	2717.63	2716.18	1.45	0.010	153.60	52.40	0.02	1.50	0.0017	0.0140	3.20	1.50	0.0220	0.0017	0.0139	1.73	0.88	14.32
TUB-413	BZ-382	2708.98	2707.78	1.20	BZ-231	2707.88	2706.68	1.20	0.010	153.60	48.80	0.02	1.50	0.0017	0.0141	3.12	1.50	0.0230	0.0017	0.0140	1.74	0.87	14.97
TUB-414	BZ-21	2638.66	2637.46	1.20	BZ-352	2638.18	2636.98	1.20	0.010	192.20	32.10	0.01	2.07	0.0026	0.0171	2.50	3.28	0.0340	0.0035	0.0208	2.12	0.93	17.69
TUB-415	BZ-210	2659.66	2657.16	2.50	BZ-211	2659.58	2657.08	2.50	0.010	192.20	8.40	0.01	4.45	0.0051	0.0264	2.48	7.04	0.0560	0.0071	0.0321	2.63	0.99	29.14
TUB-416	BZ-88	2672.51	2671.31	1.20	BZ-89	2673.03	2671.03	2.00	0.010	153.60	13.10	0.02	1.50	0.0017	0.0143	2.99	1.50	0.0230	0.0017	0.0141	1.75	0.86	14.97
TUB-417	BZ-319	2706.37	2705.17	1.20	BZ-320	2705.85	2704.65	1.20	0.010	153.60	29.40	0.02	1.50	0.0019	0.0149	2.58	1.98	0.0270	0.0023	0.0167	1.90	0.87	17.58
TUB-418	BZ-51	2650.30	2649.10	1.20	BZ-50	2650.80	2648.80	2.00	0.010	153.60	14.90	0.02	1.50	0.0018	0.0145	2.86	1.50	0.0230	0.0018	0.0144	1.76	0.83	14.97
TUB-419	BZ-287	2717.63	2716.43	1.20	BZ-327	2716.89	2715.69	1.20	0.010	153.60	39.20	0.02	1.50	0.0018	0.0147	2.72	1.50	0.0240	0.0018	0.0146	1.77	0.82	15.63
TUB-420	BZ-48	2652.01	2650.81	1.20	BZ-49	2651.30	2649.80	1.50	0.010	153.60	54.10	0.02	1.50	0.0018	0.0147	2.69	1.50	0.0240	0.0019	0.0146	1.78	0.81	15.63
TUB-421	BZ-52	2650.58	2649.38	1.20	BZ-51	2650.30	2649.10	1.20	0.010	153.60	15.00	0.02	1.50	0.0018	0.0147	2.69	1.50	0.0240	0.0019	0.0146	1.78	0.81	15.63
TUB-422	BZ-144	2672.86	2671.66	1.20	BZ-145	2672.74	2671.34	1.40	0.010	153.60	17.20	0.02	1.50	0.0018	0.0147	2.69	1.50	0.0240	0.0019	0.0146	1.78	0.81	15.63
TUB-423	BZ-38	2655.92	2654.72	1.20	BZ-37	2655.48	2653.98	1.50	0.010	153.60	40.00	0.02	1.50	0.0018	0.0147	2.67	1.50	0.0240	0.0019	0.0146	1.78	0.81	15.63
TUB-424	BZ-291	2748.73	2747.23	1.50	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	0.010	153.60	40.00	0.02	1.50	0.0019	0.0148	2.65	1.50	0.0240	0.0019	0.0147	1.78	0.81	15.63
TUB-425	BZ-313	2724.41	2723.21	1.20	BZ-314	2725.72	2722.92	2.80	0.010	153.60	16.30	0.02	1.50	0.0019	0.0149	2.59	1.50	0.0240	0.0019	0.0148	1.79	0.80	15.63
TUB-426	BZ-277	2734.81	2733.61	1.20	BZ-331	2735.16	2732.66	2.50	0.010	153.60	55.00	0.02	1.50	0.0019	0.0150	2.53	1.50	0.0240	0.0019	0.0148	1.79	0.79	15.63
TUB-427	BZ-302	2741.03	2739.83	1.20	BZ-303	2740.63	2739.13	1.50	0.010	153.60	40.80	0.02	1.50	0.0019	0.0150	2.52	1.50	0.0240	0.0019	0.0149	1.79	0.79	15.63
TUB-428	BZ-33	2646.50	2645.30	1.20	BZ-357	2646.00	2644.80	1.20	0.010	153.60	29.60	0.02	1.50	0.0019	0.0150	2.49	1.50	0.0240	0.0019	0.0149	1.80	0.79	15.63
TUB-429	BZ-284	2747.70	2746.50	1.20	BZ-335	2747.90	2745.90	2.00	0.010	153.60	35.90	0.02	1.50	0.0019	0.0151	2.47	1.50	0.0240	0.0019	0.0150	1.80	0.79	15.63
TUB-430	BZ-78	2668.72	2667.52	1.20	BZ-66	2668.00	2666.80	1.20	0.010	153.60	43.40	0.02	1.50	0.0019	0.0151	2.46	1.50	0.0240	0.0019	0.0150	1.80	0.78	15.63
TUB-431	BZ-325	2712.14	2710.64	1.50	BZ-326	2710.99	2709.79	1.20	0.010	153.60	51.50	0.02	1.50	0.0019	0.0151	2.45	1.50	0.0240	0.0019	0.0150	1.80	0.78	15.63
TUB-432	BZ-320	2705.85	2704.65	1.20	BZ-321	2705.93	2704.53	1.40	0.010	153.60	8.50	0.01	1.50	0.0020	0.0156	2.16	1.98	0.0290	0.0025	0.0176	1.95	0.80	18.88

Tubería	Buzón Inicial	Cota de terreno inicial (m)	Cota de fondo inicial (m)	Altura de salida (m)	Buzón Final	Cota de terreno final (m)	Cota de fondo final (m)	Altura de entrada (m)	Coefficiente de rugosidad	Diámetro (mm)	Long. (m)	S m/m	Qi (L/s)	Yi (m)	Rhi (m)	T. tractiva (Pascals)	Qf (L/s)	Yf (m)	Af (m)	Rhf (m)	Velocidad Crítica (m/s)	Velocidad final (m/s)	Yf (m)/D (m)
TUB-433	BZ-175	2642.29	2640.79	1.50	BZ-174	2641.50	2640.30	1.20	0.010	153.60	30.10	0.02	1.50	0.0019	0.0152	2.42	1.50	0.0240	0.0019	0.0150	1.80	0.78	15.63
TUB-434	BZ-39	2670.72	2669.52	1.20	BZ-40	2670.39	2669.19	1.20	0.010	153.60	20.30	0.02	1.50	0.0019	0.0152	2.42	1.50	0.0240	0.0019	0.0151	1.80	0.78	15.63
TUB-435	BZ-212	2658.04	2656.54	1.50	BZ-213	2658.91	2655.91	3.00	0.010	153.60	39.10	0.02	1.50	0.0019	0.0152	2.40	1.50	0.0240	0.0019	0.0151	1.81	0.77	15.63
TUB-436	BZ-176	2642.70	2641.50	1.20	BZ-175	2642.29	2640.79	1.50	0.010	153.60	44.50	0.02	1.50	0.0019	0.0152	2.38	1.50	0.0240	0.0019	0.0151	1.81	0.77	15.63
TUB-437	BZ-321	2705.93	2704.43	1.50	BZ-322	2705.18	2703.68	1.50	0.010	153.60	56.40	0.01	1.50	0.0021	0.0159	2.07	2.01	0.0290	0.0025	0.0179	1.97	0.79	18.88
TUB-438	BZ-162	2654.21	2653.01	1.20	BZ-163	2654.34	2652.94	1.40	0.010	153.60	6.80	0.01	1.77	0.0025	0.0181	1.83	2.80	0.0370	0.0035	0.0219	2.17	0.80	24.09
TUB-439	BZ-211	2659.58	2656.98	2.60	BZ-219	2658.11	2656.71	1.40	0.010	192.20	42.70	0.01	4.47	0.0060	0.0290	1.80	7.07	0.0620	0.0083	0.0351	2.75	0.85	32.26
TUB-440	BZ-324	2712.93	2711.13	1.80	BZ-325	2712.14	2710.64	1.50	0.010	153.60	34.40	0.01	1.50	0.0020	0.0156	2.18	1.50	0.0250	0.0020	0.0155	1.83	0.74	16.28
TUB-441	BZ-124	2676.46	2675.26	1.20	BZ-125	2675.93	2674.83	1.10	0.010	153.60	31.50	0.01	1.50	0.0020	0.0158	2.11	1.61	0.0260	0.0021	0.0162	1.87	0.75	16.93
TUB-442	BZ-114	2686.25	2685.05	1.20	BZ-115	2685.83	2684.33	1.50	0.010	153.60	51.10	0.01	1.50	0.0020	0.0156	2.16	1.50	0.0250	0.0020	0.0155	1.83	0.74	16.28
TUB-443	BZ-82	2657.13	2655.93	1.20	BZ-80	2657.07	2655.27	1.80	0.010	153.60	46.90	0.01	1.50	0.0020	0.0156	2.16	1.50	0.0250	0.0020	0.0155	1.83	0.74	16.28
TUB-444	BZ-186	2655.45	2654.25	1.20	BZ-185	2655.80	2654.10	1.70	0.010	153.60	10.70	0.01	1.50	0.0020	0.0157	2.16	1.50	0.0250	0.0020	0.0156	1.83	0.74	16.28
TUB-445	BZ-106	2708.22	2707.02	1.20	BZ-107	2707.66	2706.46	1.20	0.010	153.60	40.00	0.01	1.50	0.0020	0.0157	2.15	1.50	0.0250	0.0020	0.0156	1.83	0.74	16.28
TUB-446	BZ-18	2646.35	2645.15	1.20	BZ-356	2646.00	2644.80	1.20	0.010	153.60	30.30	0.01	1.50	0.0022	0.0164	1.85	2.09	0.0310	0.0028	0.0189	2.02	0.76	20.18
TUB-447	BZ-199	2694.14	2692.94	1.20	BZ-200	2693.54	2692.34	1.20	0.010	153.60	43.60	0.01	1.50	0.0020	0.0157	2.12	1.50	0.0250	0.0021	0.0156	1.84	0.73	16.28
TUB-448	BZ-346	2689.46	2687.96	1.50	BZ-261	2689.30	2687.50	1.80	0.010	153.60	33.80	0.01	1.50	0.0021	0.0158	2.10	1.50	0.0250	0.0021	0.0157	1.84	0.73	16.28
TUB-449	BZ-216	2660.24	2659.04	1.20	BZ-361	2660.59	2658.79	1.80	0.010	153.60	18.50	0.01	1.50	0.0021	0.0158	2.09	1.50	0.0250	0.0021	0.0157	1.84	0.73	16.28
TUB-450	BZ-09	2669.18	2667.68	1.50	BZ-10	2668.29	2667.09	1.20	0.010	153.60	44.60	0.01	1.50	0.0021	0.0159	2.06	1.50	0.0260	0.0021	0.0158	1.85	0.72	16.93
TUB-451	BZ-312	2725.19	2723.99	1.20	BZ-313	2724.41	2723.21	1.20	0.010	153.60	59.10	0.01	1.50	0.0021	0.0159	2.05	1.50	0.0260	0.0021	0.0158	1.85	0.72	16.93
TUB-452	BZ-22	2637.50	2636.00	1.50	BZ-23	2636.82	2635.62	1.20	0.010	192.20	43.00	0.01	2.07	0.0031	0.0192	1.67	3.28	0.0390	0.0043	0.0234	2.25	0.77	20.29
TUB-453	BZ-188	2657.59	2656.39	1.20	BZ-187	2656.95	2655.75	1.20	0.010	153.60	50.10	0.01	1.50	0.0021	0.0160	2.00	1.50	0.0260	0.0021	0.0159	1.85	0.71	16.93
TUB-454	BZ-242	2710.62	2709.42	1.20	BZ-317	2710.46	2708.96	1.50	0.010	153.60	36.30	0.01	1.50	0.0021	0.0160	1.99	1.50	0.0260	0.0021	0.0159	1.85	0.71	16.93
TUB-455	BZ-100	2671.54	2670.34	1.20	BZ-101	2671.12	2669.92	1.20	0.010	153.60	45.10	0.01	1.59	0.0024	0.0176	1.61	2.52	0.0360	0.0034	0.0214	2.15	0.74	23.44
TUB-456	BZ-323	2712.86	2711.66	1.20	BZ-324	2712.93	2711.13	1.80	0.010	153.60	43.50	0.01	1.50	0.0021	0.0162	1.93	1.50	0.0260	0.0021	0.0161	1.86	0.70	16.93
TUB-457	BZ-293	2717.70	2716.50	1.20	BZ-294	2718.40	2715.90	2.50	0.010	153.60	52.10	0.01	1.50	0.0022	0.0164	1.85	1.50	0.0260	0.0022	0.0163	1.87	0.69	16.93
TUB-458	BZ-336	2768.83	2767.83	1.00	BZ-274	2769.61	2767.41	2.20	0.010	153.60	36.50	0.01	1.50	0.0022	0.0164	1.85	1.50	0.0260	0.0022	0.0163	1.87	0.69	16.93
TUB-459	BZ-85	2677.00	2675.80	1.20	BZ-86	2678.00	2675.50	2.50	0.010	153.60	27.40	0.01	1.50	0.0022	0.0166	1.78	1.50	0.0270	0.0022	0.0164	1.88	0.68	17.58
TUB-460	BZ-213	2658.91	2655.91	3.00	BZ-214	2657.36	2655.36	2.00	0.010	153.60	51.40	0.01	1.50	0.0022	0.0166	1.75	1.50	0.0270	0.0022	0.0165	1.89	0.67	17.58
TUB-461	BZ-256	2691.32	2688.32	3.00	BZ-346	2689.46	2687.96	1.50	0.010	153.60	34.00	0.01	1.50	0.0022	0.0167	1.73	1.50	0.0270	0.0022	0.0166	1.89	0.67	17.58
TUB-462	BZ-335	2747.90	2745.90	2.00	BZ-276	2747.33	2745.53	1.80	0.010	153.60	35.80	0.01	1.50	0.0022	0.0168	1.70	1.50	0.0270	0.0023	0.0166	1.90	0.66	17.58
TUB-463	BZ-183	2656.78	2655.58	1.20	BZ-184	2656.75	2655.35	1.40	0.010	153.60	22.30	0.01	1.50	0.0022	0.0168	1.70	1.50	0.0270	0.0023	0.0167	1.90	0.66	17.58
TUB-464	BZ-08	2669.27	2668.07	1.20	BZ-09	2669.18	2667.68	1.50	0.010	153.60	39.00	0.01	1.50	0.0023	0.0169	1.66	1.50	0.0270	0.0023	0.0168	1.90	0.66	17.58
TUB-465	BZ-37	2655.48	2653.98	1.50	BZ-15	2654.89	2653.49	1.40	0.010	153.60	49.30	0.01	1.50	0.0023	0.0169	1.65	1.50	0.0270	0.0023	0.0168	1.90	0.65	17.58
TUB-466	BZ-228	2681.46	2680.26	1.20	BZ-226	2680.90	2679.70	1.20	0.010	153.60	58.50	0.01	1.50	0.0023	0.0171	1.60	1.50	0.0280	0.0023	0.0169	1.91	0.65	18.23
TUB-467	BZ-303	2740.63	2739.13	1.50	BZ-304	2740.59	2738.79	1.80	0.010	153.60	36.90	0.01	1.50	0.0023	0.0172	1.55	1.50	0.0280	0.0023	0.0171	1.92	0.64	18.23
TUB-468	BZ-131	2661.53	2660.33	1.20	BZ-132	2661.91	2660.21	1.70	0.010	153.60	14.80	0.01	1.50	0.0025	0.0177	1.41	1.75	0.0310	0.0027	0.0188	2.02	0.64	20.18
TUB-469	BZ-211	2659.58	2656.98	2.60	BZ-212	2658.04	2656.54	1.50	0.010	153.60	50.00	0.01	1.50	0.0024	0.0174	1.50	1.50	0.0280	0.0024	0.0172	1.93	0.63	18.23
TUB-470	BZ-13	2658.79	2657.59	1.20	BZ-14	2658.25	2657.05	1.20	0.010	153.60	61.80	0.01	1.50	0.0024	0.0174	1.49	1.50	0.0280	0.0024	0.0173	1.93	0.62	18.23
TUB-471	BZ-269	2707.85	2706.65	1.20	BZ-345	2707.58	2706.38	1.20	0.010	153.60	31.90	0.01	1.50	0.0024	0.0176	1.46	1.50	0.0290	0.0024	0.0174	1.94	0.62	18.88
TUB-472	BZ-345	2707.58	2706.38	1.20	BZ-268	2707.50	2706.10	1.40	0.010	153.60	33.00	0.01	1.50	0.0024	0.0175	1.46	1.50	0.0290	0.0024	0.0174	1.94	0.62	18.88
TUB-473	BZ-326	2710.99	2709.79	1.20	BZ-242	2710.62	2709.42	1.20	0.010	153.60	43.70	0.01	1.50	0.0024	0.0175	1.45	1.50	0.0290	0.0024	0.0174	1.94	0.62	18.88
TUB-474	BZ-117	2682.38	2681.18	1.20	BZ-118	2682.86	2680.66	2.20	0.010	153.60	62.60	0.01	1.50	0.0024	0.0176	1.43	1.50	0.0290	0.0025	0.0175	1.94	0.61	18.88
TUB-475	BZ-119	2681.76	2680.56	1.20	BZ-105	2681.39	2680.19	1.20	0.010	153.60	45.00	0.01	1.50	0.0024	0.0176	1.42	1.50	0.0290	0.0025	0.0175	1.95	0.61	18.88