



**UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA**  
*La Universidad Católica de Loja*

## **ÁREA TÉCNICA**

TITULACIÓN DE INGENIERO CIVIL

**Simulación del transporte, decaimiento o crecimiento de sustancias  
presentes en redes de distribución de agua potable debido a reacciones  
internas.**

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN.

AUTOR: Machuca Rivera Silvana Carolina

DIRECTORA: Lapo Pauta Carmen Mireya

LOJA – ECUADOR

2013

## **Certificación**

MSc.

Carmen Mireya Lapo Pauta.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

C E R T I F I C A:

Que el presente trabajo, denominado “Simulación del transporte, decaimiento o crecimiento de sustancias presentes en redes de distribución de agua potable debida a reacciones internas” realizado por el profesional en formación Machuca Rivera Silvana Carolina; cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Técnica Particular de Loja, tanto en el aspecto de forma como de contenido, por lo cual me permito autorizar su presentación para los fines pertinentes.

Loja, Septiembre del 2013

f)

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

“Yo Machuca Rivera Silvana Carolina declaro ser autora del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

f.

Autor: Machuca Rivera Silvana Carolina

Cédula: 1104484520

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios por permitirme culminar con éxito este arduo trabajo, a mis padres y hermanos que con esfuerzo y esmero supieron ser apoyos sólidos para mi superación, a mi familia en especial a mi tía y abuelitos que siempre ha sido mi pilar fundamental para mi progreso. A mi esposo y a mis hijos que son la luz de mi vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento a todas las personas que hicieron posible realizar mi trabajo de fin de carrera, a mis padres por haberme incentivado para terminar mis estudios universitarios, a mi familia, a la Ingeniera Mireya Lapo que con sus consejos y paciencia supo guiarme para realizar exitosamente la presente tesis. A todas las personas que hicieron posible que yo pueda obtener información, de forma especial al Ing. Eduardo Carrión y al Ing. Rigoberto Gallo. A todos los docente de la UCG, que brindaron su aporte para mi formación académica durante mi vida estudiantil.

## INDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN.....	II
CESIÓN DE DERECHOS.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
INDICE DE CONTENIDOS.....	VI
INDICE DE CUADROS.....	¡Error! Marcador no definido.
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
INDICE DE IMÁGENES.....	¡Error! Marcador no definido.
INDICE DE GRAFICOS.....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN EJECUTIVO.....	XII
ABSTRACT.....	XII

### *CAPÍTULO I*

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Justificación.....	2
1.2. Objetivos:.....	4
1.2.1. Objetivo general:.....	4
1.2.2. Objetivos específicos:.....	4

### *CAPÍTULO II*

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Red de Distribución de Agua Potable.....	7
2.1.1. Definición de los elementos de la red.....	7
2.1.1.1. Flujo.....	7
2.1.1.2. Red a presión.....	7
2.1.1.3. Topología de una red.....	7
2.1.1.4. Senda.....	7
2.1.1.5. Red ramificada.....	7
2.1.1.6. Red mallada.....	8
2.1.1.7. Red mixta.....	8
2.1.2. Topología de una red a presión.....	8
2.1.2.1. Elementos físicos.....	8

2.1.2.2.	Líneas. ....	8
2.1.2.3.	Nudos. ....	10
2.1.2.4.	Depósitos. ....	10
2.1.2.5.	Tanques. ....	11
2.1.3.	Componentes no físicos. ....	11
2.1.3.1.	Pérdidas de carga. ....	11
2.1.3.2.	Factor de fricción. ....	12
2.2.	Calidad de agua para abastecimiento público. ....	14
2.2.1.	Microorganismos patógenos. ....	14
2.2.2.	Definiciones: ....	15
2.2.3.	Requisitos de calidad para el agua potable. ....	16
2.2.3.1.	Calidad bacteriológica: ....	16
2.2.3.2.	Calidad física: ....	17
2.2.3.3.	Calidad organoléptica: ....	18
2.2.3.4.	Calidad radiológica: ....	18
2.2.4.	Factores que afectan la calidad de agua en las tuberías. ....	19
2.2.4.1.	Crecimiento bacteriano: ....	19
2.2.5.	Agentes patógenos presentes en el agua de consumo. ....	21
2.3.	Epanet. ....	22
2.3.1.	Funcionamiento de Epanet. ....	22
2.3.2.	Ecuaciones utilizadas en Epanet para el modelo hidráulico. ....	23
2.3.3.	Ecuaciones utilizadas en Epanet para el modelo de calidad de agua. ....	25
2.3.4.	Ventajas de Epanet. ....	25

### *CAPÍTULO III*

3.	SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE AGUA POTABLE DE YAGUARCUNA. ....	28
3.1.	Antecedentes del lugar de estudio. ....	28
3.2.	Componentes físicos de la red actual de Yaguarcuna. ....	29
3.2.1.	Tuberías. ....	29
3.2.2.	Conexiones. ....	30
3.2.3.	Almacenamiento. ....	31
3.3.	Componentes no físicos de la red. ....	31
3.3.1.	Demandas en los nudos. ....	31
3.3.2.	Curvas de modulación del sistema. ....	32
3.3.3.	Ecuación de pérdidas. ....	33

3.4.	Análisis de los datos de la ciudadela Yaguarcuna: .....	33
3.4.1.	Presiones en las conexiones de la red.....	34
3.4.2.	Velocidades en las tuberías de la red .....	35
3.4.3.	Pérdidas en las tuberías de la red .....	36
3.4.4.	Caudales en las tuberías de la red .....	37
3.5.	Conclusiones y recomendaciones del análisis Hidráulico .....	38

## *CAPÍTULO IV*

4.	SIMULACIÓN DEL TRANSPORTE Y DECAIMIENTO DEL CLORO EN LA RED .....	41
4.1.	Introducción .....	41
4.2.	Química de la cloración.....	42
4.2.1.	Reacción de hidrólisis:.....	42
4.2.2.	Reacciones de oxidación – reducción:.....	43
4.2.2.1.	Con el nitrógeno amoniacal:.....	43
4.2.2.2.	Con la materia orgánica y otros compuestos químicos formando la demanda....	44
4.2.2.3.	Reacción con los aminoácidos .....	44
4.2.2.4.	Reacción con los fenoles .....	44
4.3.	Comportamiento del cloro en el agua y tiempo de contacto .....	45
4.4.	El fenómeno del punto de quiebre.....	47
4.5.	Cloro residual .....	49
4.6.	Estimación de la dosis del cloro .....	50
4.7.	El cloro en las redes de distribución .....	50
4.8.	Decaimiento de cloro en sistemas de distribución de agua .....	51
4.9.	Ecuaciones utilizadas en Epanet para el decaimiento del cloro.....	52
4.9.1.	Reacciones en el seno de las conducciones.....	52
4.9.2.	Modelación de la reacción .....	53
4.10.	Coeficiente del medio Kb.....	54
4.11.	Simulación del transporte y decaimiento del cloro en la red.....	56

## *CAPÍTULO V*

5.	TIEMPO DE PERMANENCIA Y TRIHALOMETANOS .....	58
5.1.	Tiempo de permanencia.....	58
5.1.1.	Simulación del tiempo de permanencia .....	58
5.2.	Trihalometanos .....	58
5.2.1.	Capacidad bactericida del cloro.....	59
5.2.2.	Subproductos derivados de la cloración de las aguas .....	60



5.2.3.	Efectos tóxicos de los trihalometanos .....	61
5.2.4.	Control de niveles de trihalometanos .....	61
5.2.5.	Simulación de los trihalometanos en epanet.....	62
5.2.6.	Determinación del coeficiente de trihalometanos en el agua .....	63

## *CAPÍTULO VI*

6.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	66
6.1.	Análisis hidráulico .....	66
6.1.1.	Presiones: .....	66
6.1.2.	Velocidades: .....	73
6.1.3.	Perdidas de carga.....	77
6.1.4.	Balance de caudales .....	77
6.2.	Calidad:.....	81
6.2.1.	Primer ensayo: .....	81
6.2.2.	Segundo ensayo.....	86
6.2.3.	Tercer y cuarto ensayo .....	89
6.2.4.	Comparación de los resultados de las simulación de la disminución del cloro .....	90

## *CAPÍTULO VII*

7.	CONCLUSIONES .....	93
8.	RECOMENDACIONES .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
9.	ANEXOS .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## **INDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 2.1</b>	Componentes orgánicos del agua potable.....	17
<b>Tabla 2.2</b>	Calidad organoléptica del agua potable .....	18
<b>Tabla 2.3</b>	Calidad radiológica del agua potable .....	18
<b>Tabla 2.4</b>	Agentes patógenos transmitidos por el agua .....	21
<b>Tabla 3.1</b>	Características topológicas de las tuberías de la ciudadela Yaguarcuna ....	29
<b>Tabla 3.2</b>	Características geométricas de los nudos de la ciudadela Yaguarcuna ....	30
<b>Tabla 3.3</b>	Demandas en los nudos de la ciudadela Yaguarcuna .....	31
<b>Tabla 3.4</b>	Caudales consumidos en un día en la ciudadela Yaguarcuna .....	32
<b>Tabla 3.5</b>	Factor de pérdidas de Hazen Williams.....	33
<b>Tabla 6.1</b>	Comparación de la disminución del cloro en la red .....	90

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b>	Ubicación ciudadela Yaguarcuna .....	28
<b>Figura 3.2</b>	Red de distribución de agua potable de la ciudadela Yaguarcuna .....	31
<b>Figura 3.3</b>	Factor de demanda Yaguarcuna .....	33
<b>Figura 3.4</b>	Volumen vs tiempo del tanque de la ciudadela Yaguarcuna .....	34
<b>Figura 3.5</b>	Presiones en la ciudadela Yaguarcuna .....	35
<b>Figura 3.6</b>	Velocidades en la ciudadela Yaguarcuna.....	36
<b>Figura 3.7</b>	Pérdidas en las tuberías de la ciudadela Yaguarcuna.....	37
<b>Figura 3.8</b>	Caudales en las tuberías de la ciudadela Yaguarcuna.....	38
<b>Figura 4.1</b>	Átomo de cloro .....	41
<b>Figura 4.2</b>	Evolución de la cantidad de cloro residual en función de la cantidad de cloro introducida .....	46
<b>Figura 4.3</b>	Fenómeno del punto de quiebre.....	48
<b>Figura 4.4</b>	Reacciones de decaimiento del cloro en una tubería de hierro .....	52
<b>Figura 4.5</b>	Muestra de agua con DPD, clorímetro .....	55
<b>Figura 4.6</b>	Determinación del coeficiente $K_b$ .....	56
<b>Figura 6.1</b>	Distribución de presión en hora pico .....	67
<b>Figura 6.2</b>	Distribución de presión en hora valle.....	68
<b>Figura 6.3</b>	Presión en los nudos 2,3,4,5 y 6 .....	69
<b>Figura 6.4</b>	Perfil longitudinal de presión en hora pico.....	70
<b>Figura 6.5</b>	Perfil longitudinal de presión en hora valle .....	71
<b>Figura 6.6</b>	Mapa de contorno de lo presión en hora pico.....	72
<b>Figura 6.7</b>	Mapa de contorno de lo presión en hora valle .....	73
<b>Figura 6.8</b>	Velocidad en las líneas 1,2,3,4 y 5.....	74
<b>Figura 6.9</b>	Distribución de velocidades en hora pico .....	75
<b>Figura 6.10</b>	Velocidad en línea 1.....	76
<b>Figura 6.11</b>	Distribución de pérdidas unitarias en hora valle .....	78
<b>Figura 6.12</b>	Distribución de pérdidas unitarias en hora pico .....	79
<b>Figura 6.13</b>	Balace de caudales.....	80
<b>Figura 6.14</b>	Velocidad de reacción, ensayo 1.....	81
<b>Figura 6.15</b>	Perfil de la disminución del cloro en los nudos 11,10,9,8 y 15. Ensayo 1. ....	82
<b>Figura 6.16</b>	Perfil de la disminución del cloro en los nudos 2,3,4,5 y 6. Ensayo 1. ....	83
<b>Figura 6.17</b>	Distribución del cloro durante 6 horas de simulación. Ensayo 1.....	84
<b>Figura 6.18</b>	Distribución del cloro durante 12 horas de simulación. Ensayo 1.....	85
<b>Figura 6.19</b>	Velocidad de reacción, ensayo 2.....	86

<b>Figura 6.20</b>	Perfil de la disminución del cloro en los nudos 11,10,9,8 y 15. Ensayo 2. ....	87
<b>Figura 6.21</b>	Perfil de la disminución del cloro en los nudos 2,3,4,5 y 6. Ensayo 2. ....	88
<b>Figura 6.22</b>	Velocidad de reacción, ensayo 3.....	89
<b>Figura 6.23</b>	Velocidad de reacción, ensayo 4.....	89

## RESUMEN EJECUTIVO

Las redes de distribución de agua potable merecen una atención especial no solo en la cuestión hidráulica, sino también en el ámbito de la calidad, ya que en nuestro medio los diseños están orientados a cumplir las normas hidráulicas y no las de calidad.

Las sustancias químicas añadidas al agua para su purificación no garantizan su total neutralidad, éste trabajo está encaminado a determinar los parámetros físicos y químicos que hacen que el cloro como principal desinfectante pierda su poder aséptico tanto en los tanques de almacenamiento, como en el seno del fluido.

Utilizando la ofimática actual, se ha simulado en periodo extendido en el software Epanet la red de distribución de agua potable de la ciudadela Yaguarcuna de la provincia de Loja.

El principal objetivo del presente es determinar durante 72 horas de simulación las características hidráulicas y la calidad de agua que circula a través de una red de distribución, así como también la concentración y evolución del cloro.

**PALABRAS CLAVES:** agua potable, tuberías para agua, análisis calidad del agua.

## **ABSTRACT**

The distribution networks of drinking water deserve special attention not only in the hydraulic issue, but also in the field of quality, since in our designs are geared to meet the standards hydraulic and not quality.

The chemicals added to water for purification do not guarantee their complete neutrality, this work is aimed at determining the physical and chemical parameters that make the chlorine as the primary disinfectant lose its power both in aseptic storage tanks, and within the fluid.

Using the current office has been simulated in software extended period Epanet the distribution of drinking water to the citadel Yaguarcuna Loja province.

The main objective of this is to determine simulation 72 hours hydraulic characteristics and quality of water flowing through a distribution network, as well as concentration and evolution of chlorine.

**PALABRAS CLAVES:** drinking water, water networks, water quality.

## **CAPÍTULO I**

## **1. GENERAL**

### **1.1. Introducción**

Las redes de distribución de agua potable merecen una atención especial debido a que tienen un contacto directo con los seres humanos, por lo que resulta imprescindible conocer la calidad de agua con la que el fluido llega a los hogares para el consumo de los habitantes.

Desde tiempos muy remotos y en la actualidad se han venido utilizando ciertas sustancias químicas para la purificación del agua, si bien estas sustancias mejoran la calidad del líquido vital, se ha demostrado que al pasar el tiempo éstas repercuten en la salud humana.

Actualmente se cuenta con diversos programas computacionales para simular la calidad de agua que circula en una red de distribución de agua potable.

EPANET, es una herramienta ofimática con excelentes referencias que simula el transporte, evolución de sustancias presentes en una red de agua potable, la cual se utilizará para el desarrollo del presente proyecto de tesis.

El tema de investigación, trata sobre la simulación de los flujos de agua que circulan por las tuberías para conocer su calidad en diferentes puntos de una red, empleando un software reconocido en muchas partes de mundo. Además se trata de impulsar la investigación en temas de calidad de agua para consumo humano.

El uso de esta herramienta de la ofimática, nos facilita la tarea de cálculo del transporte y evolución de las sustancias antes mencionadas, pero requiere de la teoría básica de estos fenómenos, para con criterios tomados de las normas hidráulicas y de calidad vigentes en nuestro medio ingresar los parámetros necesarios e interpretarlos.

### **1.2. Justificación**

El óptimo suministro de agua potable es parte de una buena calidad de vida de los habitantes, lo que requiere de un esfuerzo económico en la captación, tratamiento y distribución del agua para que llegue a todas las viviendas agua eficazmente tratada.

La necesidad de los pueblos de superarse ha llevado a desarrollar métodos como cloración, ozonización, etc. optimizándolos y mejorándolos para obtener resultados satisfactorios y en tiempos relativamente cortos.

Ante la realidad de que el agua se ve deteriorada a medida que circula por las tuberías de la red de distribución se propone realizar una simulación haciendo uso de sistemas computacionales apropiados, y con esto determinar las propiedades hidráulicas y de calidad de las redes de distribución.

La calidad del agua potable se ve afectada en el recorrido que realiza el agua desde la planta de tratamiento hasta los puntos de consumo, afectando la salud de los habitantes que gozan del suministro.

Al discurrir el agua potable por las tuberías de la red, las diferentes sustancias más reactivas se combinan entre sí, o a su vez reaccionan con las sustancias que se encuentran adheridas a las paredes de las tuberías, dando como resultado un crecimiento bacteriológico, y por consiguiente la disminución de las concentraciones mínimas requeridas para consumo humano.

Otra causa para la disminución de la calidad del agua es el tipo de material por el cual el agua circula, ya que existe corrosión y otros fenómenos como la acumulación de materia en el interior de la tubería que obstaculizan el paso de agua apta para garantizar la salud humana.

Además el tiempo que el agua permanece en los depósitos y en las tuberías debido a la disminución de velocidades por el sobredimensionamiento de éstas hace que el agua envejecida afecte de manera directa a la calidad del líquido vital.

Actualmente se realizan simulaciones para garantizar que el suministro de agua satisfaga las demandas diarias de los habitantes, pero se ha descuidado la calidad de la misma.

La implementación de la tecnología en nuestro medio es una herramienta efectiva, ya que mediante el uso de modelos matemáticos complejos que realizan grandes procesos en tiempos cortos, como el caso de EPANET, programa de simulación de redes de agua potable que combina varios hidráulicos y químicos para la obtención de resultados favorables.

Una de las tantas ventajas del software Epanet es que utiliza **modelos estáticos**, que suponen que las características permanecen constantes en el tiempo y **modelos dinámicos**, que permiten simular los recorridos suponiendo una variación temporal de sus características al transcurrir ciertos periodos de tiempo.



La investigación mencionada se realizará con el fin de simular la calidad de agua que circula a través de una red de agua potable, teniendo en consideración las características del agua en circulación. Así como monitorear la evolución de las sustancias presentes a lo largo de su recorrido.

La presente propuesta va encaminada a determinar lo que trae consigo la calidad de agua acompañada de todos los fundamentos teóricos necesarios, desde la planeación inicial hasta la obtención de resultados, así como entender las diferentes etapas del transporte y evolución del agua a través de tuberías.

Además, el avance de la computación y por consiguiente de la programación, permiten hoy en día contar con la ayuda de lenguajes sencillos y visualización gráfica, lo que permitirá elaborar un paquete bien estructurado, de fácil manejo y ante todo didáctico.

La necesidad de disminuir el margen de error y lograr un ahorro significativo de tiempo en el cálculo de evoluciones del agua en una red de distribución de agua potable ha llevado a considerar la utilización de software que permitan automatizar el proceso

### **1.3. Objetivos:**

#### **1.3.1. Objetivo general:**

Determinar mediante simulación la calidad de agua que circula a través de una red de distribución, así como la concentración y evolución de diferentes sustancias químicas durante un determinado periodo de tiempo.

#### **1.3.2. Objetivos específicos:**

- ✓ Simular el tiempo de permanencia (o envejecimiento) del agua mientras discurre por una red
- ✓ Seguir la evolución en el tiempo de la fracción de caudal que llega a cada nudo de una red procedente de un nudo determinado
- ✓ Estudiar la evolución del avance de un contaminante, tras su intrusión en una red.
- ✓ Simular el transporte y decaimiento del cloro al trasegar una red
- ✓ Analizar el efecto que tiene la variación de velocidades, consumos, presiones, etc, sobre la concentración de cloro a lo largo de un período de simulación.
- ✓ Evaluar el software EPANET, definiendo sus ventajas y limitaciones

- ✓ Elaborar una guía comprensible, definiendo cada paso para simular la calidad del agua en EPANET.

## CAPÍTULO II

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Red de Distribución de Agua Potable

#### 2.1.1. Definición de los elementos de la red.

#### 2.1.2. Flujo.

Es el movimiento de un fluido con respecto a un sistema inercial de coordenadas, generalmente ubicado en el contorno sólido por ejemplo el movimiento del agua en el cauce de un río, el movimiento del agua subterránea a través del subsuelo, movimiento de fluidos en el interior de tuberías. El flujo en una tubería se puede determinar mediante el desplazamiento, velocidad y aceleración de sus partículas.<sup>1</sup>

#### 2.1.3. Red a presión.

Una red a presión se encarga del transporte y distribución de un fluido desde su producción hasta los puntos de consumo, la característica principal de una red a presión es que el fluido llena totalmente la sección de las conducciones, es decir el fluido no tiene contacto con la atmósfera, solo en puntos como nudos de consumo.

#### 2.1.4. Topología de una red.

Rama de las matemáticas que estudia ciertas propiedades geométricas de las figuras geométricas, trata principalmente de la continuidad y de conceptos generados por ella, es la distribución física de la red, compuesta por nudos y líneas.

#### 2.1.5. Senda.

Senda se define como una sucesión de líneas conectadas entre sí, sin existir formación de ramificaciones.

#### 2.1.6. Red ramificada.

Se caracteriza por no tener circuitos cerrados en el sistema, un sistema de tuberías que une una batería de pozos de agua con un tanque de abastecimientos o una planta de tratamiento, la red contra incendios en el interior de una edificación son ejemplos de una

---

<sup>1</sup> SALDARRIAGA J., Hidráulica de tuberías. 1.<sup>era</sup> Edición, pág. 2

red ramificada.<sup>2</sup> Éste tipo de redes tienen forma arborescente y sus líneas forman ramificaciones.

#### **2.1.7. Red mallada.**

Su característica principal es que cada nudo está conectado a todos los nudos. De esta manera es posible llevar líquido de un nudo a otro por diferentes caminos. El objetivo es tener un sistema redundante de tuberías, en la ciudad de Loja, este tipo de redes predomina el sistema de distribución de agua potable de una ciudad.<sup>3</sup>

#### **2.1.8. Red mixta.**

Red que combina las características de las redes ramificadas y malladas.

#### **2.1.9. Topología de una red a presión.**

#### **2.1.10. Elementos físicos.**

#### **2.1.11. Líneas.**

Representan los elementos disipadores de energía en la red, como por ejemplo las tuberías, válvulas que son elementos pasivos, mientras que los elementos activos son las bombas ya que proveen de energía al fluido.

#### **2.1.11.1.1. Tuberías.**

Porción de línea con características constantes (diámetro interno y material). Las tuberías son construidas mediante la utilización de diferentes tipos de materiales.

Para elegir la más adecuada se consideran factores como la capacidad de carga, vida útil, características del agua y su efecto sobre la tubería, las características del suelo y del relleno de la zanja, características hidráulicas, rugosidad relativa, economía y las facilidades del transporte.<sup>4</sup> Los principales materiales del cual están construidas las tuberías son:

- ✓ **Hierro:** elaboradas con hierro fundido (HF) o hierro dúctil (HD). Supera los 100 años de vida útil, tiene como inconveniente las incrustaciones (tuberculización) de óxido en

---

<sup>2</sup> SALDARRIAGA J., pág. 301

<sup>3</sup> SALDARRIAGA J., pág. 302

<sup>4</sup> RESUMIDO DE: ICM\_TESISLOG\_01

su interior lo cual reduce la sección hidráulica, e incrementan la rugosidad y la calidad del fluido, haciendo que éste disminuya su calidad.

- ✓ **Acero:** elaboradas para soportar grandes presiones, supera los 50 años de vida útil, su inconveniente es que puede ser atacada por suelos ácidos o alcalinos y es susceptible a la tuberculización.
- ✓ **Concreto:** posee capacidad para resistir cargas externas y presiones internas, su vida útil promedia los 75 años, en muchos casos lleva refuerzos de varillas de acero con revestimiento de mortero de cemento tanto interna como externamente.
- ✓ **Asbesto-cemento:** elaborada con cemento portland y fibra de asbesto, lo cual hace que internamente sea muy lisa, su inconveniente es que es un material frágil y dado que la fibra de asbesto tiene efectos cancerígenos.
- ✓ **Plástico:** son las más utilizadas, hechas con polivinilo de cloruro (PVC). Muy resistentes a la corrosión, con baja rugosidad, tienen la capacidad de resistir a grandes cargas externas.

#### **2.1.11.1.2. Válvulas.**

Limitan la presión y el caudal en puntos específicos de la red. Existen diferentes tipos de válvulas:

- ✓ **Válvulas reductoras de presión:** utilizada cuando existe gran presión aguas abajo. Mantienen una presión constante, valor conocido como presión de tarado. También empleadas para regular el caudal aportado desde varios puntos de suministro.<sup>5</sup>
- ✓ **Válvulas sostenedoras de presión:** mantiene presiones mínimas aguas arriba. Evita que la presión descienda por debajo de un nivel predeterminado en algún punto de la red. Éste tipo de válvulas permiten el paso del caudal si la presión en el extremo aguas arriba supera el valor de tarado, de lo contrario se cierra, restringiendo el paso de caudal para mantener la presión aguas arriba.<sup>6</sup>
- ✓ **Válvulas de rotura de carga:** fuerzan a que la caída de presión en la válvula sea siempre un valor predeterminado. El caudal que atraviesa la válvula puede ir en ambas direcciones.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> RESUMIDO DE: ICM\_TESISLOG\_01

<sup>6</sup> RESUMIDO DE: MANUAL EPANET GMMF

<sup>7</sup> RESUMIDO DE: MANUAL EPANET GMMF

- ✓ **Válvulas controladoras de caudal:** controlan el caudal, no admiten el flujo en sentido inverso al previsto.
- ✓ **Válvulas de corte:** de compuerta o mariposa, aíslan sectores si existiesen roturas de tuberías pero siguen suministrando agua a la población restante.
- ✓ **Válvulas de ventosa:** instaladas en los puntos altos de la red ya que permiten la eliminación de aire.

#### **2.1.11.1.3. Bombas.**

Aportan energía al fluido incrementando su altura piezométrica, las características principales de una bomba son la entrada, salida y su curva característica.

#### **2.1.12. Nudos.**

Punto donde se unen dos o más líneas, o bien al extremo final de una línea.

##### ✓ **Nudo fuente**

El nudo recibe un aporte externo de caudal.

##### ✓ **Nudo de consumo**

Aporta caudal hacia el exterior.

##### ✓ **Nudo de conexión**

Nudo que ni recibe ni aporta caudal al exterior<sup>8</sup>

##### ✓ **Nudo de caudal**

El caudal aportado o consumido es conocido.

##### ✓ **Nudo de presión**

Nudo en el que la altura piezométrica es un dato conocido.<sup>9</sup>

#### **2.1.13. Depósitos.**

---

<sup>8</sup> RESUMIDO DE: Apuntes Hidráulica I, periodo Septiembre 07-Febrero 08

<sup>9</sup> RESUMIDO DE: Apuntes Hidráulica I, periodo Septiembre 07-Febrero 08

Representan una fuente externa infinita o sumidero para el sistema. Su principal característica es su altura piezométrica que es igual a la altura por encima del nivel del mar si no se encuentra bajo presión.

#### **2.1.14. Tanques.**

Son nudos con capacidad de almacenamiento, el volumen en su interior varía con el tiempo dependiendo del consumo.

#### **2.1.15. Componentes no físicos.**

#### **2.1.16. Pérdidas de carga.**

Las pérdidas de carga son originadas por la rugosidad de las tuberías, y por el rozamiento viscoso de las capas de agua entre sí.

#### ✓ **Pérdidas por Darcy – Weisbach.**

Es el resultado de aplicar las leyes físicas del movimiento de Newton. Su ecuación es:

$$h_f = \left( \frac{8fxL}{\pi^2 x g x D^5} \right) x Q^2 \quad \text{Ecu. 01}$$

**Donde:**

- $h_f$  – pérdida de carga (m)
- $f$  – factor de fricción
- $L$  – longitud de la tubería (m)
- $D$  – diámetro (m)
- $Q$  – caudal (m<sup>3</sup>/s)

$f$  varía con el Número de Reynolds, la rugosidad y el tamaño de la tubería.

#### ✓ **Pérdidas por Hazen – Williams**

Se trata de una fórmula exponencial aplicable al flujo de agua en tuberías:

$$H_f = \frac{10.646xL}{D_{int}^{4.87037}} \left( \frac{QxD}{C_H} \right)^{1.85185} \quad \text{Ecu. 02}$$



**Donde:**

$L$  – longitud de la tubería (m)

$D$  – diámetro (m)

$Q$  – caudal (m<sup>3</sup>/s)

$C_H$  – coeficiente de rugosidad

✓ **Pérdidas por Manning**

Aunque esta ecuación fue desarrollada para flujo en lámina libre, actualmente también se la utiliza para conductos cerrados

$$h_f = 10.29n^2 \left( \frac{L}{D^{16/3}} \right) Q^2 \quad \text{Ecu. 03}$$

**Donde:**

$n$  – coeficiente de rugosidad

$L$  – longitud de la tubería (m)

$D$  – diámetro (m)

$Q$  – caudal (m<sup>3</sup>/s)

**2.1.17. Factor de fricción.**

Es un parámetro adimensional que se utiliza para calcular las pérdidas de carga en una tubería debida a la fricción.

Existen diversos autores que proponen procedimientos para cálculo del factor de fricción con una serie de métodos iterativos como:

✓ **Von Karman-Prandtl (1930):** proponen el factor de fricción de una forma implícita:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{2.51}{\text{Re} \sqrt{f}} \right) \quad \text{Ecu. 04}$$

✓ **Nikuradse (1933):** plantea el factor de fricción para tuberías rugosas en régimen turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{\varepsilon_r}{3.7 * D} \right) \quad \text{Ecu. 05}$$

- ✓ **Nikuradse y Poiseville:** expresan el factor de fricción para tuberías rugosas con flujo laminar:

$$f = \frac{64}{\text{Re}}; \text{Re} \leq 2000 \quad \text{Ecu. 06}$$

- ✓ **Colebrook-White:** exponen el factor de fricción para tuberías comerciales:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{\varepsilon_r}{3.7} + \frac{2.51}{\text{Re} * \sqrt{f}} \right) \quad \text{Ecu. 07}$$

Otros autores expresan el cálculo del factor de fricción en expresiones aproximadas explícitas:

- ✓ **Moody (1944):** esta ecuación tiene un error del 5%

$$f = 0.0055 \left[ 1 + \left( 20000 \varepsilon_r + \frac{10^6}{\text{Re}} \right)^{1/3} \right]_E \quad \text{Ecu. 08}$$

$$4 \times 10^3 \leq \text{Re} \leq 10^7$$

$$\varepsilon_r \leq 0.001$$

- ✓ **Barr (1975)**

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left( \frac{5.1286}{\text{Re}^{0.89}} + \frac{\varepsilon_r}{3.7} \right) \quad \text{Ecu. 09}$$

- ✓ **Swamee y Jain (1976):** ecuación con una precisión de  $\pm 1\%$ , en el intervalo de valores:  $5 \times 10^3 \leq \text{Re} \leq 10^8$  y  $10^{-6} \leq \varepsilon_r \leq 10^{-2}$

$$f = \frac{0.25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{5.74}{Re^{0.9}} + \frac{\varepsilon_r}{3.7} \right) \right]} \quad \text{Ecu. 10}$$

- ✓ **Churchill (1977):** ecuación con una precisión de  $\pm 0.58\%$ , en el intervalo de valores:  
 $4 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8$  y  $0 \leq \varepsilon_r \leq 0.05$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[ \left( \frac{7}{Re} \right)^{0.9} + \frac{\varepsilon_r}{3.7} \right] \quad \text{Ecu. 11}$$

- ✓ **Haaland (1983):** ecuación con una precisión de  $\pm 0.33\%$ , en el intervalo de valores:  
 $4 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8$  y  $0 \leq \varepsilon_r \leq 0.05$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -1.8 \log_{10} \left[ \left( \frac{\varepsilon_r}{3.7} \right)^{1.11} + \frac{6.9}{Re} \right] \quad \text{Ecu. 12}$$

- ✓ **Chen (1985):** ecuación con una precisión de  $\pm 0.33\%$ , en el intervalo de valores:  
 $4 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8$  y  $0 \leq \varepsilon_r \leq 0.05$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[ \left( \frac{4.52}{Re} \right) \log_{10} \left( \frac{Re}{7} \right) + \frac{\varepsilon_r}{3.7} \right] \quad \text{Ecu. 13}$$

**Donde:**

- $f$  – factor de fricción
- $Re$  – número de Reynolds
- $\varepsilon_r$  – rugosidad absoluta

## 2.2. Calidad de agua para abastecimiento público

### 2.2.1. Microorganismos patógenos.

Un medio acuático normalmente es habitado por microorganismos clasificados como de vida libre, seres que extraen del medio las condiciones necesarias para su sobrevivencia.

Por tanto, todas las alteraciones químicas y físicas, causadas en el medio en el cual habitan, deben ser clasificadas como ecológicas.

Las actividades que realicen los organismos de vida libre determinan una interferencia en la calidad del agua, por estar relacionadas con el medio pueden causar daños directamente al organismo humano. Normalmente, esas alteraciones ocurren debido a la producción de sustancias tóxicas provenientes de secreciones liberadas por los organismos en el agua.

En un medio acuático, también se puede encontrar microorganismos patógenos, que en la mayoría de casos están presentes en forma transitoria. Estos organismos generalmente no causan modificaciones en el agua y son incapaces de vivir en ambientes que tengan temperatura variable.

El control de la calidad de agua en una red de distribución de agua potable debe ser considerado uno de los parámetros más importantes para la salud humana.

El objeto del control de la calidad del agua es proteger la salud de los consumidores, estableciendo los requisitos que debe cumplir el agua para consumo humano, para ser considerada como potable, cualquiera sea su fuente de captación, tipo de tratamiento, producción y distribución, hasta los límites que marcan la responsabilidad del Organismo frente al usuario.

### **2.2.2. Definiciones:**

- ✓ Aqua cruda: agua que no ha sido sometida a tratamiento.
- ✓ Aqua para consumo humano: agua destinada al consumo directo, preparación de alimentos, higiene personal y cualquier otro uso doméstico habitual de los seres humanos.
- ✓ Aqua potable: agua apta para consumo humano que no representa riesgos significativos para la salud o rechazo del consumidor, durante toda su vida.
- ✓ Aqua tratada: agua que ha recibido algún tipo de tratamiento.
- ✓ Aqua distribuida: agua que circula por las tuberías y accesorios del sistema de distribución.
- ✓ Aceptable: calificativo que aprueba las características de una muestra de agua para consumo humano

- ✓ No Aceptable: calificativo que se utiliza cuando una muestra no cumple al menos uno de los requisitos establecidos
- ✓ Valor máximo permitido: valor que representa el nivel máximo en concentración de un componente, por encima del cual la muestra de agua se considera no aceptable.
- ✓ Valor máximo recomendado: valor de concentración de un componente que se aconseja no superar la mayor parte del tiempo, pero no determina por sí mismo un criterio de aceptabilidad.
- ✓ Sustancias orgánicas e inorgánicas que afectan la salud: compuestos químicos sobre los cuales existe evidencia de su influencia directa sobre la salud humana.

### **2.2.3. Requisitos de calidad para el agua potable.**

#### **2.2.4. Calidad bacteriológica:**

Las normas de calidad bacteriológica del agua potable son las siguientes:

- ✓ Cuando se emplea la técnica de filtros de membrana, el número de bacterias coliformes no debe exceder a los siguientes límites:
  - a) Uno por 100 ml, como promedio aritmético de todas las muestras analizadas durante un mes.
  - b) Cuatro por 100 ml en más de una muestra cuando se analiza menos de 20 muestras por mes.
  - c) Cuatro por 100 ml en más de un 5% de las muestras por mes.
  
- ✓ Cuando se emplea la técnica de tubos múltiples de fermentación con porciones estándar de 10 ml la bacteria coliforme no debe estar presente en ninguna de las siguientes proporciones:
  - a) Más de 10% de las porciones en un mes.
  - b) Tres o más porciones en más de una muestra, cuando se examina menos de 20 muestras por mes.
  - c) Tres o más porciones en más del 5% de una muestra cuando se examina 20 o más muestras por mes.

✓ Cuando se emplea la técnica de tubos múltiples de fermentación con porciones estándar de 100 ml, la bacteria coliforme no debe estar presente en ninguna de las siguientes porciones:

a) Más del 60.00 % de las porciones por mes.

b) Cinco porciones de más de una muestra cuando se examina menos de cinco muestras por mes.

c) Cinco porciones en más del 20.00% de las muestras cuando se examinan cinco o más muestras por mes.

### 2.2.5. Calidad física:

✓ Temperatura: es importante por su efecto en otras propiedades, no existe límite permisible, el límite permisible se recomienda que no exceda de 5°C de la temperatura ambiental medida de la región.

✓ Sabor y olor: por impurezas disueltas, generalmente de naturaleza orgánica los límites recomendables y permisibles son los siguientes:

**Tabla 2.1** Componentes orgánicos del agua potable

Componente	Límite recomendable µg/l	Límite permisible µg/l
Aldrín	-----	0.03
Dieldrín	-----	0.03
Clordano	-----	0.03
DDT	-----	1
Endrín	-----	0.2
Heptaclorepóxido	-----	0.1
Lindano	-----	3
Metoxicloro	-----	30
Toxafeno	-----	5
Clorofenoxy 2,4,D	-----	100
2,4,5 - TP	-----	10
2,4,4 - T	-----	2
Carbaril	-----	100
Diazinón	-----	10
Metil parathión	-----	7

Paratión	-----	35
Trihalometanos	-----	30

Fuente: Norma INEN 5, parte 9,1992.

- ✓ Color: los usuarios rechazan el agua que tiene cierto color por lo general en grandes volúmenes el agua tiene el color azul verdoso pálido, el límite recomendable de color en el agua es de 5 UCV (unidad de color verdadero) Pt-Co (proporción platino-cobalto) y el límite permisible es de 15 UCV Pt-Co.

### 2.2.6. Calidad organoléptica:

Las normas de calidad organoléptica del agua potable CPE INEN 5, 1992 son las siguientes:

**Tabla 2.2** Calidad organoléptica del agua potable

Componente	Unidades	Límite recomendable	Límite permisible
Acido sulfhídrico	mg/l	0	0.05
Aluminio	mg/l	0.2	0.3
Cloruros	mg/l	-----	250
Clorofenoles	mg/l	-----	0.002
Cobre	mg/l	-----	1
Detergentes expresados como SAAM	mg/l	-----	0.5
Dureza	mg/l	150	500
Hierro	mg/l	0.3	0.5
Manganeso	mg/l	0.05	0.1
Oxígeno disuelto	mg/l	6	80% saturación
pH	-----	7-8.5	6.5-8.5
Sulfatos	mg/l	250	400

Fuente: Norma INEN 5, parte 9,1992.

### 2.2.7. Calidad radiológica:

Las normas de calidad radiológica del agua potable CPE INEN 5, 1992 son las siguientes:

**Tabla 2.3** Calidad radiológica del agua potable

Componente	Límite recomendable	Límite permisible
Radioactividad $\alpha$ global	-----	0.01
Radioactividad $\beta$ global	-----	1

Fuente: Norma INEN 5, parte 9,1992.

### 2.2.8. Factores que afectan la calidad de agua en las tuberías.

La calidad de agua en una tubería de una red de distribución se ve afectada por varios factores como:

#### 2.2.9. Crecimiento bacteriano:

Produce deterioro en la calidad de agua ocasionando alteraciones en: sabor, olor, aumento de turbiedad. El crecimiento bacteriano se asocia a la presencia de bacterias patógenas que crecen en las paredes internas de las tuberías formando capas de limo bacteriano, tubérculos y biopelículas.

- ✓ **Limo:** se forma por la presencia de organismos microscópicos como bacterias, hongos y actinomicetos que crecen libremente, éste crece en las paredes de la tubería haciendo que estos organismos sean más resistentes al cloro residual presente, la naturaleza química del agua se altera debido al metabolismo microbiano y se reducen los niveles de oxígeno disuelto produciendo productos finales como nitratos y sulfuros.
- ✓ **Tubérculos:** se forman en las paredes de las tuberías albergan una gran cantidad de bacterias ( $10^6$  /g a  $10^7$  /g) que incluyen aerobias y anaerobias, entre las que se encuentran las bacterias que producen biocorrosión. Muchas de las bacterias aisladas de los tubérculos son patógenas oportunistas, la presencia en gran cantidad de estos microorganismos puede afectar la salud principalmente de un segmento de la población, formada por recién nacidos, inmunodeficientes, convalecientes y ancianos.
- ✓ **Biopelícula:** se forma por el uso de reactivos químicos en el tratamiento del agua, especialmente del cloro, y principalmente por bacterias injuriadas protegidas por una capa fina de polisacáridos, la que al igual que las capas formadas por el limo y los tubérculos, albergan bacterias; algas y organismos de vida libre, que pueden salir en los grifos de los usuarios originando reclamos a las empresas servidoras por el deterioro de la calidad organoléptica del agua, especialmente si existen olores o sabores desagradables o enturbiamiento del agua. La biopelícula origina además algunos problemas en las redes de distribución entre los que se destacan:
  - aumento de la resistencia a la fricción de los fluidos produciendo una gran pérdida de presión o reducción del flujo de agua si la presión es constante



- causa de condiciones anaeróbicas con producción de H<sub>2</sub>S (ácido sulfhídrico) cuya acumulación puede originar olores y sabores desagradables en el agua
  - incremento de la resistencia al cloro por parte de los organismos que forman la biopelícula, contribuyendo al recrecimiento de indicadores de contaminación fecal y patógenos en las tuberías.
- ✓ **Rugosidad de la tubería:** Las paredes internas de la tubería deben ser lo más lisas posibles para evitar que las bacterias se adhieran a ellas. Las paredes rugosas facilitan la incorporación de organismos nocivos para la salud.
  - ✓ Por medio de tuberías y embalses de almacenamiento de agua tratada abiertos o no protegidos, que están expuestos a fuentes de contaminación fecal como el agua de escorrentía superficial y las heces de aves y otros animales acuáticos, y que pueden no estar protegidos contra manipulación
  - ✓ Por roturas de tuberías al reparar o sustituir tuberías existentes o al instalar tuberías nuevas, que pueden ocasionar la entrada en el sistema de tierra o materiales contaminados
  - ✓ Por disolución de sustancias químicas y metales pesados procedentes de materiales como tuberías, soldaduras o juntas, grifos y sustancias químicas utilizadas en la limpieza y desinfección de los sistemas de distribución
  - ✓ Por fugas existentes en redes no estancas
  - ✓ Tiempo de permanencia del agua en la red, ya que sustancias desinfectantes reactivas como el cloro al permanecer grandes tiempos en la red se combina con otras sustancias formando subproductos de la cloración, algunos de ellos cancerígenos.
  - ✓ Dimensionamiento de la red, el sobredimensionamiento de la red hace que la velocidad del agua disminuya por consiguiente la velocidad con que se mueven las bacterias, ocasionando que estos organismos patógenos se adhieran a las paredes originando tubérculos, limos y biopelícula.
  - ✓ Contenidos de materia orgánica la que favorece el crecimiento de las bacterias, ya que estas se desarrollan con el carbono disuelto en el agua.

- ✓ Suministro de agua intermitente, la presión disminuye al existir este tipo de suministro permitiendo la entrada al sistema de agua contaminada por puntos rotos, grietas, agujeros.

### 2.2.10. Agentes patógenos presentes en el agua de consumo.

Los agentes patógenos pueden transmitirse por agua de consumo contaminada, proporciona información sobre estos agentes. Generalizando, los agentes patógenos se encuentran divididos en 4 grandes grupos: bacterias, virus, protozoos y helmintos.

**Tabla 2.4** Agentes patógenos transmitidos por el agua

Agente patógeno	Importancia para la salud	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua	Resistencia al cloro	Infectividad relativa
<b>BACTERIAS</b>				
Burkholderia pseudomallei	Baja	Puede	Baja	Baja
Campylobacter jejuni. C. coli	Alta	Prolifera	Baja	Moderada
Escherichia coli patógena	Alta	Moderada	Baja	Baja
E. coli enterohemorrágica	Alta	Moderada	Baja	Alta
Legionella spp.	Alta	Moderada	Baja	Moderada
Micobacterias no tuberculosas	Baja	Prolifera	Alta	Baja
Pseudomas aeruginosae	Moderada	Prolifera	Moderada	Baja
Salmonella typhi	Alta	Prolifera	Baja	Baja
Otras salmonelas	Alta	Puede	Baja	Baja
Shigella spp.	Alta	Prolifera	Baja	Moderada
Vibrio cholerae	Alta	Puede	Baja	Baja
Yersinia enterocolitica	Alta	Prolifera	Baja	Baja
<b>VIRUS</b>				
Adenovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta
Enterovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta
Virus de la hepatitis A	Alta	Larga	Moderada	Alta
Virus de la hepatitis B	Alta	Larga	Moderada	Alta
Norovirus y sapovirus	Alta	Larga	Moderada	Alta
Rotavirus	Alta	Larga	Moderada	Alta
<b>PROTOZOOS</b>				

Acanthamoeba spp.	Alta	Larga	Alta	Alta
Cryptosporidium parvum	Alta	Larga	Alta	Alta
Cyclospora cayetanensis	Alta	Larga	Alta	Alta
Entoameba histolytica	Alta	Moderada	Alta	Alta
Giardia intestinalis	Alta	Moderada	Alta	Alta
Naegleria fowleri	Alta	Puede	Alta	Alta
Toxoplasma gondii	Alta	Prolifera	Alta	Alta
<b>HELMINTOS</b>				
Dracunculus medinensis	Alta	Moderada	Moderada	Alta
Schistosoma spp.	Alta	Corta	Moderada	Alta

**Fuente:** Manual de calidad del agua.

### 2.3. Epanet

Epanet es un programa de ordenador diseñado por la agencia de protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, Environmental Protection Agency) capaz de realizar simulaciones en periodo estático y en periodo extendido tanto de la capacidad hidráulica en redes de distribución de agua potable como la calidad de agua trasegada en dichas tuberías.

Epanet realiza seguimientos de caudales en las tuberías, presión en los nudos, niveles en los depósitos, además identifica las sustancias químicas que discurren en la red.

Esta poderosa herramienta ofimática también es capaz de simular el tiempo de permanencia de agua en las tuberías.

#### 2.3.1. Funcionamiento de Epanet.

El programa no tiene limitaciones en cuanto al tamaño de la red que se pretende conformar, Epanet funciona con una ventana principal en la cual se ubican nudos y tuberías según conveniencia, asignándoles a cada uno de ellas propiedades específicas del lugar donde se pretende realizar las simulaciones.

Epanet tiene capacidades tanto hidráulicas como de calidad de agua, el modelo de simulación hidráulica permite simular el comportamiento dinámico de una red de distribución de agua potable, EPANET calcula alturas en los pozos y caudales en las tuberías

### 2.3.2. Ecuaciones utilizadas en Epanet para el modelo hidráulico.

Epanet utiliza el “método del Gradiente”, desarrollado durante la tesis doctoral de los profesores E. Todini y E.P.O’Connell en la Universidad de Newcastle upon Tyne y por R. Salgado.

El método del gradiente para el cálculo de redes de distribución de aguas está basado en el hecho de que al tenerse un flujo permanente se garantiza que se cumplan las ecuaciones de conservación de la masa en cada uno de los nodos de la red y la ecuación de conservación de la energía en cada uno de los circuitos de ésta.<sup>10</sup>

El método descrito está basada en las siguientes tres condiciones:

1. En cada nodo se cumple la ecuación de continuidad:

$$\sum_{j=1}^{NT_i} Q_{ij} - Q_{Di} + Q_{ei} = 0 \quad \text{Ecu. 14}$$

**Donde:**

$Q_{ij}$  – caudal que pasa por la tubería ij

$Q_{Di}$  – caudal consumido

$Q_{ei}$  – caudal de entrada

2. Debe haber relación no lineal entre las pérdidas por fricción y el caudal para cada uno de los tubos que conforman la red:

$$Q = -2 \frac{\sqrt{2gDh_f}}{\sqrt{L}} A \log_{10} \left( \frac{k_s}{3.7 \times D} + \frac{2.51 \times v \times \sqrt{L}}{\sqrt{2 \times g \times D^3 \times \sqrt{h_f}}} \right) \quad \text{Ecu. 15}$$

**Donde:**

$D$  – diámetro de la tubería

$h_f$  – pérdidas por fricción

---

<sup>10</sup> SALDARRIAGA J., pág. 415

- $L$  – longitud de la tubería
- $A$  – área
- $k_s$  – rugosidad absoluta de la tubería
- $\nu$  – viscosidad cinemática

3. En cada tubo la energía total se gasta en pérdidas por fricción y en pérdidas menores:

$$H_t = h_f + \sum h_m \quad \text{Ecu. 16}$$

**Donde:**

- $H_t$  – energía total
- $h_f$  – pérdidas por fricción
- $\sum h_m$  – sumatoria de pérdidas menores

La ecuación que epanet utiliza para determinar el caudal en las tuberías es:

$$[Q_{i+1}] = \{([I] - ([N][A11]')^{-1}[A11]) \times ([Q] - ([N][A11]')^{-1} \times ([A12][H_{i+1}] + [H10][H0])\} \quad \text{Ecu.17}$$

**Donde:**

- $[I]$  – matriz identidad (dimensión NTxNT)
- $[N]$  – matriz diagonal (dimensión NT x NT) con diagonal valor 2
- $[A11]$  – matriz diagonal (dimensión NT x NT) con diagonal valor  $\alpha$

$$\alpha = \frac{\left( f \times \frac{L}{D} + \sum Km \right)}{2 \times g \times A^2} \quad \text{Ecu. 18}$$

- $[A11]'$  – matriz  $[A11]$
- $[Q]$  – vector de caudales (dimensión NT x NS)
- $[A12]$  – matriz de conectividad (dimensión NT x NN)

$[H_{i+1}]$  – matriz topológica tramo a nodo (dimensión NT x NS) con valor igual a -1 en las filas correspondientes a los tramos conectados a nodos de altura piezométrica fija

$$[H_{i+1}] = \{([A21]([N][A11]')^{-1}[A12])\}^{-1} \times \{[A12]([N][A11]')^{-1} \times ([A11][Q] + [A10][Ho])\} \quad Ecu.19$$

$[Ho]$  – vector de alturas piezométricas fijas (dimensión NS x NS)

$[q]$  – vector de consumo (dimensión NN x NS)

$[A21]$  – transpuesta de  $[A12]$

### 2.3.3. Ecuaciones utilizadas en Epanet para el modelo de calidad de agua.

Para el modelo de calidad de agua, Epanet utiliza el método Lagrangiano para la simulación del movimiento del agua a través de las tuberías y su mezclado en las conexiones correspondientes.

Las ecuaciones que rigen la calidad del agua están basadas en la conservación de la masa ajustada con la velocidad respectiva de reacción.

Las reacciones en el seno del agua están regidas por el movimiento en el cuerpo principal de la corriente, sin que los procesos desarrollados en la pared de las tuberías la afecten. Las ecuaciones cinéticas polinómicas gobiernan estas reacciones donde la velocidad de reacción (R en masa/volumen/tiempo) es una función de la concentración:

$$R = K_b * C^n \quad Ecu. 20$$

**Donde:**

$R$  – velocidad de reacción

$K_b$  – coeficiente de velocidad de reacción en el seno

$C$  – concentración reactiva, (masa/volumen)

$n$  – orden de reacción

### 2.3.4. Ventajas de Epanet.

- ✓ Calibración de modelos hidráulicos

- ✓ Análisis del cloro residual
- ✓ Determina el consumo energético y sus costes
- ✓ Puede simular redes sin límite de tamaño
- ✓ Admite depósitos de cualquier geometría
- ✓ Simula el recorrido de sustancias reactivas a lo largo de la red
- ✓ Simula el tiempo de permanencia del agua en la red
- ✓ Simula reacciones tanto en el seno del agua como en las paredes de la misma
- ✓ Admite reacciones de crecimiento o decaimiento de concentraciones de sustancias
- ✓ Permite estudiar la mezcla de agua de diversas fuentes
- ✓ Pérdida de cloro residual
- ✓ Seguimiento del avance de un contaminante, tras su intrusión en la red

## **CAPÍTULO III**



### 3. SIMULACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE AGUA POTABLE DE YAGUARCUNA

#### 3.1. Antecedentes del lugar de estudio

La planta de potabilización Carigán de altitud 2310 m trata el agua cruda que llega por medio de la aducción Shucos-Carigán de longitud 9630 metros, esta tubería de acero de 800 mm. de diámetro transporta en promedio 192 l/s, que es la totalidad de agua que llega a la planta a ser tratada.

Esta planta es la encargada del abastecimiento de agua a una parte de la ciudad de Loja, incluido el barrio Yaguarcuna, que es el barrio donde se realizarán las simulaciones correspondientes. La ciudadela Yaguarcuna está ubicada en el sur-este de la ciudad de Loja, limitada por el Norte con la calle Gobernación de Mainas perteneciente a la Urbanización la Pradera, al Sur con la Urbanización de Predesur, al Oeste con la Urbanización Los Sauces de Yaguarcuna.



**Figura 3.1** Ubicación ciudadela Yaguarcuna  
Fuente: el autor

El tanque ubicado en Yaguarcuna está a una altitud de 2185.13 m, tiene forma circular y diámetro de 15.38 m. Recibe en promedio 20 L/s mediante una longitud de tubería de 3795 m, con diámetro de 200 mm de la planta potabilizadora.

En Yaguarcuna existen 595 abonados los cuales tienen un consumo promedio de 16400 m<sup>3</sup>/mes.

### 3.2. Componentes físicos de la red actual de Yaguarcuna

#### 3.2.1. Tuberías.

Para la simulación se ha tomado todas las tuberías que componen la red de agua potable de la urbanización Yaguarcuna, los diámetros varían desde tuberías de 3 pulgadas hasta 6 pulgadas, todas de PVC. La situación física de las tuberías del sistema es la siguiente:

- **Tuberías analizadas:** 51
- **Longitud total de tuberías analizadas:** 7308.28 metros

**Tabla 3.1** Características topológicas de las tuberías de la ciudadela Yaguarcuna

ID línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)	ID línea	Longitud (m)	Diámetro (mm)
1	162.76	200	26	35.63	101.6
2	50.2	101.6	27	31.74	101.6
3	41.42	101.6	28	28.87	101.6
4	47.18	101.6	29	110.87	101.6
5	59.02	101.6	30	112.94	76.2
6	156.17	101.6	31	115.23	76.2
7	43.35	101.6	32	116.89	76.2
8	35.42	101.6	33	101.25	101.6
9	31.12	101.6	34	37.04	76.2
10	32.19	101.6	35	37.03	76.2
11	29.43	101.6	37	43.16	76.2
12	61.27	76.2	38	32.11	76.2
13	88.52	76.2	39	51.94	76.2
14	119.31	76.2	40	38.2	76.2
15	131.64	101.6	41	21.35	76.2
16	43.35	101.6	42	41.74	76.2
17	35.36	101.6	43	37.96	76.2
18	31.73	101.6	44	20.73	76.2
19	29	101.6	45	42.37	76.2
20	131.45	152.4	46	146.44	76.2
21	131.64	76.2	47	37.55	76.2
22	131.58	76.2	48	167.03	76.2
23	89.65	76.2	49	37.38	76.2
24	116.92	101.6	50	93.2	76.2
25	43.35	101.6	51	101.6	76.2

Fuente: El autor.

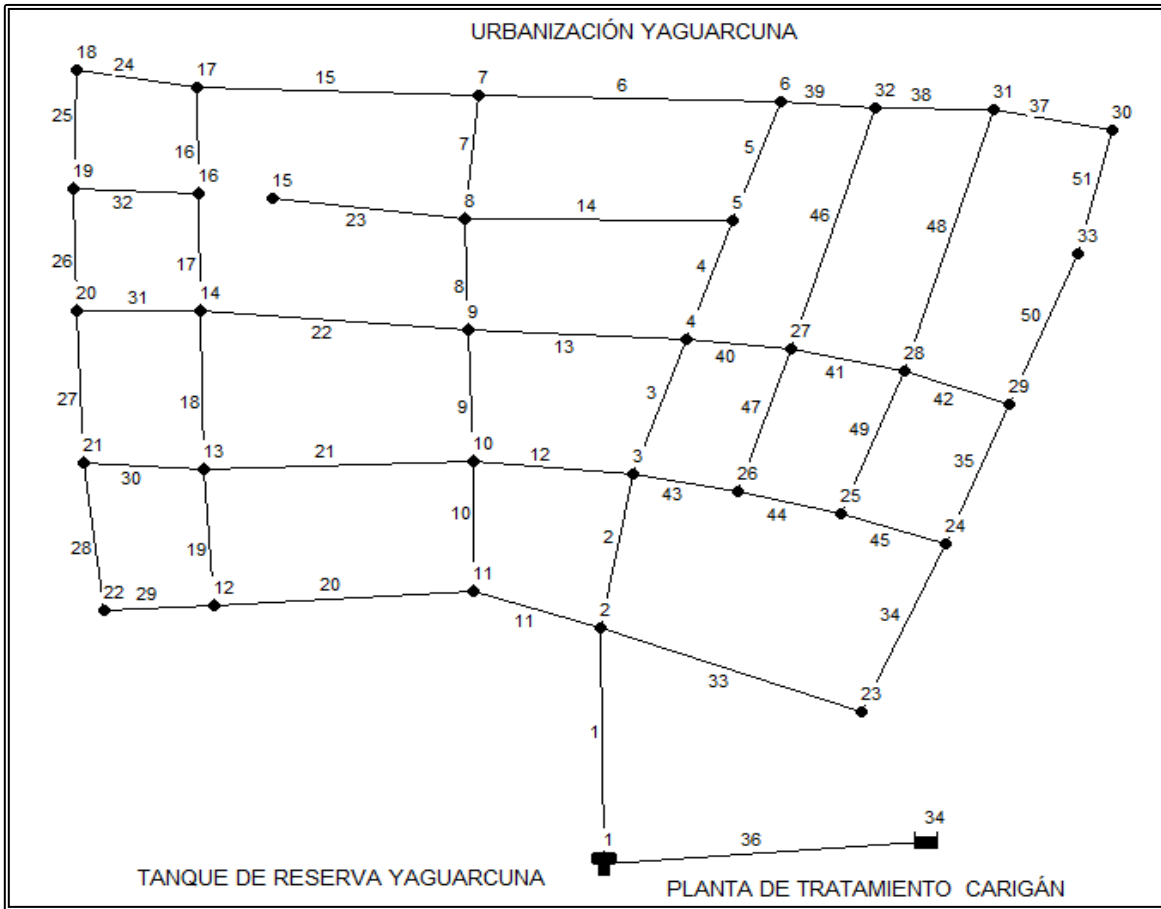
### 3.2.2. Conexiones.

A la red de Yaguarcuna la componen 34 nudos, de los cuales el número 33 en la simulación representará el tanque de almacenamiento y el 34 el embalse, los mismos tienen las siguientes cotas geométricas:

**Tabla 3.2** Características geométricas de los nudos de la ciudadela Yaguarcuna

ID conexión	Cota (m)	ID conexión	Cota (m)
1	2185.13	18	2148.01
2	2152.7	19	2149.13
3	2149.24	20	2150.65
4	2146.07	21	2153.07
5	2143.28	22	2157.63
6	2136.65	23	2159.75
7	2143.29	24	2155.57
8	2147.55	25	2152.59
9	2147.52	26	2151.25
10	2149.56	27	2148.08
11	2152.37	28	2149.3
12	2154	29	2152.24
13	2151.36	30	2137.3
14	2149.34	31	2136.93
15	2147.98	32	2136.75
16	2148.17	33	2147.8
17	2146.34	34	2310

Fuente: El autor.



**Figura 3.2** Red de distribución de agua potable de la ciudadela Yaguarcuna  
**Fuente:** el autor

### 3.2.3. Almacenamiento.

La red de la Urbanización Yaguarcuna está abastecida por un tanque de 800 m<sup>3</sup> de capacidad, ubicado a una altura de 2185.13 m. Este tanque a su vez es abastecido de agua por la planta de tratamiento de Carigán cuya altitud es de 2310 m.

## 3.3. Componentes no físicos de la red

### 3.3.1. Demandas en los nudos.

Sobre la totalidad de los nudos se ha distribuido 6.3 litros, el cual es el caudal consumido por los habitantes de Yaguarcuna cada segundo. Dicha demanda se la obtuvo mediante el método de las áreas (Anexo No. 1). Obteniéndose los siguientes resultados:

**Tabla 3.3** Demandas en los nudos de la ciudadela Yaguarcuna

ID conexión	Demanda (L/s)	ID conexión	Demanda (L/s)
1		18	0.231
2	0.251	19	0.418
3	0.348	20	0.359
4	0.461	21	0.318
5	0.646	22	0.149
6	0.418	23	0.17
7	0.633	24	0.133
8	0.992	25	0.224
9	0.741	26	0.211
10	0.585	27	0.287
11	0.283	28	0.354
12	0.298	29	0.242
13	0.635	30	0.604
14	0.72	31	0.749
15	0	32	0.612
16	0.85	33	0
17	0.501	34	0

Fuente: El autor.

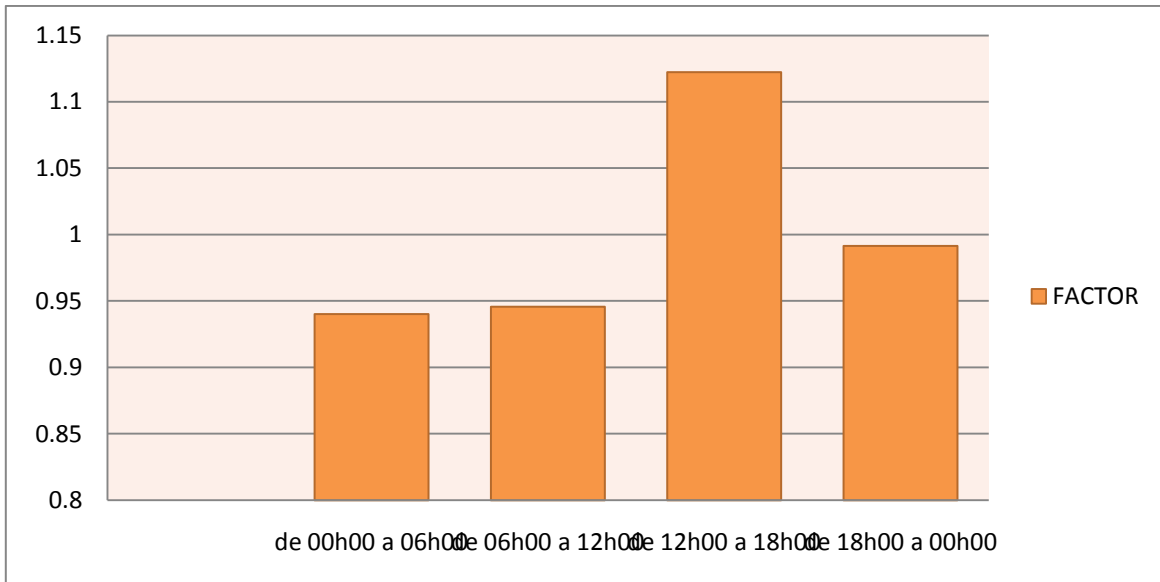
### 3.3.2. Curvas de modulación del sistema.

Una curva de modulación es una representación gráfica mediante factores del comportamiento de una variable a través del tiempo. La curva de modulación empleada para este análisis está en intervalos de tiempo de 6 horas, según archivos proporcionados por el departamento de consumo de la planta de tratamiento de Carigán, los caudales de consumo promedio y su respectivo factor se muestran en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4** Caudales consumidos en un día en la ciudadela Yaguarcuna

Tiempo (horas)	Caudal de consumo m <sup>3</sup>	Factor de demanda
de 00h00 a 06h00	165	0.940
de 06h00 a 12h00	166	0.946
de 12h00 a 18h00	197	1.123
de 18h00 a 00h00	174	0.991

Fuente: Archivos de la planta de tratamiento de Carigán.



**Figura 3.3** Factor de demanda Yaguarcuna

Fuente: el autor

### 3.3.3. Ecuación de pérdidas.

El análisis hidráulico se realizó mediante la utilización de la ecuación de Hazen-Williams con el coeficiente de rugosidad indicado en la tabla para PVC que es de 140.

Debido a que las tuberías de la Ciudadela Yaguarcuna no son totalmente nuevas, se ha optado por utilizar un coeficiente de 130, para que la simulación sea lo más cercano a la realidad posible.

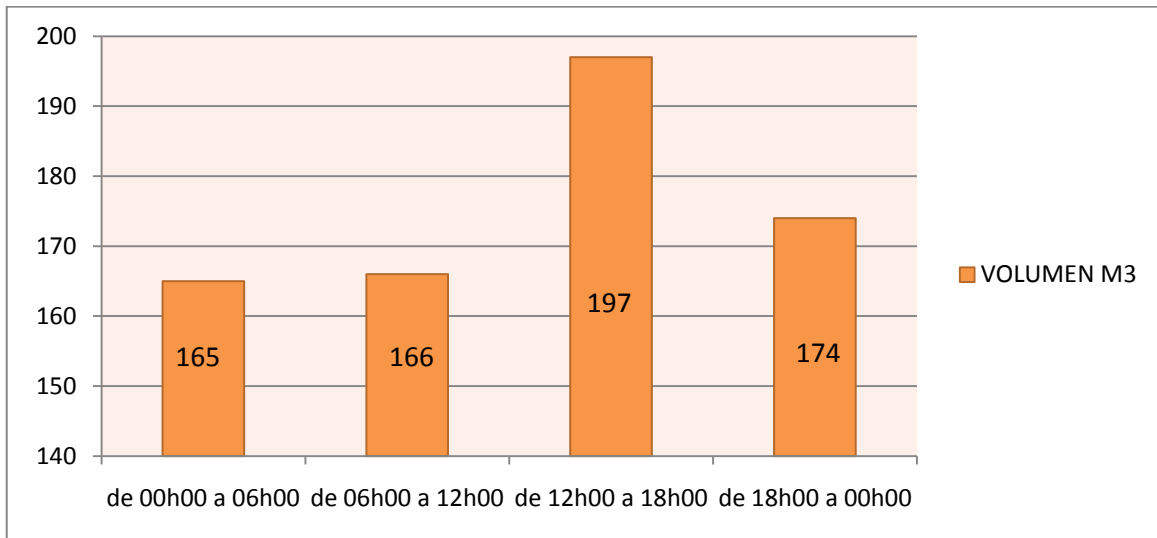
**Tabla 3.5** Factor de pérdidas de Hazen Williams

Material	C Hazen-Williams (universal)
Fundición	130-140
Hormigón u Hormigón revestido	120-140
Hierro galvanizado	120
Plástico (PVC)	140
Acero	140-150
Cerámica	110

Fuente: Hidráulica de Tuberías, Juan Saldarriaga

### 3.4. Análisis de los datos de la ciudadela Yaguarcuna:

El cuadro siguiente corresponde a los volúmenes de agua consumidos en la ciudadela Yaguarcuna durante un día en intervalos de 6 horas, cabe recalcar que son datos promedio, los cuales se utilizarán para realizar las simulaciones correspondientes.



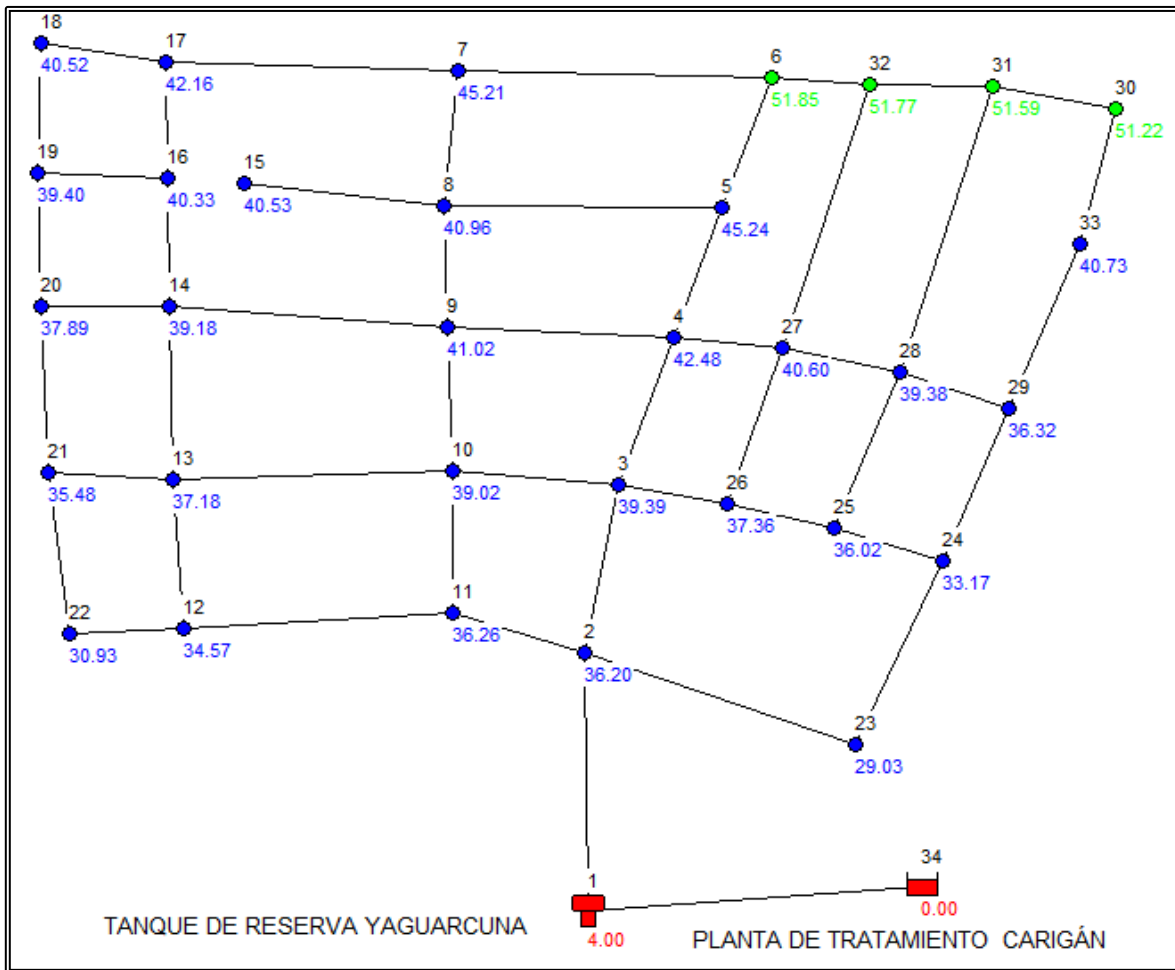
**Figura 3.4** Volumen vs tiempo del tanque de la ciudadela Yaguarcuna  
**Fuente:** el autor

La Figura 3.2 nos muestra que el volumen de agua consumido por los habitantes de la ciudadela Yaguarcuna varía a lo largo del día en intervalos de 6 horas. Por lo cual podemos deducir un promedio de 175.5 m<sup>3</sup> cada 6 horas.

Por tanto podemos deducir que las horas pico están entre las 12H00 y las 18H00, mientras que las horas valle están entre las 00h00 y las 06h00.

#### **3.4.1. Presiones en las conexiones de la red.**

Se ha simulado el funcionamiento de la red de agua potable en el barrio mencionado, en la Figura 3.5 se muestran las diferentes presiones existentes en la hora pico (12h00) en la red de agua potable, la presión máxima (color verde) alcanza 51.85 m.c.a. y la presión mínima (color azul) es 29.03 m.c.a.

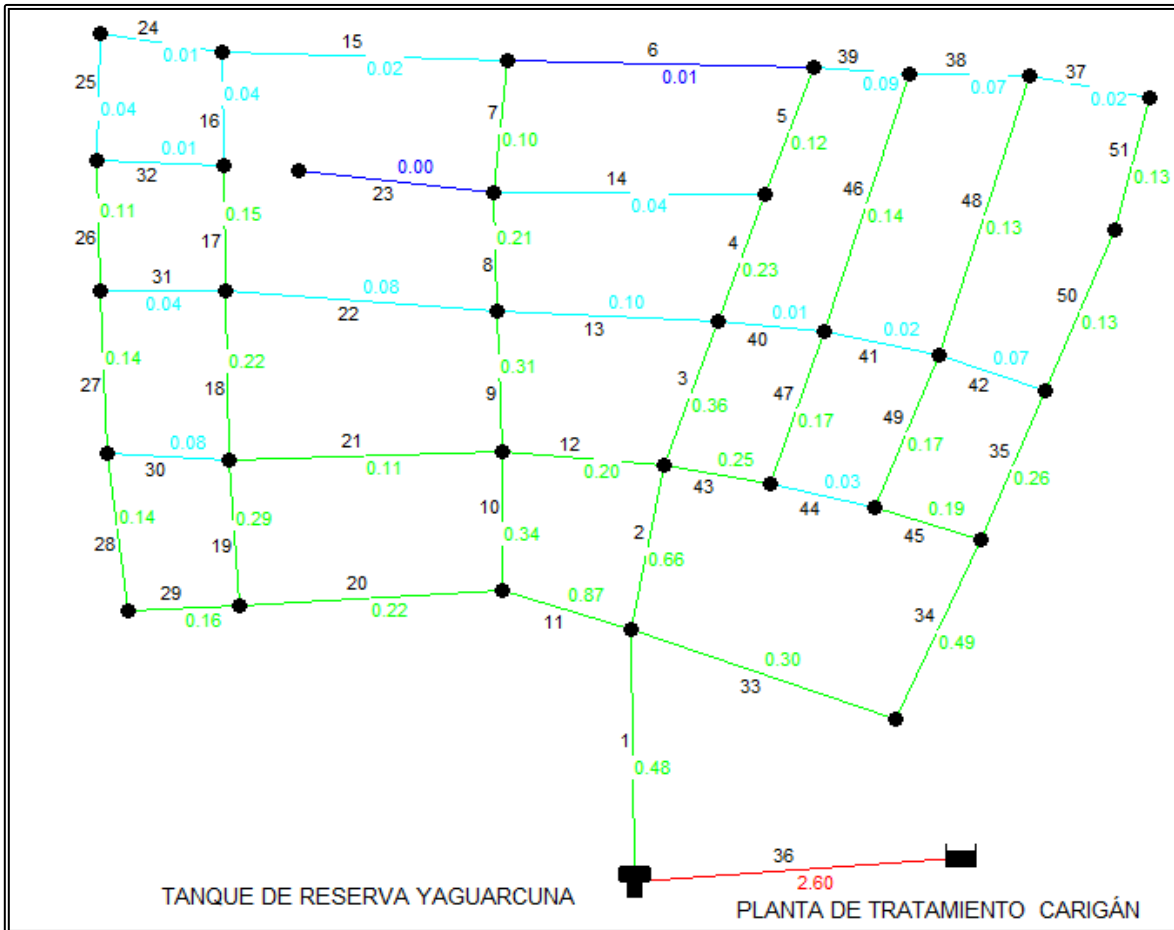


**Figura 3.5** Presiones en la ciudadela Yaguarcuna  
**Fuente:** el autor

### 3.4.2. Velocidades en las tuberías de la red.

En la simulación de velocidades en las tuberías de la red de agua potable, se ha obtenido el siguiente rango de velocidad a las 12H00, el mayor obtenido es de 0.66 m/s y el menor de 0.01 m/s, en la figura se puede apreciar los diferentes valores de velocidades que existen en la red de agua potable de la ciudadela Yaguarcuna.

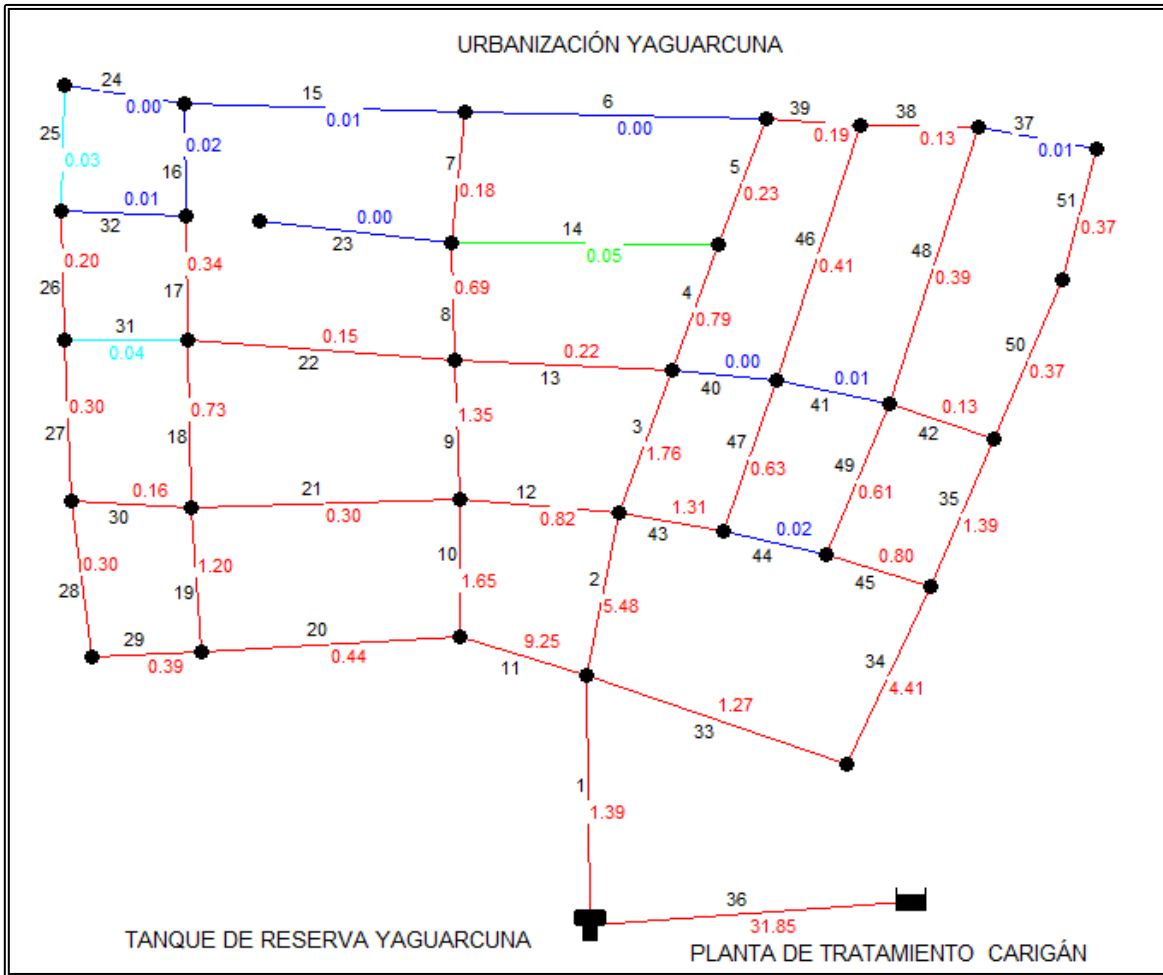




**Figura 3.6** Velocidades en la ciudadela Yaguarcuna  
**Fuente:** el autor

### 3.4.3. Pérdidas en las tuberías de la red.

Las pérdidas en la hora pico (12h00) se muestran en la imagen 3.4, la mayor pérdida es 5.48 y la menor es 0.

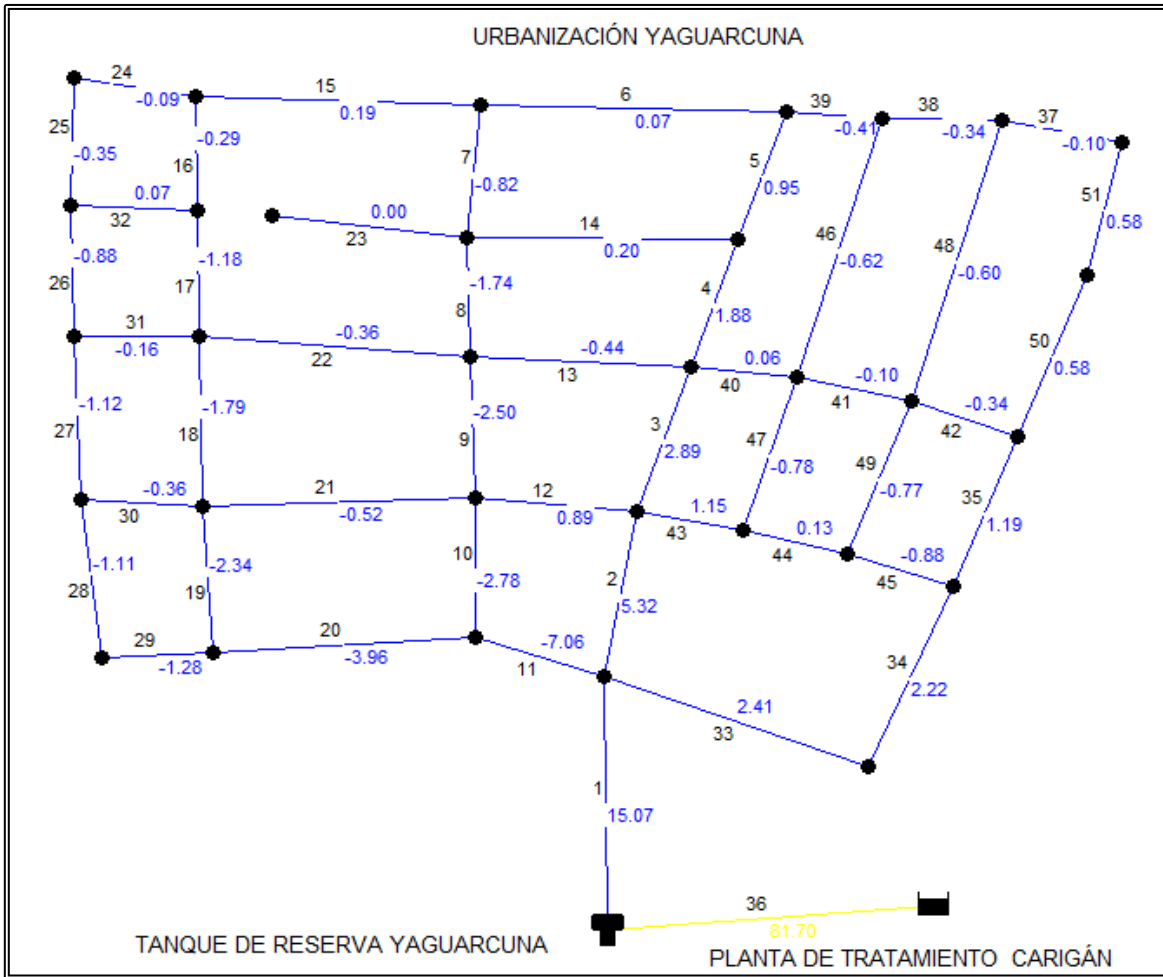


**Figura 3.7** Pérdidas en las tuberías de la ciudadela Yaguarcuna  
**Fuente:** el autor

**3.4.4. Caudales en las tuberías de la red.**

En la Figura 3.8 se observan los caudales en las tuberías de las red a las 12h00, todos los caudales de la red están por debajo de 25 l/s.

Los datos completos de presión, velocidad, pérdidas y caudales durante 72 horas de simulación están recopilados en el Anexo No. 2 de esta tesis.



**Figura 3.8** Caudales en las tuberías de la ciudadela Yaguarcuna  
Fuente: el autor

### 3.5. Conclusiones y recomendaciones del análisis Hidráulico

- ✓ Después de realizar la simulación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la ciudadela se puede concluir que no existen problema de sobre-presión, ya que la presión que se obtuvo está dentro de los límites permisibles
- ✓ No se han registrado sobre-presiones en la ciudadela, por lo cual podemos ultimar que la simulación con Epanet está correcta.
- ✓ Cabe señalar que las velocidades en las tuberías son bajas debido a que están sobredimensionadas y el agua no ocupa la totalidad del diámetro, es decir que en un futuro con el aumento de población, las demandas serán mayores y la tubería será utilizada en todo su diámetro.

- ✓ No descuidar el mantenimiento de los componentes de la red, ya que en caso de haber dificultades en las tuberías y demás accesorios, los daños repercutirían la salud de los beneficiados.

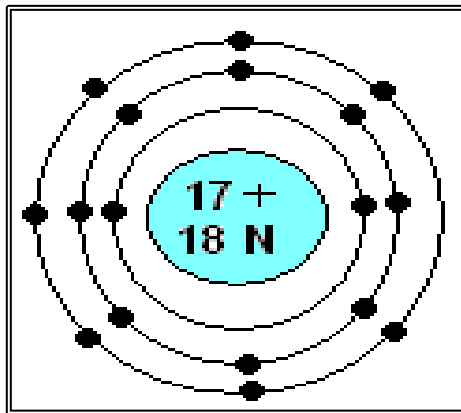
## **CAPÍTULO IV**

#### 4. SIMULACIÓN DEL TRANSPORTE Y DECAIMIENTO DEL CLORO EN LA RED

##### 3.6. Introducción

El cloro de símbolo Cl, es un elemento gaseoso amarillo verdoso. Pertenece al grupo 17 (o VIIA) del sistema periódico, y es uno de los halógenos. Su número atómico es 17.

El átomo de cloro está compuesto por un núcleo de 17 protones y 18 neutrones, rodeado de 17 electrones, distribuidos en tres niveles de energía, como se muestra en la figura:



**Figura 4.1** Átomo de cloro  
Fuente: el autor

Por tanto el átomo de cloro puede:

- ✓ Ceder uno o varios de los siete electrones periféricos para formar cloraminas, en este tipo de reacciones el cloro trabaja con valencias positivas, por lo que se forman productos que tienen propiedades desinfectantes y con poder de oxidación.
- ✓ Aceptar un electrón para completar los ocho periféricos, como cuando forma cloruros, el cloro trabaja con valencias negativas formándose compuestos que carecen de propiedades desinfectantes, esta forma de cloro no es detectable y recibe el nombre de demanda, y se define como el cloro aplicado y el cloro medido después de un determinado tiempo de contacto.

### 3.7. Química de la cloración

Lo primero que ocurre cuando el cloro entra en contacto con el agua es que se produce una reacción de hidrólisis, luego se asocia con el amoníaco presente, con la materia orgánica, y con otras sustancias químicas que se encuentran en el agua.

Básicamente se producen dos tipos de reacciones:

#### 4.3. Reacción de hidrólisis:

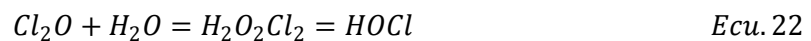
Se produce cuando el cloro interacciona con el agua para formar ácido hipocloroso (HOCl), e ión hipoclorito (OCl<sup>-</sup>). A los compuestos anteriores se los denomina con el nombre **cloro libre**.

El ácido hipocloroso se forma por la unión entre el anhídrido hipocloroso + el agua.

#### FORMACIÓN DEL ANHIDRIDO HIPOCLOROSO



#### FORMACIÓN DEL ÁCIDO HIPOCLOROSO



El ión hipoclorito se forma por la ionización del ácido hipocloroso inestable



La disociación se produce debido a que ciertos compuestos se forman gracias a los iones cuya carga eléctrica los atrae y mantiene unidos formando una red cristalina.

Este tipo de enlace iónico es muy débil y al unirse con un disolvente dieléctrico como el agua se disuelven y se separan con gran facilidad quedando los iones en libertad.

Luego de estas reacciones se queda en el agua parte del cloro residual como HOCl y otra parte como OCl<sup>-</sup>, la proporción de éstos depende de PH, siendo éste muy importante debido a que el HOCl es un poderoso bactericida y el OCl<sup>-</sup> es un bactericida pobre.

El porcentaje de HOCl en el agua es calculado con la expresión

$$HOCl = \frac{C_T}{1 + K_a \cdot 10^{PH}} \quad \text{Ecu. 24}$$

**Donde:**

$C_T$  – cloro total

PH – valor de PH del agua

$K_a$  – constante que varía con la temperatura

<b>Temperatura</b>	0	5	10	15	20	25
<b>Ka x 10<sup>-8</sup></b>	2.0	2.3	2.6	3.0	3.3	3.7

Por lo tanto cuanto menor sea el PH habrá mayor concentración de HOCl

#### 4.4. Reacciones de oxidación – reducción:

En este tipo de reacción el cloro se combina con las sustancias disueltas en el agua.

##### 4.4.1. Con el nitrógeno amoniacal:

Formando cloraminas como monocloraminas  $NH_2Cl$ , dicloraminas  $NHCl_2$  y en ciertos casos tricloraminas.

Las cloraminas tienen poderes bactericidas en menor grado que el ácido hipocloroso pero con la ventaja de que éstas permanecen más tiempo en el agua destruyendo los organismos perjudiciales. A los compuestos anteriores se los denomina **cloro combinado**.

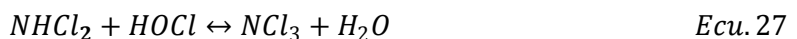
Las reacciones serían las siguientes:



A partir de la monocloramina se forma la dicloramina así:



Y a partir de la dicloramina se forma la tricloramina así:





**Donde:**

$NH_3$  – amoniaco

$HOCl$  – ácido hipocloroso

$NH_2Cl$  – cloramina

$H_2O$  – agua

$NCl_3$  – tricloruro de nitrógeno

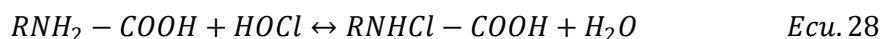
La distribución en el agua entre uno y otro tipo de cloramina depende del pH, de la temperatura y de la proporción que existe entre el cloro y el amoniaco expresado como nitrógeno

#### **4.4.2. Con la materia orgánica y otros compuestos químicos formando la demanda.**

El nitrógeno orgánico que está formado principalmente por proteínas, peptonas, aminoácidos y materia orgánica en general, reacciona muy lentamente durante días y semanas con el cloro.

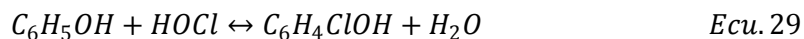
En cambio el nitrógeno amoniacal y las sustancias químicas tales como los fenoles, el hierro, el ácido sulfhídrico, el manganeso y la alcalinidad reaccionan con relativa rapidez en menos de una hora.

#### **4.4.3. Reacción con los aminoácidos.**



Algunos de los aminoácidos resisten la oxidación del cloro dando como resultado aminoácidos clorados, los cuales además de tener mal olor pueden ser tóxicos para peces y hombres.

#### **4.4.4. Reacción con los fenoles.**



En esta reacción se produce clorofenol que tiene un sabor muy desagradable en el agua.

El cloro también reacciona con otros compuestos orgánicos formando subproductos de la cloración, algunos de los cuales se ha comprobado son cancerígenos, mutagénicos, teratógenos o tóxicos.

Los subproductos de la cloración llamados trihalometanos ,resultan de la reacción de los halógenos como cloro, bromo y yodo con la molécula de metano, los más conocidos son: triclorometano o cloroformo ( $\text{CHCl}_3$ ), bromodiodometano ( $\text{CHBrCl}_2$ ), dibromoclorometano ( $\text{CHBr}_2\text{Cl}$ ), tribromometano o bromoformo ( $\text{CHBr}_3$ ), dicloroiodometano ( $\text{CHCl}_2\text{I}$ ), bromocloroiodometano ( $\text{CHClBrI}$ ), clorodiodometano ( $\text{CHClI}_2$ ), dibromoiodometano ( $\text{CHBr}_2\text{I}$ ), bromodiodometano ( $\text{CHBrI}_2$ ), triiodometano o Iodoformo ( $\text{CHI}_3$ ).

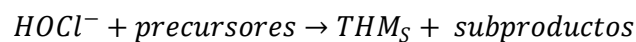
Los compuestos anteriores se forman de la unión del cloro con los siguientes elementos orgánicos:

Plantas: ácidos fúlvicos y húmicos productores del color, productos de la degradación de la materia orgánica (resorcinol ácido vanílico, ácido siríngico) pigmentos de plantas (clorofila floroacetofenona, etc.).

Algas: Biomasa de algas, amino ácidos y pirimidinas (triptófanos)

Hombre: Desechos industriales (fenoles)

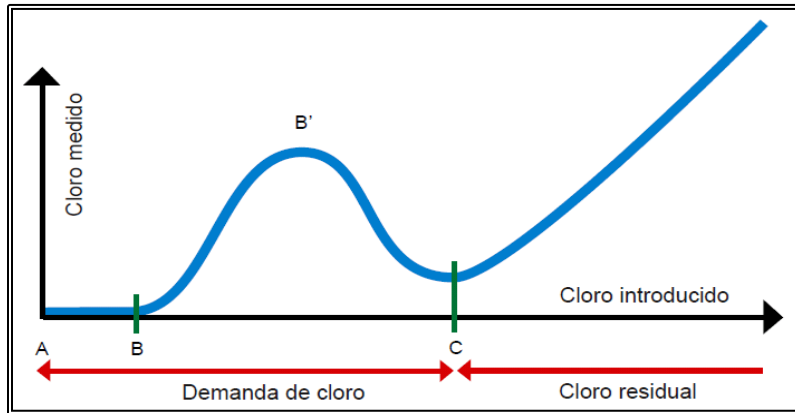
A las plantas, algas y el hombre se los denomina precursores, y la reacción se produce así:



Cuando en el agua existe suficiente amoníaco para reaccionar con el cloro se producen las cloraminas por lo tanto la generación de trihalometanos es muy baja o inexistente.

#### **4.5. Comportamiento del cloro en el agua y tiempo de contacto**

Al introducir el cloro en el agua, se irán produciendo sucesivamente diversas reacciones químicas. Es conveniente que estos mecanismos se conozcan a la perfección antes de proceder a una operación de desinfección.



**Figura 4.2** Evolución de la cantidad de cloro residual en función de la cantidad de cloro introducida

**Fuente:** <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc14587/doc14587-c.pdf>.

- ✓ **Fase AB:** El cloro introducido en el agua se combina inmediatamente con la materia orgánica. Consecuentemente, el residual medido se mantiene en cero. Mientras no se destruyan estos compuestos, no se producirá la desinfección.
- ✓ **Fase BB':** A partir del punto B, el cloro se combina con compuestos nitrogenados. Entonces ya se puede medir una cantidad de cloro residual. Esta concentración no corresponde al cloro realmente activo, sino a cloraminas que reaccionan igual que el cloro con los reactivos de los aparatos de medición. Se trata de productos orgánicos complejos, por lo general de fuerte olor, y muy poco desinfectantes.
- ✓ **Fase B'C:** Cuando se añade más cloro, se observa que la cantidad de cloro residual que se mide con los aparatos ordinarios de medición, va en descenso. En realidad, el cloro introducido ha servido para destruir los compuestos formados durante la fase BB'. El agua no huele tan mal pero sigue sin estar desinfectada.
- ✓ **A partir del punto C,** el cloro introducido está finalmente disponible para cumplir su función de desinfectante. En conclusión, los primeros miligramos de cloro introducidos no garantizan la desinfección. De hecho, antes de que éste pueda garantizar realmente una acción eficaz, se deberá agregar una cantidad variable de desinfectante para que se produzcan todas las reacciones químicas secundarias. Esta cantidad se denomina: Demanda de cloro. La desinfección debe realizarse en aguas de una buena calidad química (en las que la demanda de cloro sea mínima), con objeto de limitar al máximo las reacciones secundarias, generadoras de subproductos.

Por otra parte, la presencia de partículas coloidales protege a los microorganismos de la acción desinfectante del cloro.

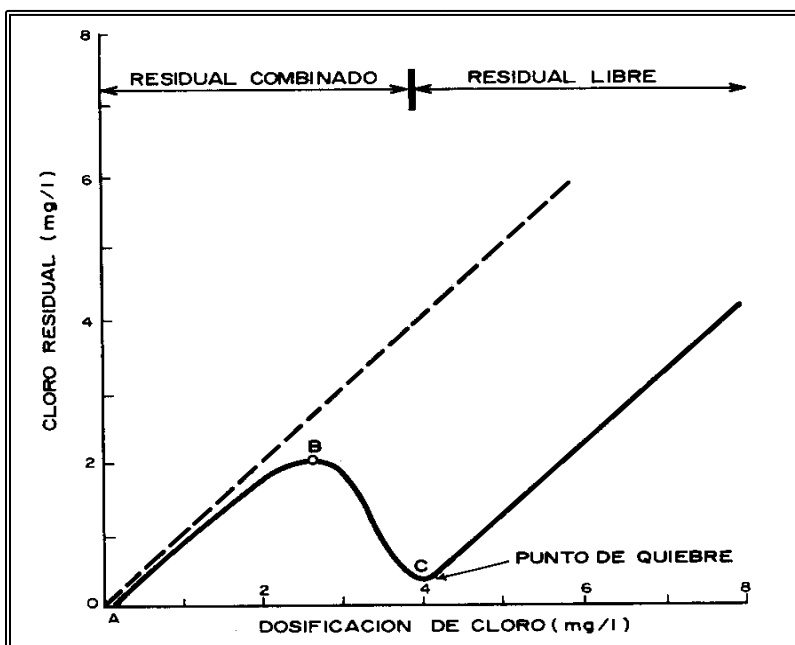
El tiempo de contacto es el período que requiere el cloro para destruir o inactivar los microorganismos presentes en el agua, el cloro requiere un tiempo para ejercer su acción microbicida el cual dependerá de la resistencia del organismo. Este tiempo de contacto está determinado por:

- ✓ pH del agua
- ✓ temperatura del agua
- ✓ concentración de cloro
- ✓ tipo de cloro residual (libre o combinado)
- ✓ composición físico-químico del agua

En general, a menor tiempo de contacto menor será la destrucción de microorganismos, se recomienda un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos para asegurar la muerte bacteriana. La concentración de cloro es el parámetro que se ha considerado para realizar las simulaciones de calidad del agua.

#### **4.6. El fenómeno del punto de quiebre**

El punto de la curva en el cual todo el amoníaco ya ha reaccionado con el cloro y comienza a surgir un residual de cloro libre se denomina punto de quiebre.



**Figura 4.3** Fenómeno del punto de quiebre

Fuente: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/016322/016322-05.pdf>

Esta curva denominada curva del punto de quiebre es diferente dependiendo de la concentración de nitrógeno (orgánico e inorgánico) presente en el agua, se considera cuatro casos:

- ✓ **CASO I:** cuando en el agua no existe nitrógeno, la cantidad de cloro residual es directamente proporcional a la cantidad de cloro aplicado, es decir no se presenta punto de quiebre
- ✓ **CASO II:** cuando en el agua existe nitrógeno amoniacal y no exista nitrógeno orgánico, el cloro aplicado reacciona con HOCl formando monocloramias, éstas a su vez reaccionan con el cloro que se sigue agregando para formar dicloramina la cual da mal sabor al agua, seguidamente la dicloramina reacciona con el exceso de cloro formando nitrógeno ( $N_2$ ), y óxidos de nitrógeno ( $NO, NO_2$ ) y nitratos ( $NO_3^-$ ) y ácido clorhídrico, los cuales hacen que vaya disminuyendo el cloro residual a medida que se aplica cloro en el agua.
  - El proceso anterior continúa hasta que el amoniaco ha desaparecido y es cuando aparece el punto de quiebre, a partir de ese momento el cloro residual es detectable para la desinfección según sea el PH presente en el agua.
- ✓ **CASO III:** cuando en el agua existe cantidades casi iguales de nitrógeno amoniacal con nitrógeno orgánico el cloro residual en el punto de quiebre no desaparece,

quedando moléculas de  $(\text{NH}_2\text{Cl})$ ,  $(\text{NHCl}_2)$  y  $(\text{NCl}_3)$  que no son reducidos por las dosis de cloro añadidas.

- Por tanto la concentración de cloro libre que se forma después del punto de quiebre es en este caso menor que la que existe cuando hay amoníaco solo en el agua.
- ✓ **CASO IV:** cuando en el agua hay mayor cantidad de Nitrógeno orgánico que Nitrógeno amoniacal el cloro residual en el punto de quiebre es alto y la curva puede tener una pendiente casi continua, ya que forman notables cantidades de cloraminas que no desaparecen con el aumento de la dosis de cloro.

Por lo tanto cuando más nitrógeno amoniacal exista mayor dosis de cloro se requerirá para llegar al punto de quiebre.

Si el contenido de nitrógeno es muy pequeño, el punto de quiebre se puede sobrepasar con muy bajas dosis de cloro y se obtendrá con facilidad HOCl y OCl<sup>-</sup> con facilidad.

En cambio si el contenido de nitrógeno es alto se pueden:

- ✓ necesitar considerables dosis de cloro
- ✓ presentar dos o más puntos de quiebre
- ✓ no presentarse ninguno, aún a altas dosis, debido a las demandas retardadas que van llegando a diferentes tiempos y deforman la curva cuando las aguas son muy contaminadas.

#### 4.7. Cloro residual

Después de la cloración del agua, con toda la demanda de cloro consumido para la desinfección completa, el agua presenta concentración de cloro residual nula, en tanto la presencia de cloro residual en el agua de un sistema de distribución tiene la finalidad de proteger la calidad del agua contra el desenvolvimiento de microorganismos perjudiciales para la salud. Por ejemplo, en caso de ocurrir una polución moderada, el cloro residual podrá garantizar la desinfección del agua en el sistema de distribución. Por otro lado en caso de que la polución sea mayor, el cloro residual será totalmente consumido, de este modo la desinfección no podrá servir como índice de calidad de agua fácilmente monitoreado.

Para garantizar el mantenimiento de cloro residual en los puntos más distantes del sistema de distribución, normalmente se aumentan las dosis de cloro en las plantas de tratamiento del agua.

Esta estrategia puede repercutir en problemas relacionados con sabor y olor principalmente en las áreas de influencias más cercanas a la planta de tratamiento, también puede repercutir en problemas relacionados con la salud, debido a la generación de subproductos cancerígenos.

#### **4.8. Estimación de la dosis del cloro**

La cantidad de cloro a dosificar debe ser la óptima para destruir todos los organismos patógenos presentes en el agua. Se debe tener en cuenta que los microorganismos contaminantes del agua como las bacterias, virus, quistes y esporas tienen distinta resistencia al cloro, por tanto es necesario tener un microorganismo indicador, es decir el que más resistencia tenga al cloro, de forma que la principal meta es destruir dicho microorganismo.

Para determinar correctamente la cantidad de cloro a aplicar se debe tener en cuenta los siguientes indicadores para la desinfección:

- ✓ Organismos que se desea destruir cuya eliminación se considera como indicador de que todos los patógenos han sido eliminados.
- ✓ Tiempo disponible desde que el cloro es aplicado hasta que el agua es consumida por los habitantes beneficiados.

El más usado de los métodos de aplicación del cloro en plantas de tratamiento, es en la forma directa. Para asegurar la desinfección eficiente es necesario aplicar dosis de cloro por encima del punto de quiebre, lo que garantiza que el cloro residual (HOCl, OCl-) que se quedará en el agua es el óptimo para la desinfección.

#### **4.9. El cloro en las redes de distribución**

Cuando el cloro pasa de la planta de tratamiento a las redes de distribución debe eliminar las bacterias que recrecen después del tratamiento. Es decir las bacterias que reaparecen debido a tuberías cruzadas o por tuberías antiguas o en mal estado.

Se entiende como tuberías cruzadas a aquellas que están averiadas y por lo tanto por ellas penetran contaminantes del suelo que dañan la calidad del agua que circula por las tuberías.

Se debe tener en cuenta que la potabilización del agua no implica su esterilización, aunque las bacterias sean removidas en su gran mayoría, éstas al encontrar un medio apropiado son capaces de desarrollarse nuevamente, incluso en presencia de cloro residual.

Se ha demostrado que al aplicar dosis altas de cloro libre durante 2 semanas como 2.5 a 3.5 mg/l no se han destruido la película biológica que se encuentra en las tuberías.

De lo anterior se deduce que la película biológica es sumamente resistente a la desinfección, y es a veces la causa de que a la salida de las tuberías se encuentre coliformes.

Existen otros problemas en redes que interfieren o desmejoran la desinfección:

- ✓ La calidad de agua se ve disminuida cuando en la red existen puntos muertos, ya que en dicho punto aumenta la turbiedad y por consecuente el cloro tiende a cero.
- ✓ Cuando el agua para consumo está almacenada en tanques, al abrir la válvula bruscamente sale el agua a presión formándose un flujo turbulento que arrastra el sedimento y enturbia el agua, por tanto el cloro disminuye considerablemente.

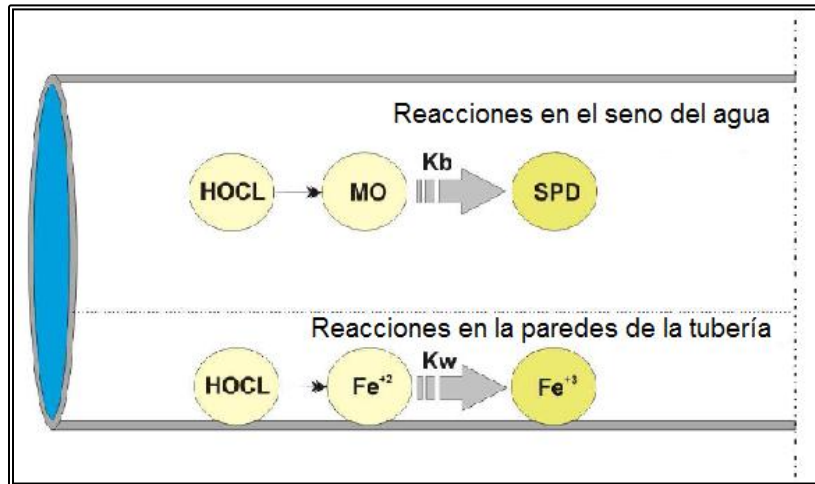
#### **4.10. Decaimiento de cloro en sistemas de distribución de agua**

El consumo de cloro residual en las redes de distribución depende de varios factores, como la velocidad a la que circula el agua, el tiempo de residencia, el diámetro de la tubería, y del decaimiento del cloro en el seno del agua y en las paredes de la tubería.

El decaimiento del cloro residual en sistemas de distribución ocurre debido a reacciones orgánicas e inorgánicas (amonio, sulfatos, iones de hierro, iones de magnesio y materia orgánica), por las reacciones que ocurren en las paredes de la tubería dándose un proceso de corrosión, principalmente en las tuberías de hierro.



La Figura 4.4 proporciona un ejemplo de la combinación del decaimiento del cloro debido a reacciones con la materia orgánica generando subproductos de la desinfección en el seno del fluido y en las paredes de la tubería.



**Figura 4.4** Reacciones de decaimiento del cloro en una tubería de hierro  
Fuente: ADAPTADO DE ROSSMAN (2000)

#### 4.11. Ecuaciones utilizadas en Epanet para el decaimiento del cloro

##### 4.11.1. Reacciones en el seno de las conducciones

Las reacciones en el seno del agua se producen en el cuerpo principal de la corriente en una tubería o en un tanque de almacenamiento. El programa EPANET modela dichas reacciones con ecuaciones cinéticas en función de la concentración de la sustancia.

$$R = K_b C^n \quad \text{Ecu. 30}$$

**Donde:**

- $R$  – velocidad de reacción
- $K_b$  – coeficiente de velocidad de reacción en el seno
- $C$  – concentración reactiva (masa/volumen)
- $n$  – orden de reacción

La constante  $K_b$  es positiva cuando la sustancia aumenta y negativa cuando disminuye, ésta constante depende de las características del fluido y de la sustancia utilizada en la simulación.

La velocidad de reacción cambia cuando existe una concentración límite ( $C_L$ ) del crecimiento o decrecimiento de la sustancia, expresándose:

$$R = K_b (C_L - C)C^{n-1} \quad \text{para } n > 0, K_b > 0 \quad \text{Ecu. 31}$$

$$R = K_b (C - C_L)C^{n-1} \quad \text{para } n > 0, K_b < 0 \quad \text{Ecu. 32}$$

Existen modelos cinéticos para los diferentes requerimientos del usuario éstos son:

- ✓ **Disminución de primer orden** ( $C_L = 0, K_b < 0, n = 1$ )

$$R = K_b C^n$$

Este modelo se aplica para la disminución de sustancias como el cloro, el valor de  $K_b$  puede variar por debajo de -0.01/día hasta por encima de -1.0/día.

- ✓ **Crecimiento de saturación de primer orden** ( $C_L > 0, K_b > 0, n = 1$ )

$$R = K_b (C_L - C) \quad \text{Ecu. 33}$$

Este modelo se aplica cuando existe el crecimiento de sustancias derivadas de la desinfección como los trihalometanos, cuya velocidad de formación está limitada por la cantidad presente del reactivo precursor

- ✓ **Disminución de segundo orden** ( $C_L \neq 0, K_b < 0, n = 2$ )

$$R = K_b C(C_L - C) \quad \text{Ecu. 32}$$

Este modelo supone que la sustancia A reacciona con la sustancia B según una relación desconocida dando lugar al producto P. La velocidad de desaparición de A es proporcional al producto A y B que queda.  $C_L$  puede ser tanto positivo como negativo, dependiendo de qué componente A o B se encuentra en exceso, respectivamente, este modelo introduce algunas mejoras a los datos de desaparición del cloro que no han podido ser explicados con el modelo de disminución de primer orden.

#### 4.12. Modelación de la reacción

La ecuación de disminución del cloro en la red de agua potable es de primer orden:

$$[Cl_2] = [Cl_2]_0 e^{-kt} \quad \text{Ecu. 33}$$

**Donde:**

$[Cl_2]$  – concentración del cloro en un tiempo  $t$

$[Cl_2]_0$  – concentración inicial del cloro

$k$  – constante de la reacción cinética

$t$  – tiempo

la constante  $k$  es una función de la composición química y bacteriológica del agua,  $k_b$  y de las interacciones de cloro con las paredes de las tuberías,  $k_w$

$$k = k_b + k_w \quad \text{Ecu. 34}$$

$k_b$  se calcula mediante la comparación de 2 medidas suficientemente espaciadas en el tiempo:

$$k_b = \frac{\ln \frac{C_a}{C_o}}{t} \quad \text{Ecu. 35}$$

**Donde:**

$k_b$  – coeficiente en el medio en días

$C_o$  – concentración inicial del cloro

$C_a$  – concentración en un tiempo  $t$

$t$  – tiempo en horas

La constante  $k_w$  es muy difícil de determinar para tuberías diferentes a las plásticas, en la actualidad se están reemplazando las tuberías antiguas por tuberías de PVC, para las cuales la constante  $k_w$  es 0.

#### 4.13. Coeficiente del medio $K_b$

Para la determinación del coeficiente  $K_b$  se ha colocado agua clorada de la planta de tratamiento en 8 recipientes no reactivos, en los cuales se mide la cantidad de cloro en lapsos de tiempos suficientemente espaciados, en las 3 primeras horas se realizó las mediciones cada media hora, y las 4 restantes cada hora.



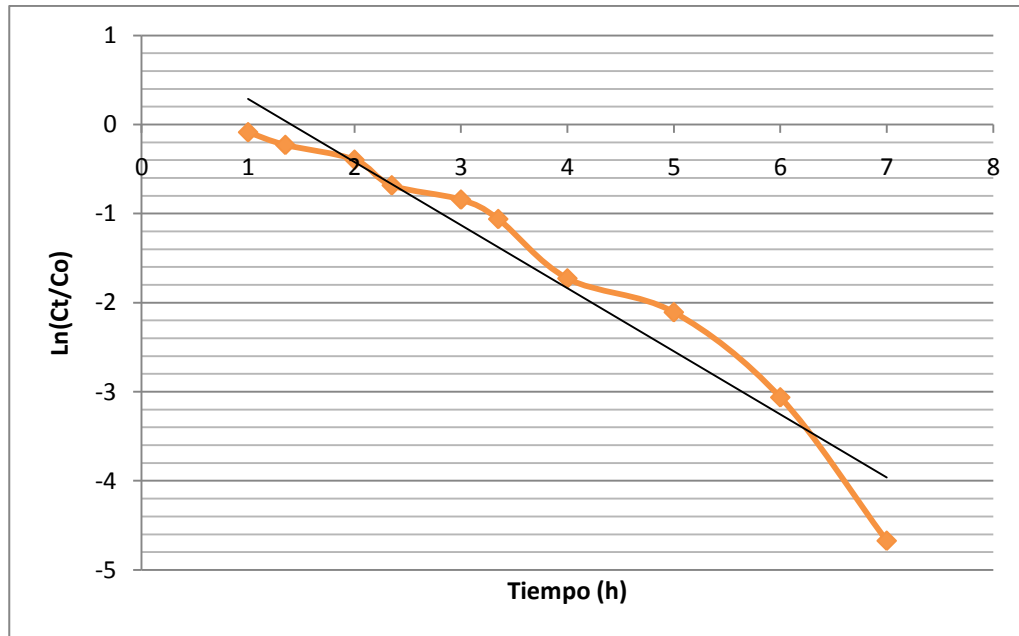
**Figura 4.5** Muestra de agua con DPD, clorímetro  
**Fuente:** El autor.

Para las mediciones se ha utilizado un clorímetro y una sustancia denominada DPD (dietil-p-fenileno diamina) de cloro libre para 10 ml de muestra, la cual atrapa las moléculas de cloro haciéndolas evidentes.

Para determinar la concentración de cloro se siguen los siguientes pasos:

- ✓ Colocar la muestra de agua en dos de los recipientes que vienen con el equipo.
- ✓ Colocar el primero en el equipo y encerrar.
- ✓ Al segundo recipiente se le añade un sobre de DPD para cloro total si es la primera medida, y para cloro libre si es para tomar los siguientes datos.
- ✓ Agitar el recipiente para que el DPD se disuelva y esperar aproximadamente 10 segundos para su total mezcla, dependiendo de la cantidad de cloro presente en el agua, la muestra se tornará de color rosado.
- ✓ Colocar esta muestra en el equipo y medir la cantidad de cloro.

El valor de  $K_b$  será la pendiente de la recta definida por el tiempo y el logaritmo ( $C_t/C_0$ ).



**Figura 4.6** Determinación del coeficiente  $K_b$   
**Fuente:** El autor.

En el Anexo 3 se muestra los diferentes escenarios de tomas de datos con su respectivo coeficiente  $K_b$

#### 4.14. Simulación del transporte y decaimiento del cloro en la red

Conocido el coeficiente de decaimiento del cloro en la red se procede a su simulación en Epanet. Cabe señalar que se realizó 4 simulaciones con diferentes tiempos, dependiendo del tiempo que el cloro permaneció en el agua en los 4 ensayos realizados.

## **CAPÍTULO V**

## **5. TIEMPO DE PERMANENCIA Y TRIHALOMETANOS**

### **5.1. Tiempo de permanencia**

La presencia de depósitos en una red de distribución de agua implica una cierta capacidad de almacenamiento. Esto, desde un punto de vista estrictamente hidráulico presenta ventajas, pero también implica que el agua debe permanecer en el interior del depósito, es lo que se denomina tiempo de permanencia.

La principal problemática que existe al haber bajas demandas en la ciudadela Yaguarcuna es el tiempo que el agua permanece en los depósitos, de tal manera que el cloro se pierde rápidamente debido a la turbiedad que genera el agua recogida en los depósitos.

Se puede asumir que el cloro sigue una cinética de primer orden, esto es, disminuye exponencialmente con el tiempo. Por tanto a mayor tiempo de permanencia del agua en la red, menor concentración de cloro residual y, por tanto, menor efecto desinfectante. Y por consiguiente se producen fenómenos de reactivación de bacterias que permanecen inertes a causa del cloro, o la aparición de bacterias nocivas.

### **5.2. Simulación del tiempo de permanencia**

Para la simulación del tiempo de permanencia en la ciudadela Yaguarcuna se consideró realizarla durante 1 día, debido a que diariamente se clora el agua.

### **5.3. Trihalometanos**

Los trihalometanos (THM) se forman en el agua de consumo principalmente como consecuencia de la cloración de la materia orgánica presente de forma natural en los sistemas de abastecimiento de agua bruta. La tasa y el grado de formación de THM aumentan en función de la concentración de cloro y de ácidos húmicos, la temperatura, el pH y la concentración de ión bromuro. El cloroformo es el trihalometano más común y el principal subproducto de la desinfección presente en el agua de consumo clorada.

En presencia de bromuros, se forman preferentemente trihalometanos bromados y las concentraciones de cloroformo disminuyen proporcionalmente. Se presupone que la mayoría de los trihalometanos presentes en el agua se transfieren en última instancia al aire debido a su volatilidad.

Por ejemplo, las personas pueden exponerse durante la ducha a concentraciones elevadas de cloroformo del agua de grifo clorada. Hay cuatro fuentes que contribuyen, aproximadamente en partes iguales, a la exposición total a trihalometanos volátiles: la ingestión de agua de consumo, la inhalación de aire de espacios interiores (en gran medida por la volatilización desde el agua de consumo), la inhalación y exposición cutánea durante la ducha o el baño, y la ingestión de alimentos.

Todas, excepto la exposición por los alimentos, se derivan principalmente del agua de consumo. La exposición a los trihalometanos volátiles presentes en el aire de espacios interiores es especialmente importante en países con ventilación escasa en las casas y frecuencias altas de duchas y baños.

La norma INEN 1 108-2006 permite 100 ug/l de bromoformo, 100 ug/l de diclorometano, 60 ug/l de bromodiclorometano, y 200 ug/l de cloroformo.

#### **5.4. Capacidad bactericida del cloro**

Las aguas que llegan a una planta de tratamiento de agua contienen agentes reductores (compuestos orgánicos e inorgánicos como nitritos, iones de hierro, plomo y sulfuros), así como microorganismos y bacterias.

El cloro se aplica en dosis de manera que pueda satisfacer la demanda para oxidar estos compuestos y eliminar estas bacterias, y reste una cantidad de cloro residual en los conductos de agua. Este cloro residual es el cloro libre que queda en el agua después que ha sido desinfectada en la planta. Su utilidad es de continuar desinfectando el agua desde que sale de la planta de tratamiento hasta que llegue al consumidor.

Además de proveer protección contra los patógenos virales y bacterianos, los desinfectantes con base de cloro también mejoran la estética del agua, que puede ser deteriorada por las algas y los restos de materia orgánica de origen vegetal (color, sabor y olor).

Sin embargo, cuando el cloro se combina con sustancias fenólicas y con otros compuestos orgánicos, el sabor des agradable y los olores pueden exacerbarse considerablemente. El cloro ayuda a controlar que la bacteria vuelva a crecer, proporcionando un nivel residual de desinfectante en el sistema de distribución.



La OMS recomienda que, para tener la garantía sanitaria de la calidad del agua para consumo y para asegurar su efecto ante cualquier contaminación posterior, debe existir un promedio de 0.3 mg/L de cloro residual activo y una turbidez menor de 1 UNT (Unidad Nefelométrica de Turbiedad).

### **5.5. Subproductos derivados de la cloración de las aguas**

Al ser una sustancia tan activa, un exceso de cloro puede reaccionar con distintos compuestos orgánicos, por lo que aumenta el riesgo de que se produzcan trihalometanos (THMs), que son compuestos carcinógenos para el ser humano.

Los THMs se encuentran en el agua potable como resultado de la interacción del cloro con materia orgánica natural que se encuentra en el agua. Estos estarán presentes mientras el agua contenga cloro o hipoclorito, además de los precursores orgánicos. Es por esto que hay que mantener la cantidad de cloro residual dentro de unos límites.

Durante la cloración, se produce una serie de subproductos debido a la reacción del cloro con la materia orgánica presente (demanda de cloro). Los ácidos húmicos y fúlvicos, que se encuentran en el agua de algunos lugares, son producto de la degradación de materia vegetal, la cual en la mayoría de los casos, le confiere color al agua. Otros compuestos proceden de la degradación de material animal. Los derivados de la degradación vegetal y animal son compuestos activos que, al reaccionar con el cloro, dan como resultado compuestos orgánicos clorados, entre ellos los THMs (Trihalometanos).

Los THMs más predominantes son el clorofomo y el bromodicloroetano; con frecuencia también se encuentran el dibromoclorometano y el bromoformo. La concentración de THMs depende de la presencia de precursores (compuestos activos que pueden reaccionar con el cloro), así como de la dosis de cloro, tiempo de contacto, temperatura del agua y pH.

La concentración de THMs en las aguas superficiales durante el verano supera la concentración en invierno debido al aumento en la temperatura y la cantidad de materia orgánica presente. Las concentraciones de THMs en el agua superficial normalmente es mayor que la que se encuentra en las aguas subterráneas debido a la variación de materia orgánica presente en el agua. En presencia de bromo, hay una mayor tendencia a la generación de tribromometanos.

Los THMs causan daños al hígado, riñones y sistema nervioso central. Son considerados cancerígenos.

Los *ácidos haloacéticos* (HAA) son subproductos de la cloración importantes. Consisten en tres átomos de hidrogeno fijados a un grupo COOH. Átomos de hidrógeno de los ácidos haloacéticos son reemplaza dos parcialmente por átomos de halógenos. Los HAA son compuestos no-volátiles que pueden encontrarse ocasionalmente en el agua en mayores concentraciones que los THMs en función del pH del agua. Cuando el pH es bajo, existe mayor formación de HAA que a mayores pH a los que se forma más THMs.

La composición de materia orgánica presente de manera natural también determina la concentración de HAA y THM. Al igual que los THM, las concentraciones de HAA en aguas superficiales en verano son mayores que en invierno, y la concentración de HAA en las aguas superficiales supera a aquella que está presente en las aguas subterráneas.

#### **5.6. Efectos tóxicos de los trihalometanos**

A pesar de que el cloro presenta muchos beneficios para la salud pública y el tratamiento del agua, estudios recientes indican que también puede existir una relación causal entre la desinfección del agua con cloro y efectos negativos a largo plazo, como el cáncer.

#### **5.7. Control de niveles de trihalometanos**

Los THMs constituyen un problema recurrente en los procesos de potabilización convencionales. Según datos del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el amonio presente en las aguas residuales evita que el cloro reaccione con la materia orgánica, impidiendo la formación de estas sustancias. Este amonio se encuentra en las aguas residuales en concentraciones variables, pero es muy escaso en las aguas de bebida.

Hoy por hoy, el hipoclorito, junto con otras sustancias cloradas, siguen siendo los desinfectantes más utilizados y, aunque existan otras alternativas, su sustitución por otro agente puede que no sea aplicable en todos los casos por motivos técnicos. Desde hace tiempo, se ha señalado el riesgo de acumulación de THMs en el agua por la combinación entre materia orgánica del agua y derivados halogenados (cloro o flúor, entre otros). Se trata de un proceso habitual asociado a la desinfección previa al consumo, necesaria para

prevenir la aparición de infecciones de origen hídrico. Una de las soluciones es la de sustituir el potabilizante.

Uno de estos sustitutos es el ozono, aunque su uso requiere modificar las instalaciones actuales. Una opción que permite continuar trabajando con las plantas actuales es el empleo de filtros de carbón activo, con propiedades fijadoras y capacidad de retener los THMs y otras sustancias, eliminándolas del entorno. El producto final cumple con los estándares de calidad y seguridad de forma sencilla. La cloración y la exposición a la luz ultravioleta son dos de los métodos de desinfección más utilizados. Los datos actuales aconsejan utilizar el hipoclorito para minimizar el riesgo que puede comportar la reutilización planificada de un agua residual, pero necesita que en el agua exista también amonio para limitar la formación de THMs. En caso contrario, también sería necesario incorporar filtros de carbón activo.

La utilización de filtros de carbón orgánico en vez de filtros de carbón activado tiene por finalidad remover los precursores de THMs, tales como los ácidos fúlvicos, como alternativa de medio filtrante adsorbente de remoción de precursores de THMs, y conocer la eficiencia de remoción de precursores de THMs por medio de filtros de carbón orgánico con respecto a los filtros de carbón activado, en la búsqueda de una alternativa de tratamiento para remover a estos compuestos.

#### **5.8. Simulación de los trihalometanos en epanet**

La presencia de subproductos de la desinfección con cloro ha mostrado evidencia de ser potenciales compuestos cancerígenos en pruebas realizadas en animales. Estos compuestos una vez formados en el agua, difícilmente son removidos en el tratamiento convencional.

Su incremento es favorecido por variables como la concentración de carbón orgánico, dosis de cloro aplicada, pH y temperatura de agua, al igual que el tiempo de reacción.

El crecimiento de los trihalometanos en el agua puede modelarse utilizando una cinética de saturación de primer orden. La estimación del coeficiente de reacción y de la concentración límite puede obtenerse en el laboratorio. Los valores iniciales de concentración de THM en todos los nudos de la red deben igualar como mínimo a la concentración de THM que entra en la red desde los puntos de inyección.

Para simular el crecimiento de los trihalometanos es necesario determinar un coeficiente que refleje la cantidad real de los subproductos de la desinfección en el agua.

### **5.9. Determinación del coeficiente de trihalometanos en el agua**

Para obtener el coeficiente de aumento de trihalometanos es necesario tomar muestras en envases color ámbar previamente preparados y lavados en laboratorio, de 500 ml de capacidad de boca ancha con tapa de PTFE (Politetrafluoroetileno), Y PRESERVADOS CON TIOSULFATO SE SODIO  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (100 mg/l) para inactivar la acción del cloro.

Las muestras deben ser tomadas directamente en diferentes puntos de la planta de tratamiento siempre hasta el rebose para evitar que demasiado aire quede en los recipientes, por ejemplo en una planta de tratamiento con caudal de diseño de  $6.6 \text{ m}^3/\text{s}$ , se debe tomar mínimo 8 muestras.

El ensayo se lleva a cabo en un aparato denominado Headspace, que al introducir las muestras en su interior puede separar compuestos en una mezcla.

El principio fundamental que utiliza es la cromatografía de gases, que es un análisis químico para la separación de productos químicos en una muestra compleja.

Un cromatógrafo de gases (CG) se utiliza un conducto de flujo pasante estrecha conocida como la columna, a través del cual los diferentes constituyentes químicos de una muestra pase en una corriente de gas (gas portador, fase móvil) a diferentes velocidades dependiendo de su diversas propiedades químicas y físicas y su interacción con los un relleno de columna específica, llamada la fase estacionaria. La función de la fase estacionaria de la columna es la de separar los diferentes componentes, provocando que cada uno a salir de la columna en un tiempo diferente (tiempo de retención). Otros parámetros que se pueden utilizar para modificar el orden o tiempo de retención son el gas portador del flujo, longitud de la columna y la temperatura.

En un análisis de GC, un volumen conocido de líquido o gaseoso analito se inyecta en la "entrada" (cabeza) de la columna, normalmente utilizando un micro jeringa (o, fibras microextracción en fase sólida, o un sistema de conmutación de la fuente de gas). Como gas portador barre las moléculas de analito a través de la columna, este movimiento es inhibida por la adsorción del analito moléculas ya sea en las paredes de la columna o en los materiales de embalaje en la columna. La velocidad a la que el progreso moléculas a

lo largo de la columna depende de la fuerza de adsorción , que a su vez depende del tipo de molécula y en los materiales de la fase estacionaria. Dado que cada tipo de molécula tiene una diferente tasa de progresión, los diversos componentes de la mezcla de analito se separan a medida que avanzan a lo largo de la columna y llegar al final de la columna en momentos diferentes (tiempo de retención). Un detector se utiliza para supervisar la corriente de salida de la columna, por lo que el tiempo en el que cada componente alcanza la salida y la cantidad de componente que se puede determinar. Generalmente, las sustancias se identifican (cualitativamente) por el orden en el que surgen (eluir) de la columna y por el tiempo de retención del analito en la columna.

## CAPÍTULO VI

## 6. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Una vez realizadas las simulaciones hidráulicas, de permanencia y del decaimiento del cloro, estamos en condiciones de generar las gráficas que nos ayudarán a comprender y visualizar de mejor manera los resultados obtenidos.

Cabe señalar que se han realizado 4 ensayos, los resultados del análisis hidráulico mostrados son los del primer ensayo realizado en Enero del 2011. Para los 3 ensayos restantes se ha realizado análisis de la calidad del agua.

Para la representación gráfica se ha tomado como referencia las 12h00 como hora pico y las 06h00 como hora valle.

### 6.1. Análisis hidráulico

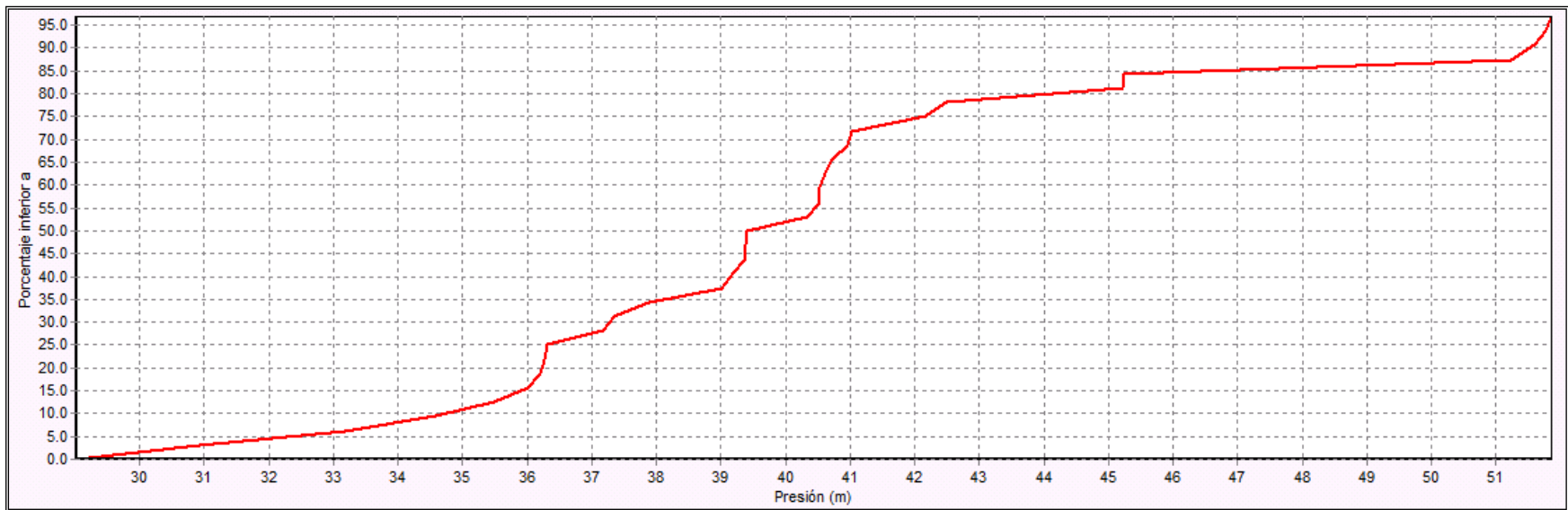
#### 6.1.1. Presiones:

El gráfico de frecuencia de la Figura 6.1 representa la presión en las horas pico, es decir en las horas de mayor consumo de agua. Podemos observar que en el 85% la presión está entre (45 a 51) m.c.a. En las horas valle la presión está en un 85% entre 36 a 45 m.c.a. (Figura 6.2).

Se ha escogido la línea principal para representar la presión, en la Figura 6.3 6.3 se muestra la presión en los nudos 2,3,4,5 y 6 durante las 72 horas de simulación, lo cual evidencia que aumenta mientras más baja es la cota ya que en el nudo 2 la cota es 2152.7, mientras que en el nudo 6 la cota es 2136.65.

También se puede observar que la presión se mantiene durante las 72 horas de simulación para los 5 nudos seleccionados.

Siguiendo la línea principal en la Figura 6.4 observamos el perfil longitudinal de la presión en los nudos seleccionados en la hora pico, corroboramos que la presión es inversamente proporcional a la disminución de la cota.

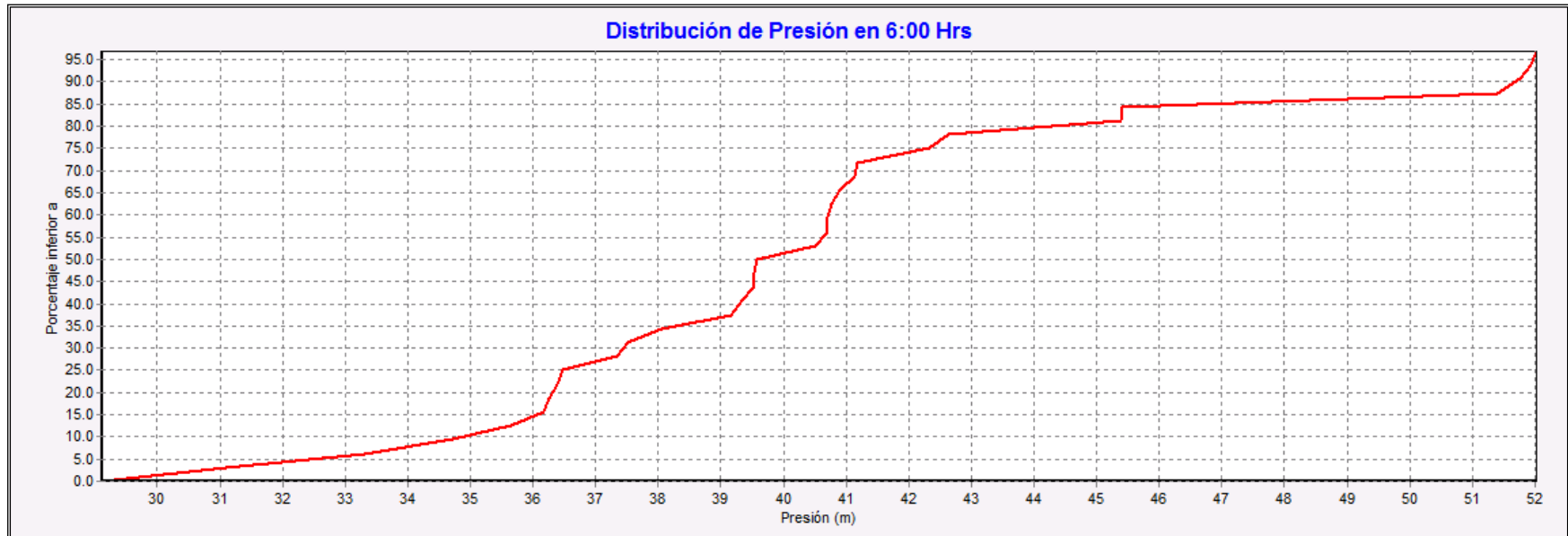


**Figura 6.1** Distribución de presión en hora pico

**Fuente:** El autor.

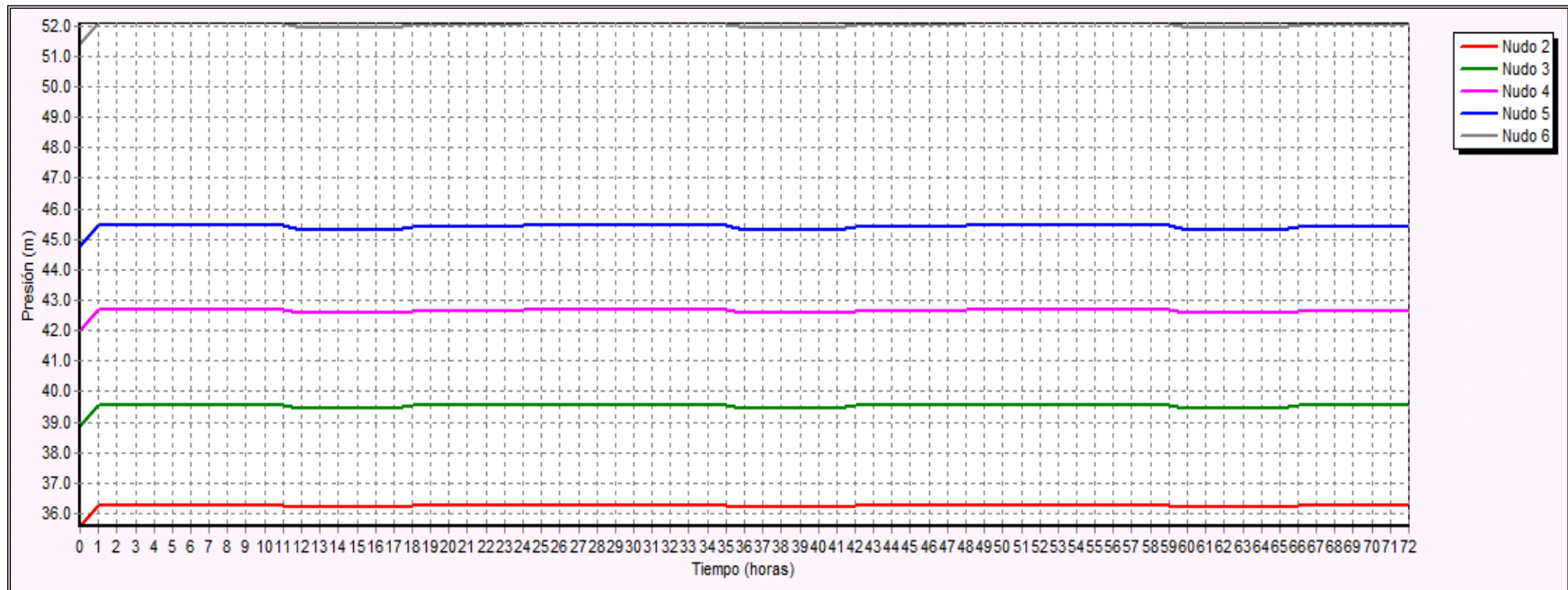
— Distribución de la presión durante la hora de mayor consumo (12H00)



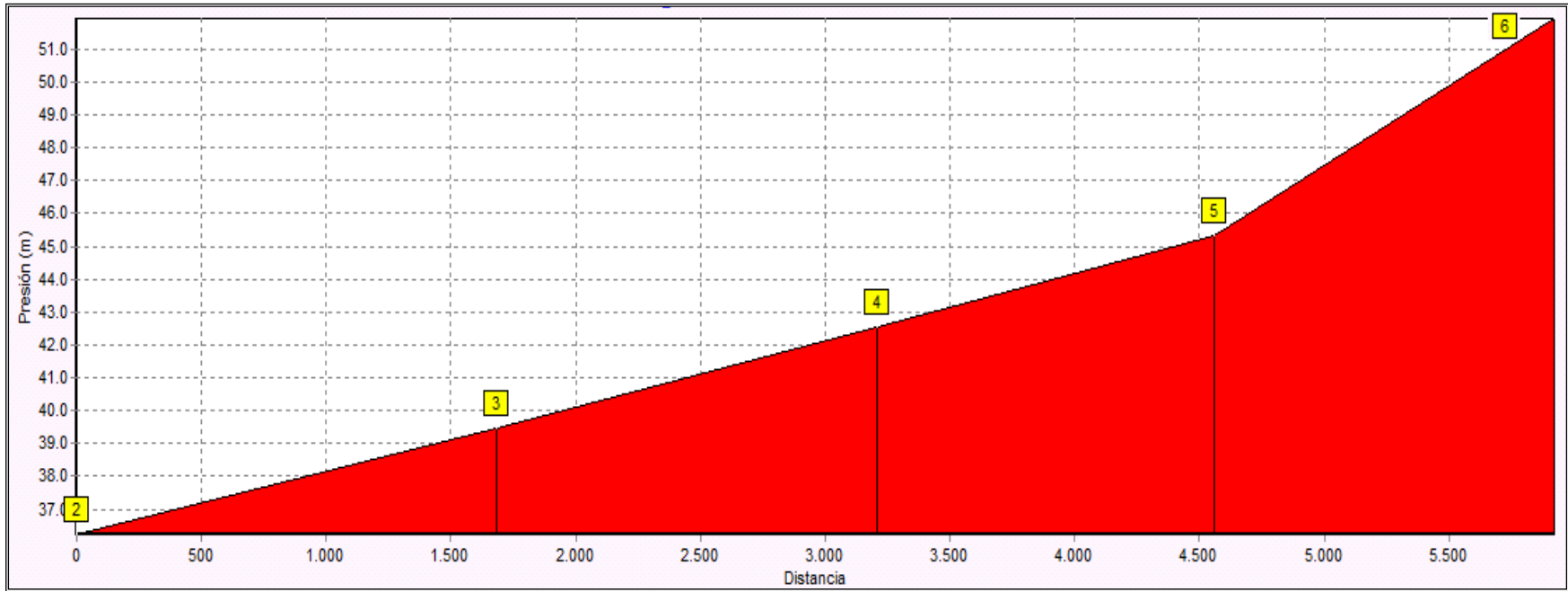


**Figura 6.2** Distribución de presión en hora valle  
**Fuente:** El autor.

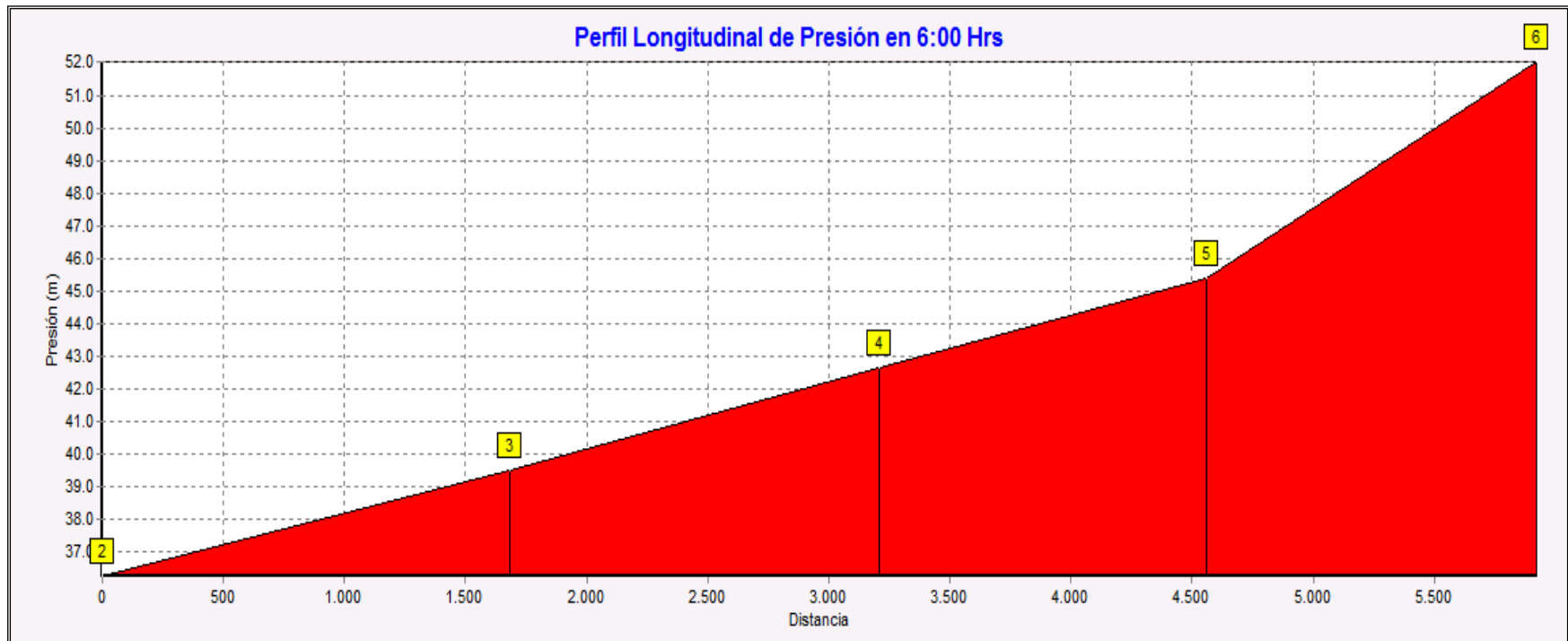
— Distribución de la presión durante la hora de menor consumo (06H00)



**Figura 6.3** Presión en los nudos 2,3,4,5 y 6  
**Fuente:** El autor.

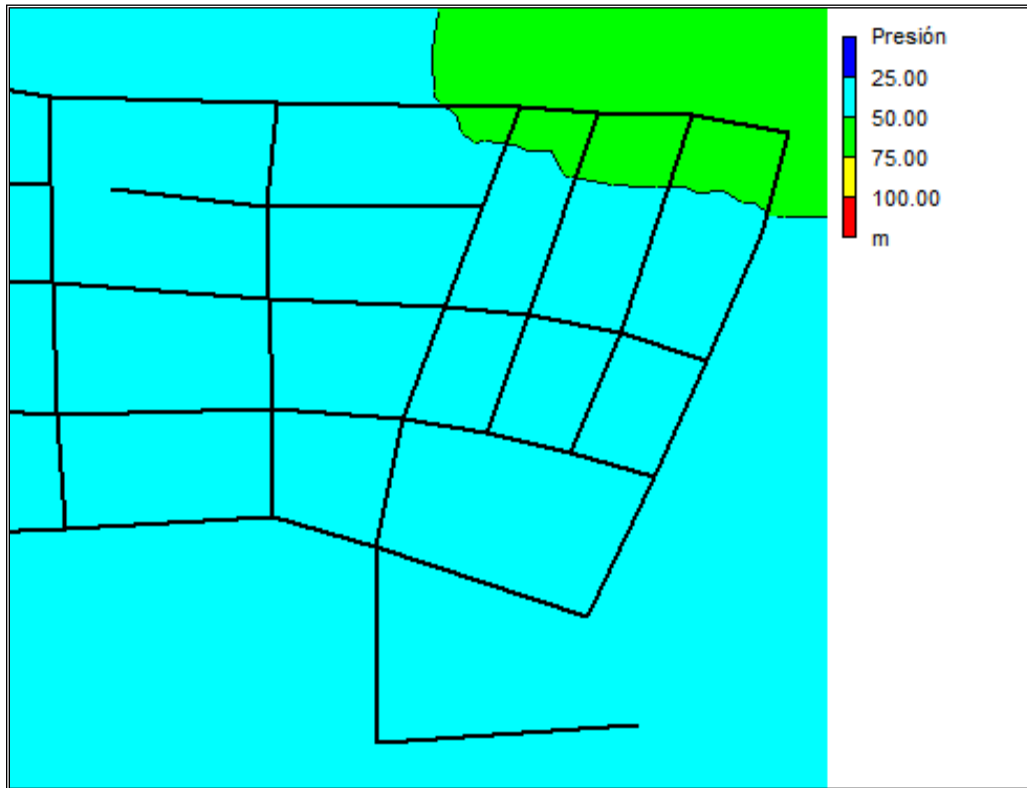


**Figura 6.4** Perfil longitudinal de presión en hora pico  
**Fuente:** El autor.



**Figura 6.5** Perfil longitudinal de presión en hora valle  
**Fuente:** El autor.

La Figura 6.6 nos muestra un gráfico de contorno en el cual se evidencia que la presión en la hora pico en su mayoría se encuentra entre (25 y 50) m.c.a, mientras que en una mínima proporción está entre (50 y 75) m.c.a.



**Figura 6.6** Mapa de contorno de lo presión en hora pico  
**Fuente:** El autor.

Mientras que en la hora valle el mapa de contorno de la Figura 6.7 muestra que la presión no varía en gran proporción de la hora valle, en su mayoría está entre (25 y 50) m.c.a, y en una pequeña proporción está entre (50 y 75) m.c.a.



**Figura 6.7** Mapa de contorno de la presión en hora valle

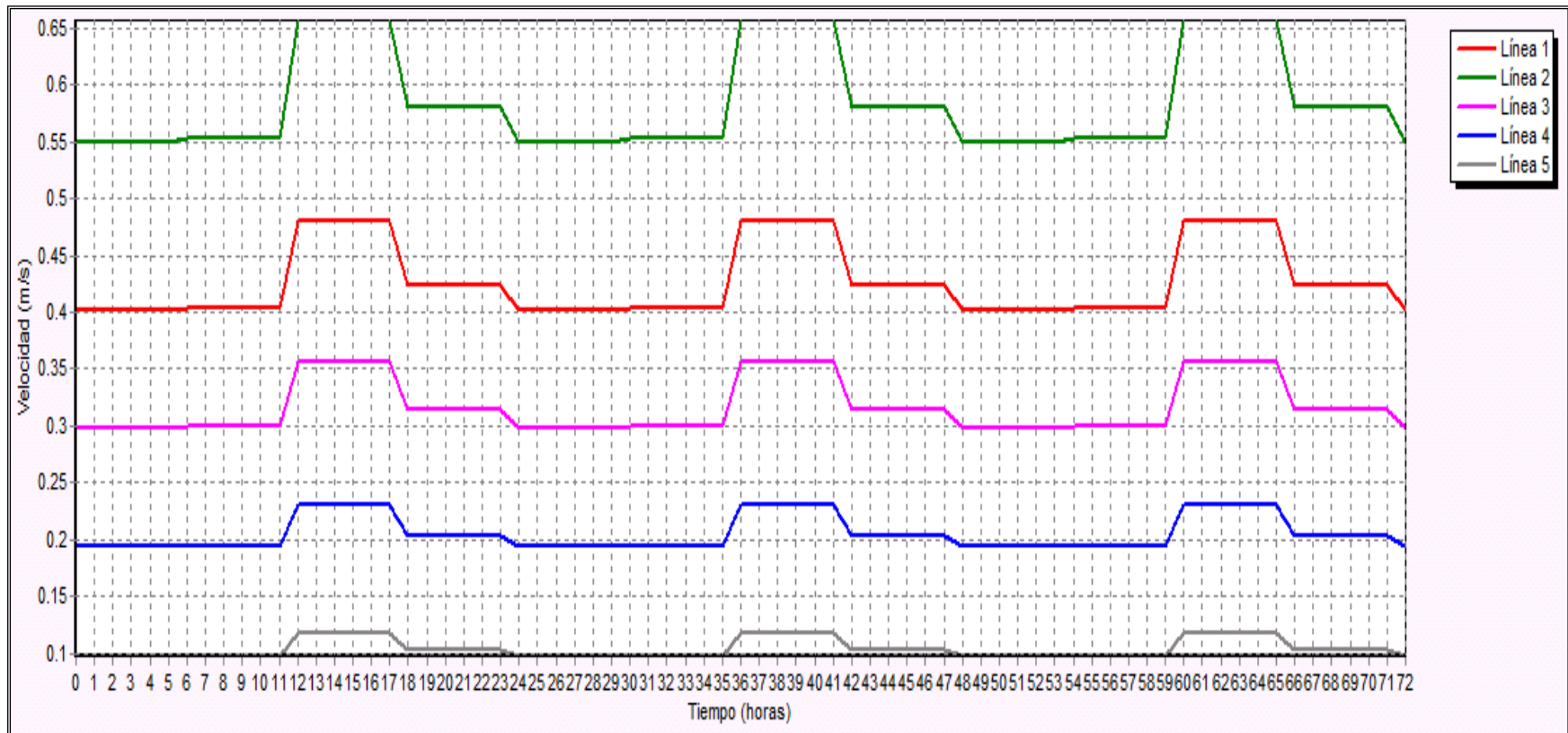
Fuente: El autor.

### 6.1.2. Velocidades:

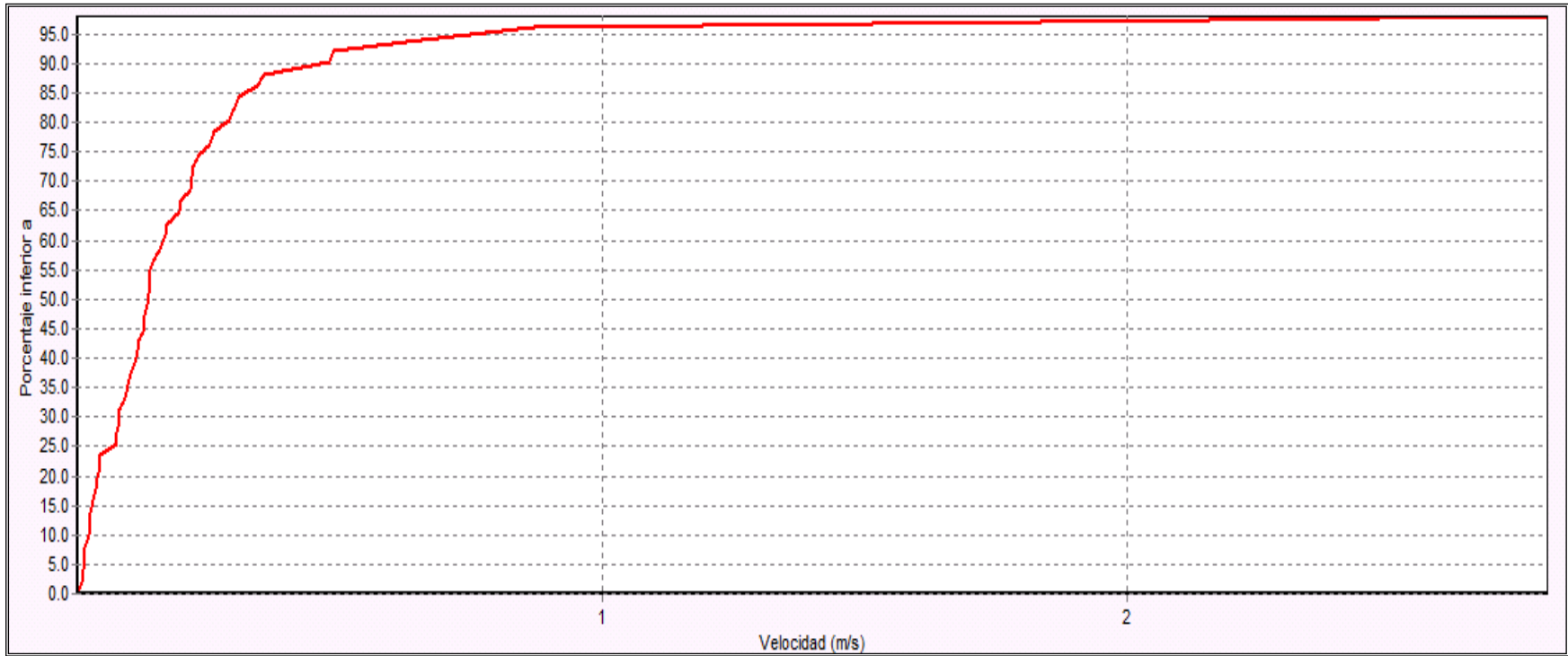
En la figura 6.8 se representa la variación de la velocidad en las tuberías 1,2,3,4 y 5. En la tubería 1 la velocidad es mayor que las restantes debido a que por ésta fluye todo el caudal consumido por los habitantes de la ciudadela Yaguarcuna.

En la Figura 6.9 se muestra la distribución de velocidades en la hora pico, se ha elegido este instante de tiempo debido a que a las 12h00 hay una mayor demanda de caudal. Se deduce de la misma que la velocidad en un 95.00 % se encuentra por debajo de 1 m/s.

En la Figura 6.10 observamos el comportamiento cíclico de la velocidad en la tubería de abastecimiento principal que es la 1. Podemos ver como se repite el comportamiento con el pasar de los días. La velocidad alcanza un valor mayor de 0.48 en las horas pico, y un valor menor de 0.4 en las horas valle.



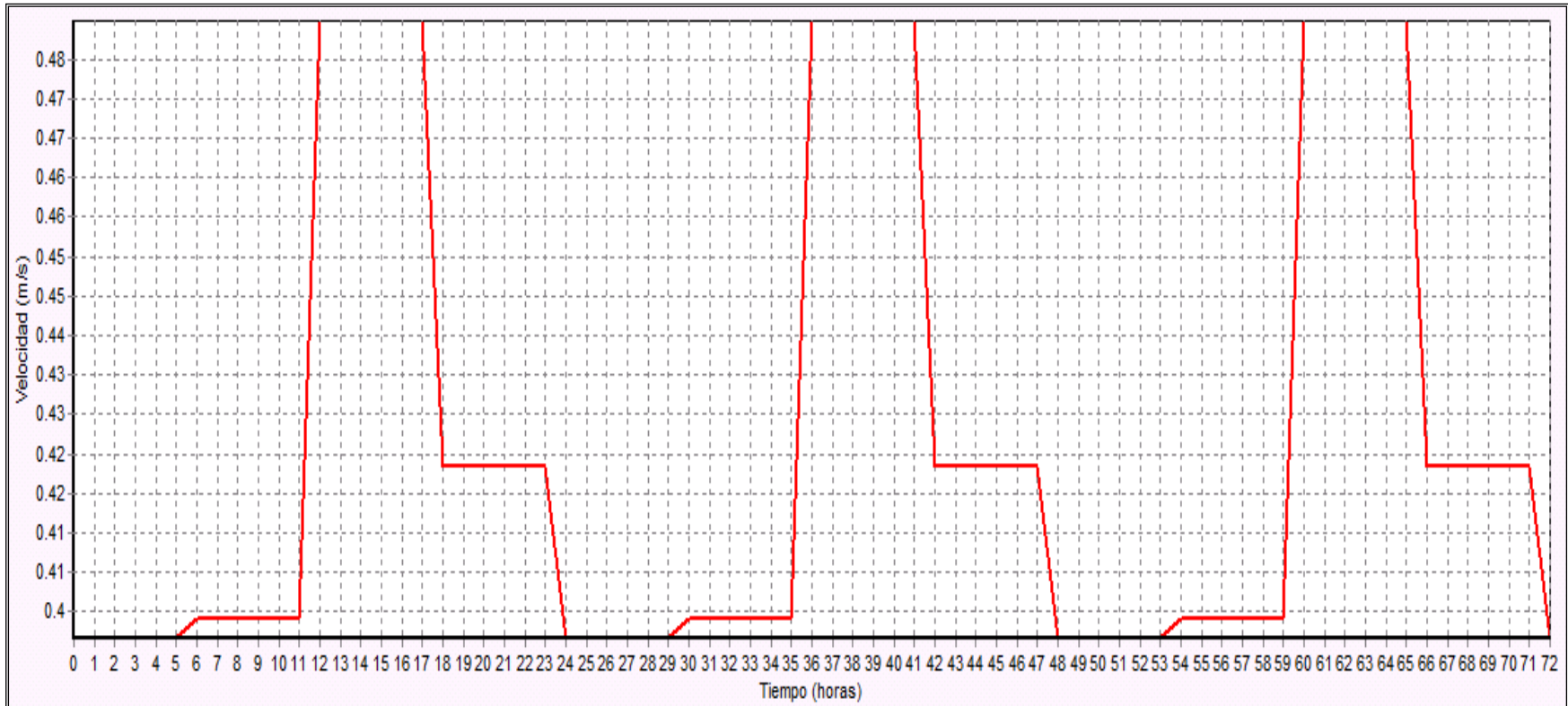
**Figura 6.8** Velocidad en las líneas 1,2,3,4 y 5.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 6.9** Distribución de velocidades en hora pico  
**Fuente:** El autor.

— Distribución de la velocidad durante la hora de mayor consumo (12H00)





**Figura 6.10** Velocidad en línea 1.  
**Fuente:** El autor.

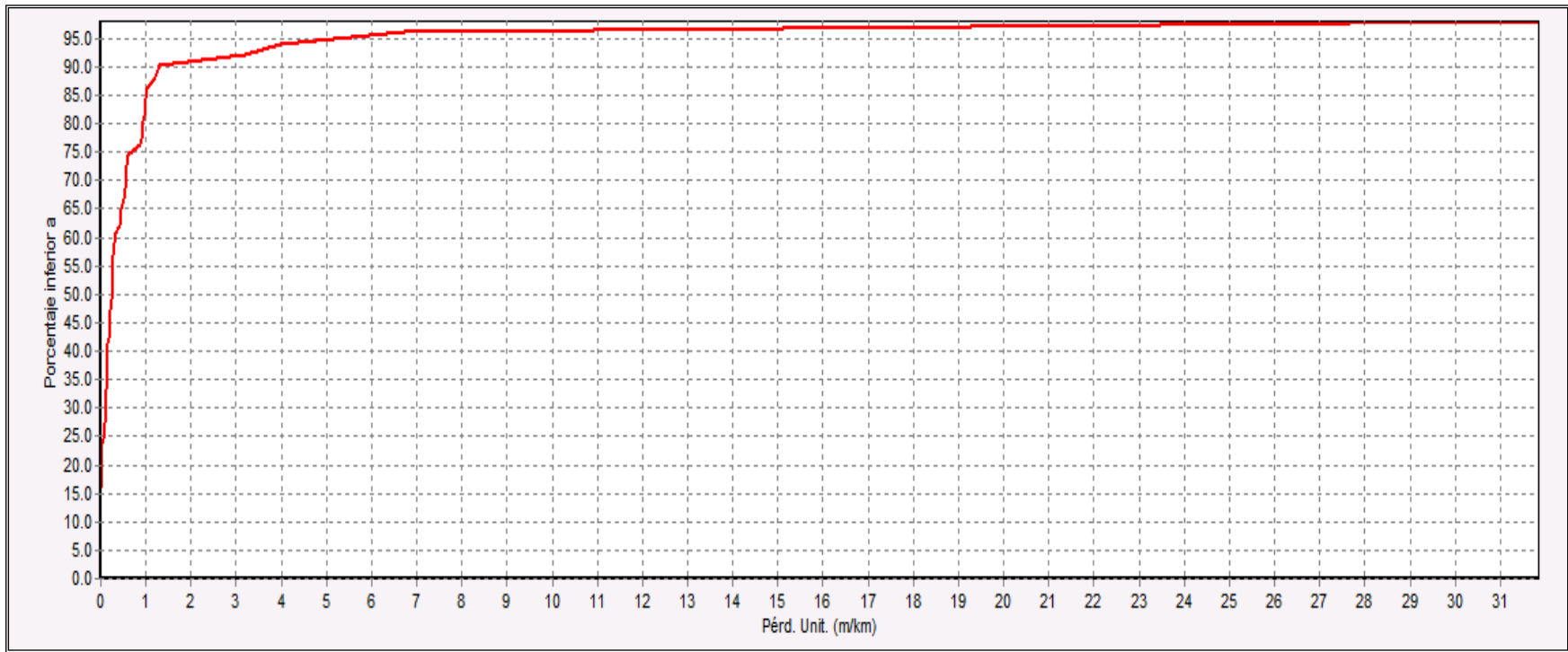
— Distribución de la velocidad durante 72 horas de simulación

### **6.1.3. Pérdidas de carga**

La Figura 6.11 detalla la distribución de pérdidas unitarias en la hora valle, estas pérdidas están en un 90.00 % por debajo de 1.3 m/km. Mientras que en la hora pico las pérdidas son al igual que en la hora valle en un 90.00 % por debajo de 1.8 m/km, como se muestra en la Figura 6.12.

### **6.1.4. Balance de caudales**

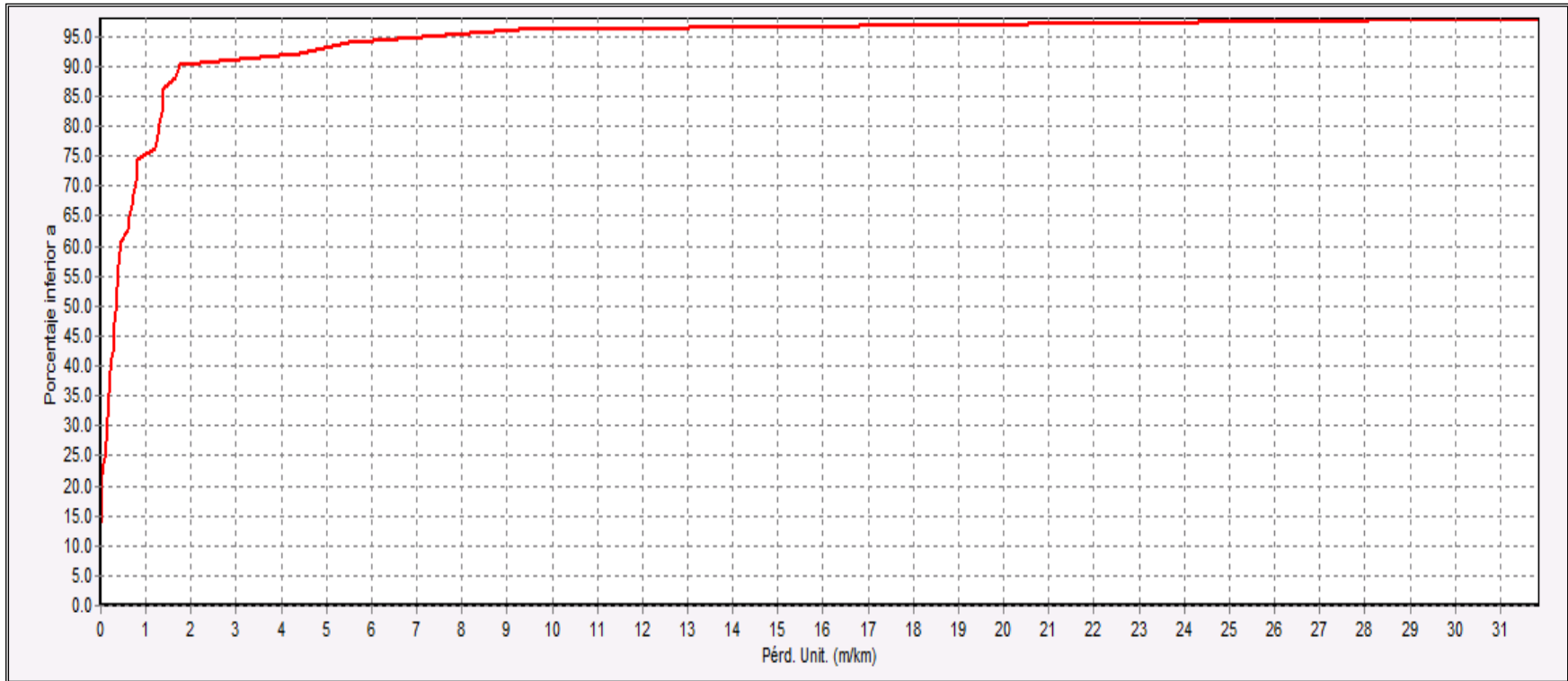
Los caudales consumidos en la ciudadela Yaguarcuna son bajos, debido a las bajas demandas por parte de sus habitantes, la Figura 6.13 corrobora estos datos, el caudal producido está por encima de los 80 m/s, mientras que el caudal consumido está hasta 15 m/s.



**Figura 6.11** Distribución de pérdidas unitarias en hora valle

Fuente: El autor.

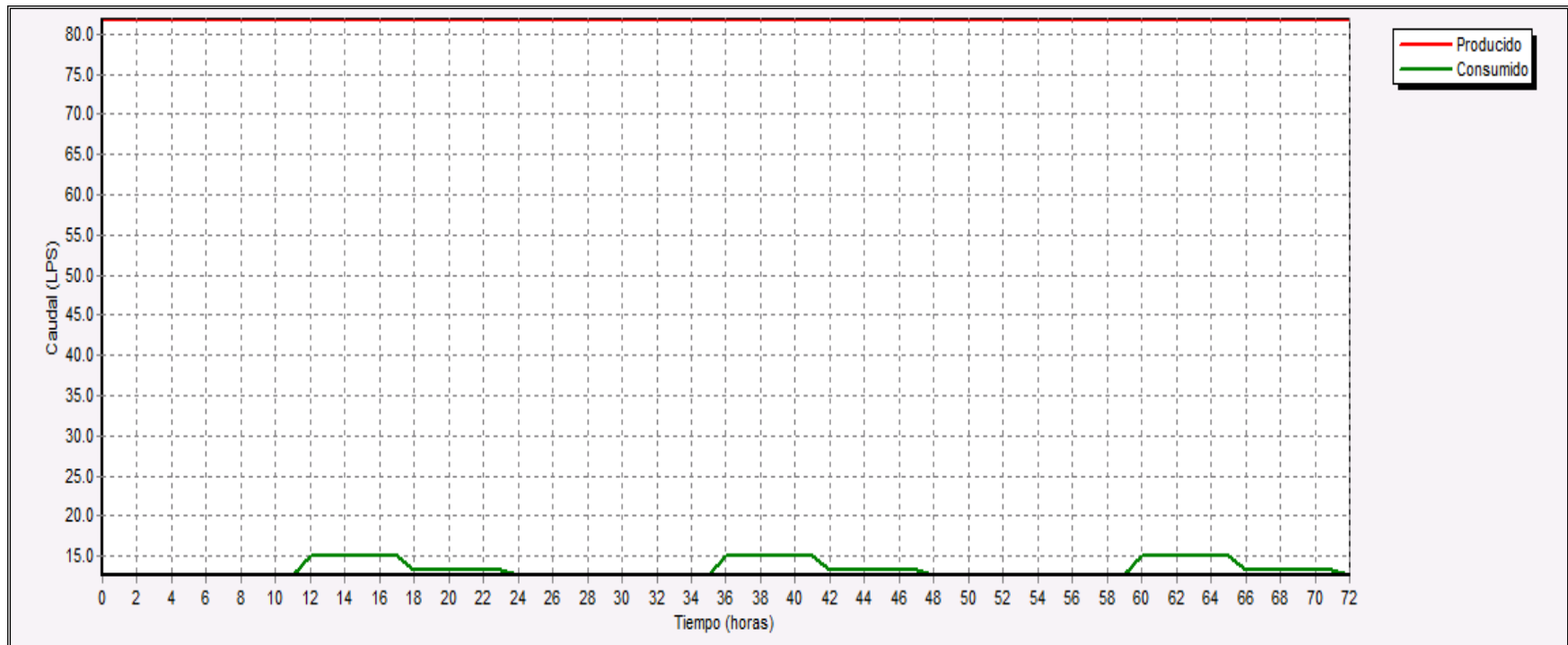
— Distribución de la pérdidas unitarias en hora de menor consumo (06H00)



**Figura 6.12** Distribución de pérdidas unitarias en hora pico

**Fuente:** El autor.

— Distribución de la pérdidas unitarias en hora de mayor consumo (12H00)



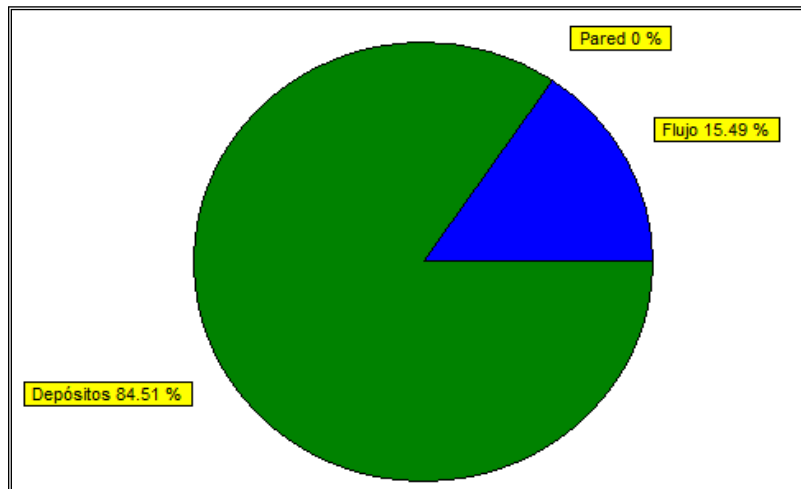
**Figura 6.13** Balance de caudales

Fuente: El autor.

## 6.2. Calidad:

### 6.2.1. Primer ensayo:

La Figura 6.14 muestra claramente que el cloro se pierde en un 84.51% en los depósitos, y en el recorrido por las tuberías en un 15.49%, esto nos confirma que debido a la baja demanda de consumo de la ciudadela Yaguarcuna el agua permanece en su mayoría almacenada en el depósito haciendo que el cloro se pierda debido a la permanencia del agua.

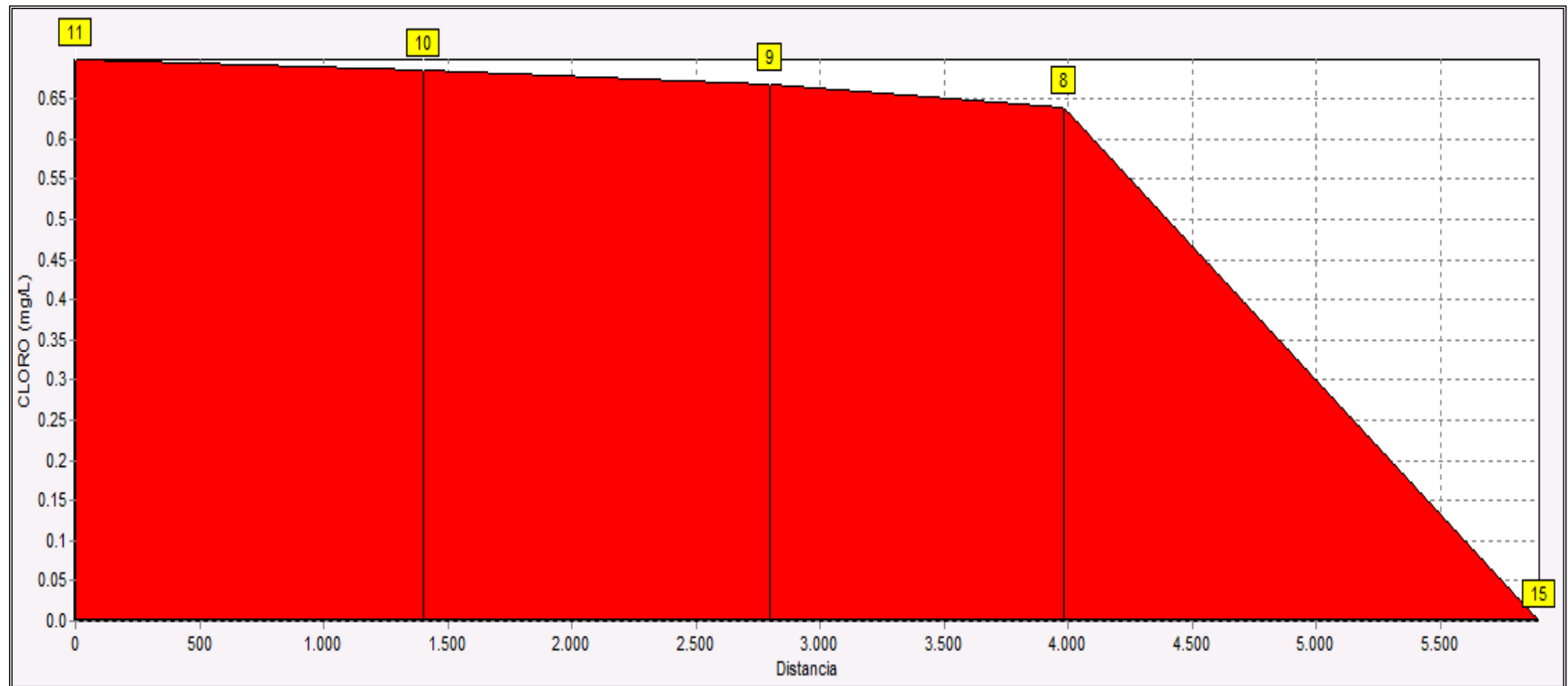


**Figura 6.14** Velocidad de reacción, ensayo 1.  
**Fuente:** El autor.

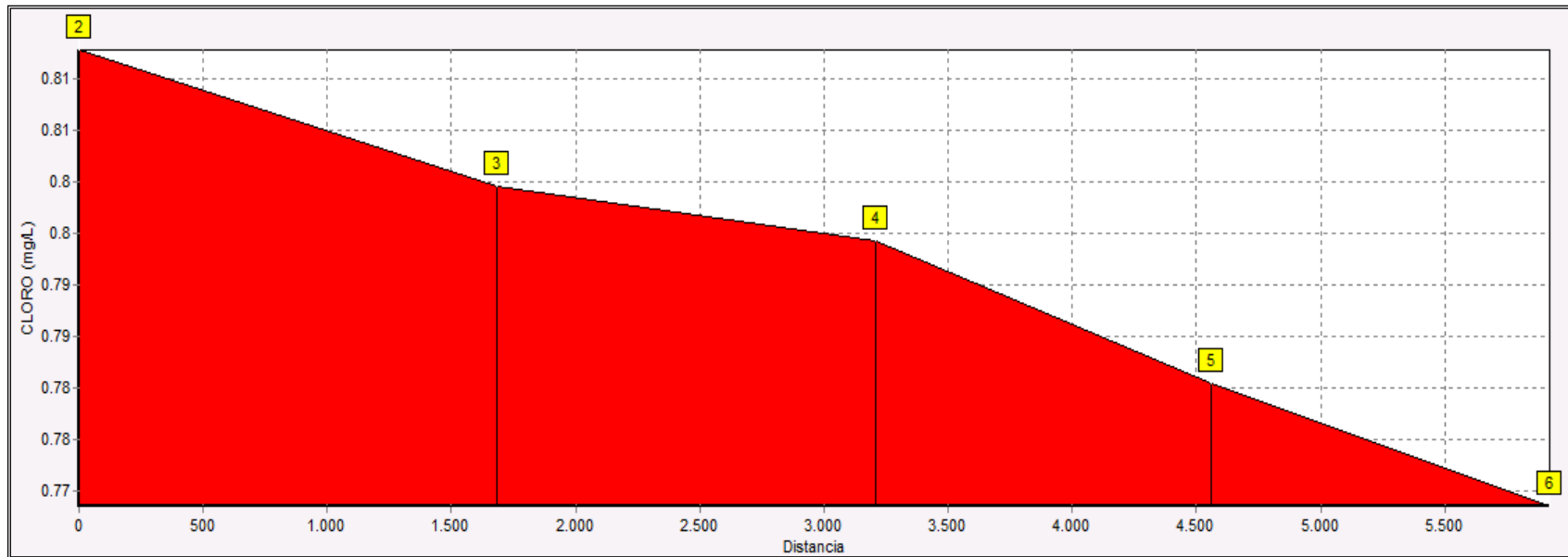
En la Figura 6.15 se ha representado la línea por donde circula el caudal que llega hasta el nudo 15, que es el que se lo ha considerado como punto muerto.

Podemos observar que en los nudos 11,10,9 y 8, el cloro se mantiene entre (0.65 a 0.70) mg/L, mientras que en el nudo 15 súbitamente baja a 0, esto se debe a que con la turbiedad del agua el cloro tiende a desaparecer rápidamente. Para los nudos 2, 3, 4, 5 y 6, la Figura 6.16 nos muestra que el cloro disminuye hasta 0.77 mg/l.

El gráfico de frecuencia de la Figura 6.17 evidencia que el cloro permanece 6 horas en la red, en su mayoría el cloro permanece por debajo de 0.82, pero si aumentamos el tiempo de simulación al doble vemos como el cloro permanece solo en 5% por debajo de 0.8 mg/l (Figura 6.18)

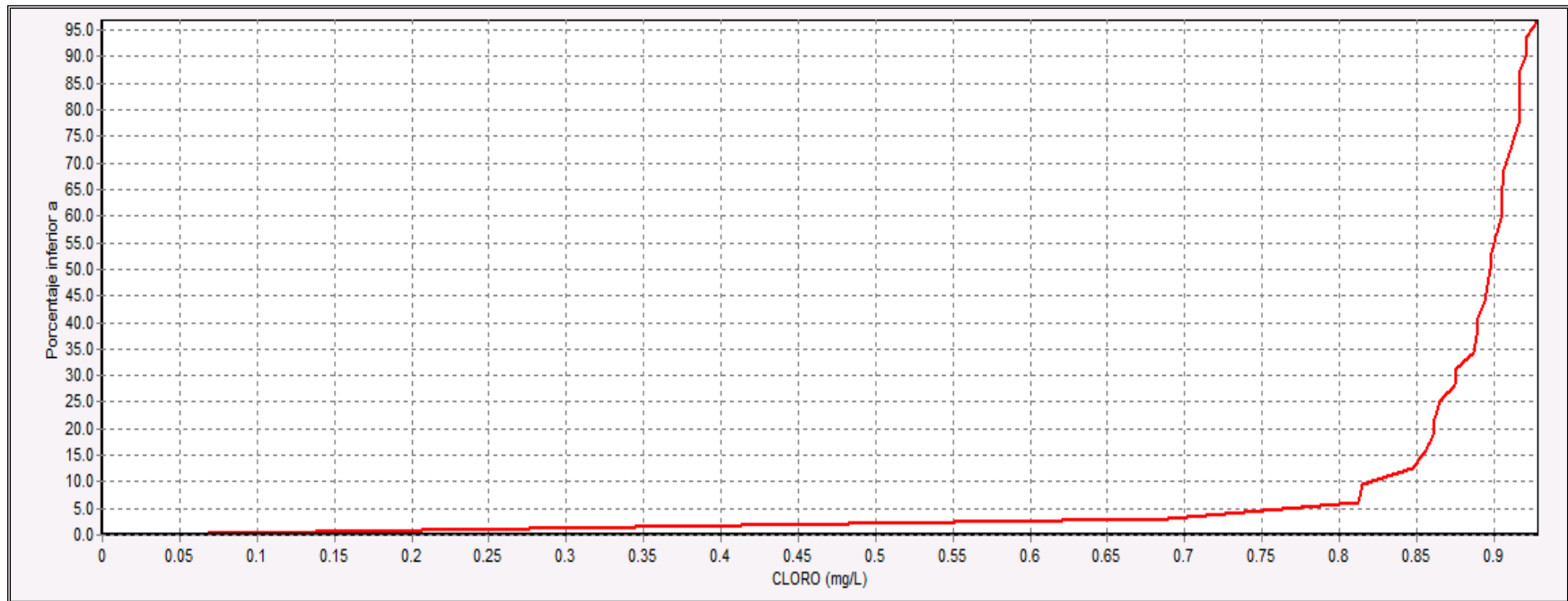


**Figura 6.15** Perfil de la disminución del cloro en los nudos 11,10,9,8 y 15. Ensayo 1.  
**Fuente:** El autor.

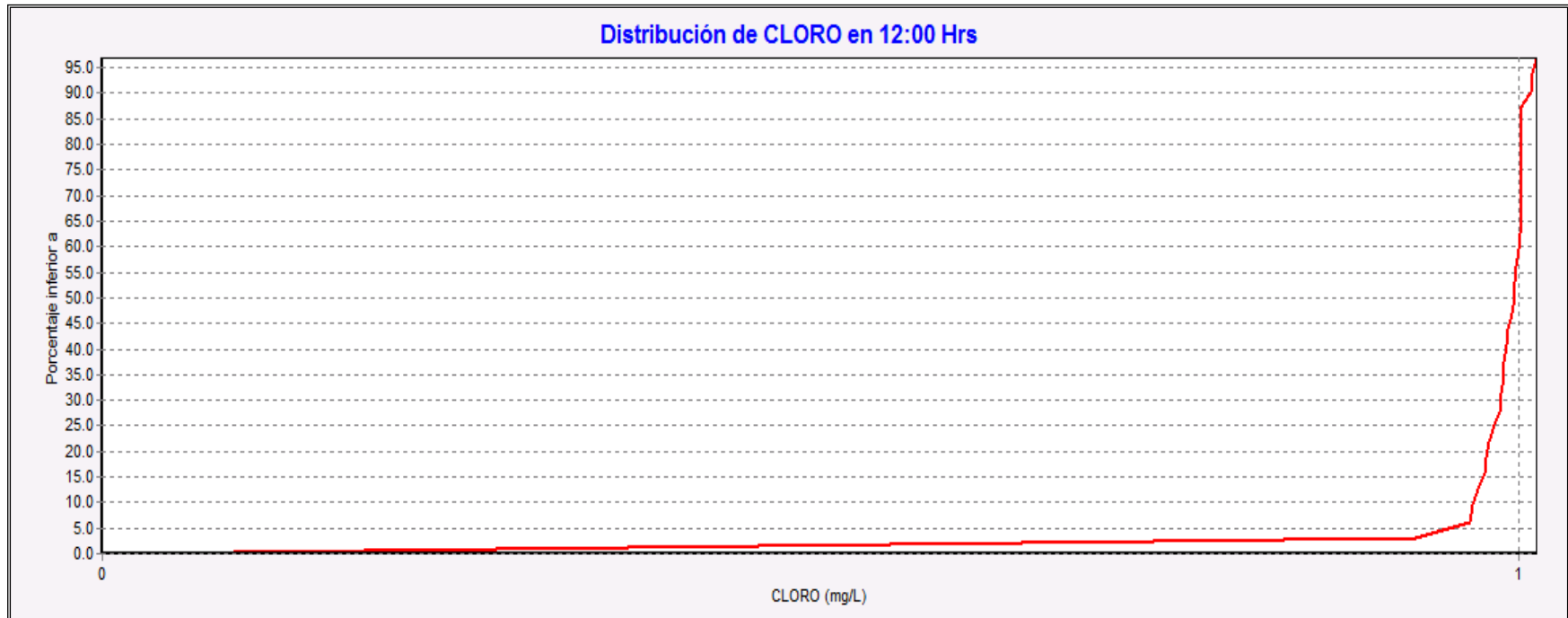


**Figura 6.16** Perfil de la disminución del cloro en los nudos 2,3,4,5 y 6. Ensayo 1.  
**Fuente:** El autor.





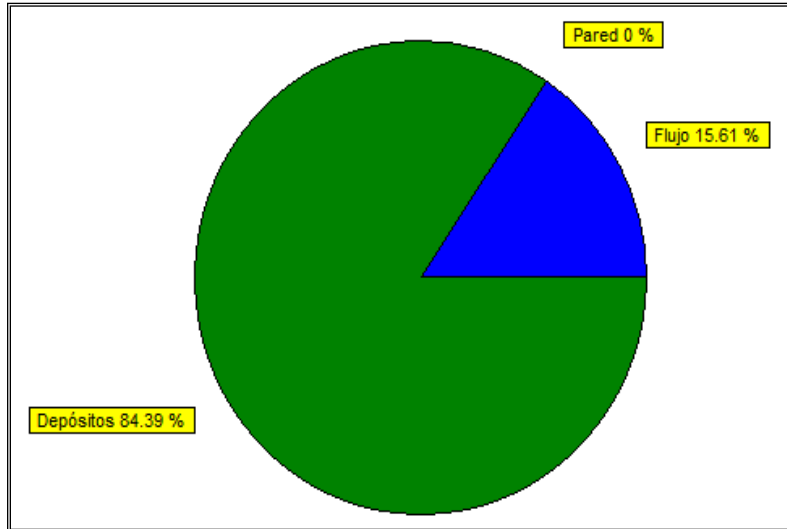
**Figura 6.17** Distribución del cloro durante 6 horas de simulación. Ensayo 1.  
**Fuente:** El autor.



**Figura 6.18** Distribución del cloro durante 12 horas de simulación. Ensayo 1.  
**Fuente:** El autor.

### 6.2.2. Segundo ensayo

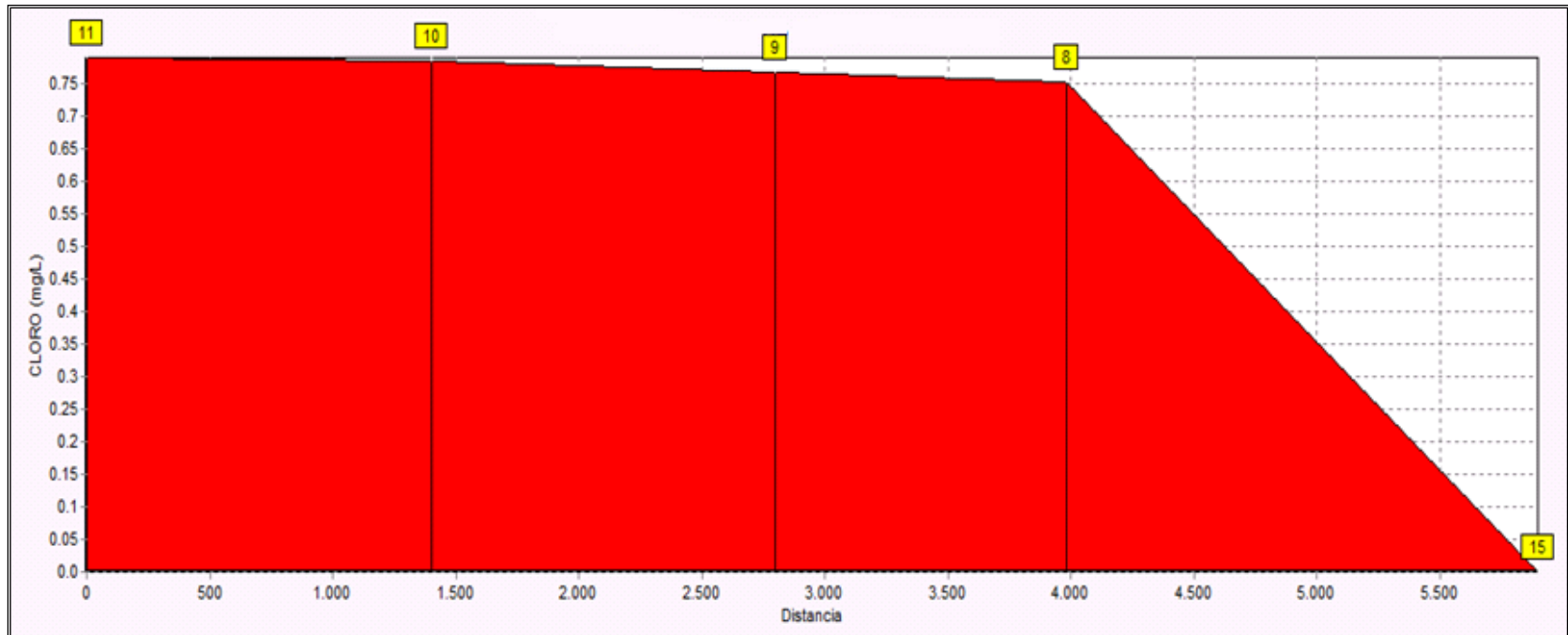
La Figura 6.19 muestra que el cloro se pierde en un 84.51% en los depósitos, y en el recorrido por las tuberías en un 15.61%, esto nos confirma que debido a la baja demanda de consumo de la ciudadela Yaguarcuna el agua permanece en su mayoría almacenada en el depósito haciendo que el cloro se pierda debido a la permanencia del agua.



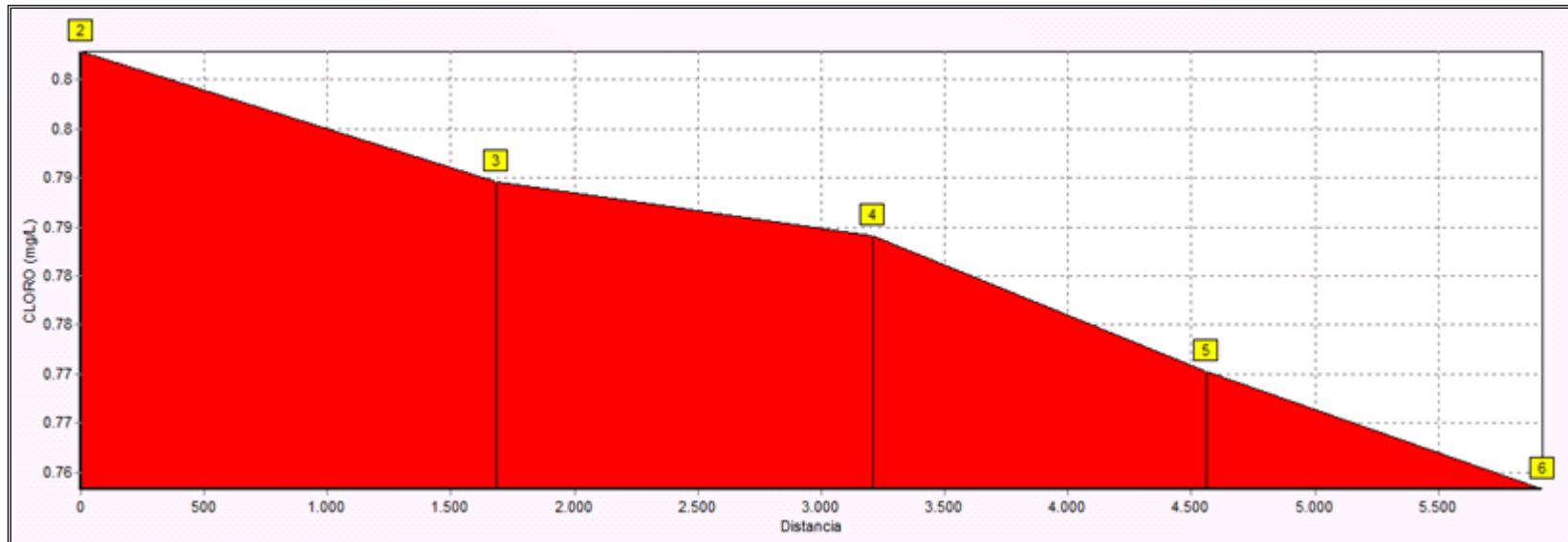
**Figura 6.19** Velocidad de reacción, ensayo 2.  
**Fuente:** El autor.

En la Figura 6.20 se ha representado la línea por donde circula el caudal que llega hasta el nudo 15, que es el que se lo ha considerado como punto muerto. Podemos observar que en los nudos 11,10,9 y 8, el cloro se mantiene entre (0.65 a 0.70) mg/L, mientras que en el nudo 15 súbitamente baja a 0, esto se debe a que con la turbiedad del agua el cloro tiende a desaparecer rápidamente.

En la figura 6.21 se realizó una representación del perfil longitudinal en los nudos 2,3,4,5 y 6, observamos como el cloro va decreciendo conforme el recorrido.



**Figura 6.20** Perfil de la disminución del cloro en los nudos 11,10,9,8 y 15. Ensayo 2.  
**Fuente:** El autor.

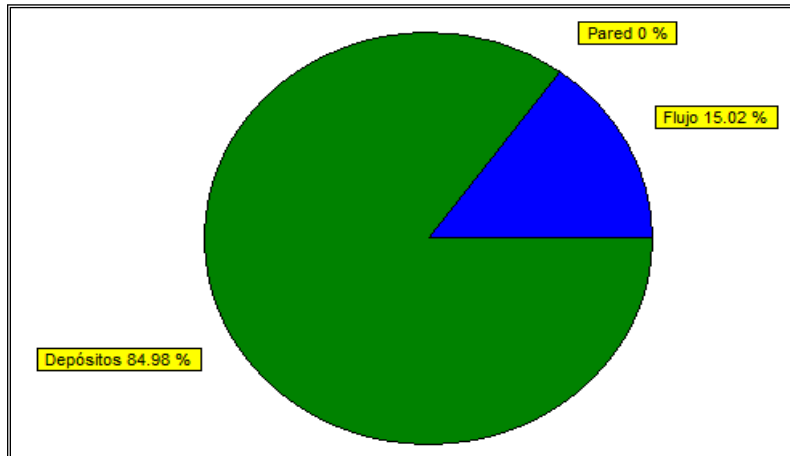


**Figura 6.21** Perfil de la disminución del cloro en los nudos 2,3,4,5 y 6. Ensayo 2.

Fuente: El autor.

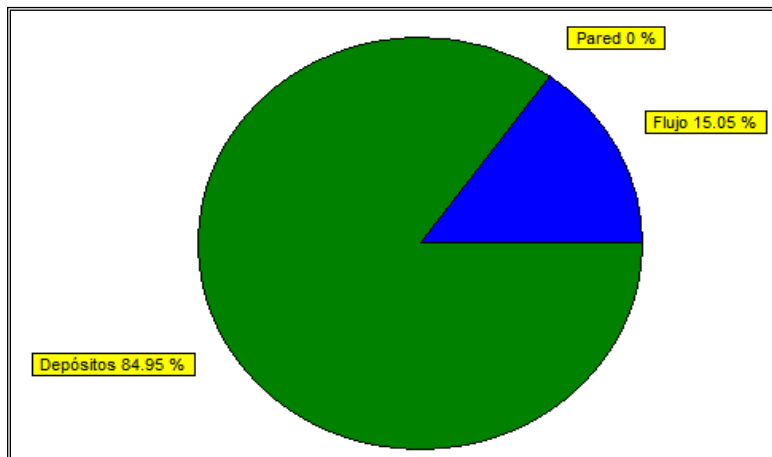
### 6.2.3. Tercer y cuarto ensayo

En la Figura 6.22 correspondiente al tercer ensayo, se pierde un 15.02 % en el flujo, mientras que el 84.94 % restantes se pierde en los depósitos.



**Figura 6.22** Velocidad de reacción, ensayo 3.  
Fuente: El autor.

En el cuarto ensayo como muestra la Figura 6.23 el cloro se pierde en su mayoría en los depósitos en un 84.95%, y en el flujo hay un decaimiento del 15.05%.



**Figura 6.23** Velocidad de reacción, ensayo 4.  
Fuente: El autor.

Las gráficas generadas en el tercer y cuarto ensayo son similares a las mostradas en los ensayos 1 y 2. Lo cual nos muestra una relación inversamente proporcional entre el

coeficiente  $K_b$  y la pérdida de cloro en el seno del agua, es decir mientras el coeficiente  $K_b$  es mayor, la pérdida de cloro en el flujo será menor.

#### **6.2.4. Comparación de los resultados de las simulación de la disminución del cloro**

En la tabla 6.1 están recogidos los resultados de los 4 ensayos realizados. Se evidencia que en el cuarto ensayo la concentración de cloro es menor debido a que el coeficiente con que se realizó esta simulación es -0.839 y se ha comprobado que mientras menor es el coeficiente  $k_b$ , mayor será la pérdida de cloro en la red, es decir existe una relación inversamente proporcional entre el coeficiente  $k_b$  y la concentración de cloro en la red.

La conexión 15 es un punto muerto y no existe demanda, por tal en todos los escenarios tiene un valor de 0, ya que el cloro tiende a disminuir rápidamente en presencia de turbidez.

Nótese que en el ensayo No. 1 y el 4 tienen valores menores de concentración de cloro debido a que sus coeficientes son -0.708 y -0.839 respectivamente. De la misma forma en el ensayo 2 y 3 tienen valores altos de cloro debido a que sus coeficientes son -0.233 y -0.266 respectivamente.

**Tabla 6.1** Comparación de la disminución del cloro en la red

ID Nudo	1	2	3	4
	CLORO (mg/L)			
coef. $K_b$	<b>-0.708</b>	<b>-0.233</b>	<b>-0.266</b>	<b>-0.839</b>
<b>Conexión 2</b>	0.93	0.99	0.98	0.91
<b>Conexión 3</b>	0.92	0.98	0.98	0.9
<b>Conexión 4</b>	0.92	0.98	0.97	0.9
<b>Conexión 5</b>	0.91	0.97	0.97	0.89
<b>Conexión 6</b>	0.89	0.96	0.96	0.88
<b>Conexión 7</b>	0.81	0.87	0.86	0.8
<b>Conexión 8</b>	0.9	0.96	0.95	0.88
<b>Conexión 9</b>	0.91	0.97	0.96	0.89
<b>Conexión 10</b>	0.92	0.97	0.97	0.9
<b>Conexión 11</b>	0.92	0.98	0.98	0.9
<b>Conexión 12</b>	0.91	0.97	0.96	0.89
<b>Conexión 13</b>	0.9	0.96	0.95	0.88
<b>Conexión 14</b>	0.89	0.95	0.95	0.87

<b>Conexión 15</b>	0	0	0	0
<b>Conexión 16</b>	0.86	0.93	0.92	0.85
<b>Conexión 17</b>	0.69	0.75	0.74	0.67
<b>Conexión 18</b>	0.82	0.89	0.88	0.8
<b>Conexión 19</b>	0.85	0.91	0.91	0.83
<b>Conexión 20</b>	0.86	0.92	0.92	0.84
<b>Conexión 21</b>	0.87	0.94	0.94	0.86
<b>Conexión 22</b>	0.89	0.95	0.94	0.87
<b>Conexión 23</b>	0.92	0.98	0.97	0.9
<b>Conexión 24</b>	0.91	0.97	0.97	0.9
<b>Conexión 25</b>	0.9	0.97	0.96	0.89
<b>Conexión 26</b>	0.92	0.98	0.97	0.9
<b>Conexión 27</b>	0.9	0.96	0.96	0.88
<b>Conexión 28</b>	0.9	0.96	0.95	0.88
<b>Conexión 29</b>	0.91	0.97	0.96	0.89
<b>Conexión 30</b>	0.86	0.92	0.92	0.84
<b>Conexión 31</b>	0.86	0.93	0.92	0.84
<b>Conexión 32</b>	0.88	0.94	0.94	0.86
<b>Conexión 33</b>	0.89	0.95	0.94	0.87
<b>Embalse 34</b>	1.41	1.41	1.41	1.41
<b>Depósito 1</b>	0.94	1	0.99	0.92
<b>total</b>	28.83	30.74	30.56	28.27
<b>promedio</b>	0.85	0.90	0.90	0.83

Fuente: El autor.



## CAPÍTULO VII

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ Después de realizar la simulación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la ciudadela se puede concluir que no existen problema de sobre-presión, ya que la presión que se obtuvo es de 51 m.c.a. por tanto está dentro de los límites permisibles. Esto corrobora que la simulación es correcta ya que según los archivos de la planta de tratamiento no se han registrado sobre-presiones en la ciudadela.
- ✓ En lo que respecta a la cloración del agua, es necesario conocer los microorganismos indicadores de contaminación, es decir se debe realizar ensayos microbiológicos que identifiquen los organismos patógenos presentes en el agua cruda y así determinar cuál de ellos es el más resistente, y en base a éste añadir la cantidad suficiente de cloro, sabiendo así que los microorganismos restantes han sido eliminados.
- ✓ A través de las simulaciones se constata que la tradición de dimensionar las redes y los depósitos tomando en cuenta como único criterio la consideración el máximo consumo diario, puede presentar serios inconvenientes desde el punto de vista de la calidad. El sobredimensionamiento favorece la aparición de tramos de velocidad muy baja, por tanto permite la permanencia extendida del agua en depósitos y tuberías.
- ✓ Existe una relación inversamente proporcional entre el coeficiente  $K_b$  y la pérdida de cloro en el seno del agua, es decir mientras el coeficiente  $K_b$  es mayor, la pérdida de cloro en la red será menor.
- ✓ El cloro dura aproximadamente 6 horas en la red de distribución de la ciudadela Yaguarcuna.
- ✓ El cloro se pierde en su mayoría en los depósitos debido a la escasa demanda de agua que existe en la ciudadela Yaguarcuna.
- ✓ El tiempo de permanencia del agua en el depósito durante 24 horas de simulación es de 12 horas.
- ✓ El cloro reacciona con la materia orgánica presente en el agua, generando precursores nocivos para la salud como los trihalometanos
- ✓ El coeficiente  $K_b$  disminuye mientras más tiempo este sin lavarse tanto la planta de tratamiento como el tanque de almacenamiento. El cloro se perdió rápidamente cuando  $K_b = -0.708$ .

- ✓ En nuestro medio tenemos desventajas para realizar la totalidad de ensayos necesarios para conocer la calidad de agua que estamos consumiendo, en este caso no fue posible realizar los ensayos de trihalometanos para realizar la simulación del crecimiento de dichos subproductos de la desinfección debido a que no contamos con los equipos suficientes para realizar los procedimientos de laboratorio.

## 8. CONCLUSIONES

- ✓ No descuidar el mantenimiento de los componentes de la red, ya que en caso de haber dificultades en las tuberías y demás accesorios, los daños repercutirían la salud de los beneficiados.
- ✓ Se recomienda diseñar las redes de agua potable no solo que se cumpla las especificaciones hidráulicas, sino que se tome gran importancia a la calidad del agua.
- ✓ Buscar los equipos para realizar los ensayos de trihalometanos, y así poder concluir qué subproductos genera la desinfección con el cloro en nuestro medio.
- ✓ Concientizar la ciudadanía de los correctos usos del agua potable para consumo humano, es éste trabajo de fin de carrera queda demostrado que el cloro no permanece las 24 horas en la red.
- ✓ Realizar estaciones de rechloración en los barrios de la ciudad de Loja, para que se garantice la buena calidad del agua.
- ✓ Prestar mucha atención cuando se diseña las redes de distribución, ya que al estar sobredimensionadas generan problemas tanto hidráulicos como de calidad.
- ✓ Llevar registro de la calidad del agua al menos 3 veces al día, para tener indicadores de qué factores influyen en la disminución del cloro, como por ejemplo el estado del tiempo, fines de semana, días festivos, etc.
- ✓ Se requiere cierta atención el análisis de las velocidades de circulación del agua en las tuberías del sistema. Si los valores son extremadamente bajos, resulta evidente el efecto sobre los tiempos de permanencia y por tanto sobre la calidad del agua potable.
- ✓ Se debe dedicar mayor esmero a los depósitos, y diseñarlos a medida de los consumos de la ciudadela, su ubicación, tamaño, características constructivas afectan en gran medida la calidad del agua. La reducción del tiempo de permanencia es el sistema debe ser en todo momento uno de los objetivos prioritarios.
- ✓ Epanet es una herramienta muy útil, pero se debe tener un criterio base para determinar si los resultados del software son los correctos, así mismo es necesario ubicar datos correctamente para que el programa funcione correctamente.
- ✓ El software Epanet, es una gran herramienta ofimática, que nos ha permitido realizar las simulaciones necesarias para conocer las características tanto hidráulicas como de calidad de la red de distribución de la ciudadela Yaguarcuna.

## 9. CONCLUSIONES

SALDARRIAGA, Juan. «Hidráulica de tuberías». Bogotá:Mc Graw Hill;2002.Guia para la calidad del agua

ROSSMAN A, Lewis. «EPANET 2.0 Manual del usuario». Versión español grupo IDMH. Universidad Politécnica de Valencia 2002. p. 195.

Norma INEN, Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable, CPE INEN 5 Parte 9-1:1992

Archivos Ilustre Municipalidad de Loja

Archivos de la planta de tratamiento de Carigán

### PAGINAS DE INTERNET

[http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Gas\\_chromatography&prev=/search%3Fq%3DGCECD%26hl%3Des%26newwindow%3D1%26biw%3D1366%26bih%3D624%26prmd%3Dimvns&sa=X&ei=V2g2UNrqNIXo6wGI24HYDA&ved=0CDAQ7gEwAQ](http://translate.google.com.ec/translate?hl=es&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_chromatography&prev=/search%3Fq%3DGCECD%26hl%3Des%26newwindow%3D1%26biw%3D1366%26bih%3D624%26prmd%3Dimvns&sa=X&ei=V2g2UNrqNIXo6wGI24HYDA&ved=0CDAQ7gEwAQ)

[http://objetos.univalle.edu.co/files/Presencia\\_de\\_materia\\_organica\\_y\\_subproductos\\_de\\_desinfeccion\\_con\\_cloro.pdf](http://objetos.univalle.edu.co/files/Presencia_de_materia_organica_y_subproductos_de_desinfeccion_con_cloro.pdf)

[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf)

**ANEXOS**

# ANEXO No. 1

## DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA EN LOS NUDOS DE LA CIUDADELA YAGUARCUNA

<b>Caudal maximo diario:</b>	1.3	<b>*Caudal medio diario</b>	26
<b>Caudal maximo hora:</b>	1.5	<b>*Caudal maximo diario</b>	26
<b>Número de abonados:</b>	595		
<b>Numero de habitantes:</b>	2975	412.07161	

Nudo	viviendas	hab por lote	Area (m2)	Area (hectareas)	Densidad	Poblacion habitantes	Dotación L/H/D	Caudal medio diario	Caudal maximo diario	Caudal maximo hora
2	8	5	1349.76	0.1350	412	56	250	0.193	0.251	0.377
3	10	5	1869.47	0.1869	412	77	250	0.267	0.348	0.522
4	13	5	2477.24	0.2477	412	102	250	0.354	0.461	0.691
5	17	5	3474.17	0.3474	412	143	250	0.497	0.646	0.969
6	8	5	2247.67	0.2248	412	93	250	0.322	0.418	0.627
7	14	5	3402.82	0.3403	412	140	250	0.487	0.633	0.949
8	31	5	5335.30	0.5335	412	220	250	0.763	0.992	1.488
9	26	5	3985.86	0.3986	412	164	250	0.570	0.741	1.112
10	22	5	3146.65	0.3147	412	130	250	0.450	0.585	0.878
11	10	5	1523.43	0.1523	412	63	250	0.218	0.283	0.425
12	10	5	1604.49	0.1604	412	66	250	0.230	0.298	0.448
13	24	5	3416.81	0.3417	412	141	250	0.489	0.635	0.953
14	18	5	3873.81	0.3874	412	160	250	0.554	0.720	1.081
15	0		0.00	0.0000	412	0	250	0.000	0.000	0.000
16	15	5	4573.11	0.4573	412	188	250	0.654	0.850	1.276
17	5	5	2695.68	0.2696	412	111	250	0.386	0.501	0.752
18	6	5	1241.62	0.1242	412	51	250	0.178	0.231	0.346
19	13	5	2249.47	0.2249	412	93	250	0.322	0.418	0.628

Nud o	vivienda s	hab por lote	Area (m2)	Area (hectareas)	Densidad	Poblacion habitantes	Dotación L/H/D	Caudal medio diario	Caudal maximo diario	Caudal maximo hora
20	12	5	1929.73	0.1930	412	80	250	0.276	0.359	0.538
21	13	5	1708.72	0.1709	412	70	250	0.244	0.318	0.477
22	6	5	803.49	0.0803	412	33	250	0.115	0.149	0.224
23	3	5	914.68	0.0915	412	38	250	0.131	0.170	0.255
24	5	5	717.01	0.0717	412	30	250	0.103	0.133	0.200
25	4	5	1204.89	0.1205	412	50	250	0.172	0.224	0.336
26	7	5	1136.21	0.1136	412	47	250	0.163	0.211	0.317
27	12	5	1545.07	0.1545	412	64	250	0.221	0.287	0.431
28	11	5	1904.39	0.1904	412	78	250	0.272	0.354	0.531
29	8	5	1302.18	0.1302	412	54	250	0.186	0.242	0.363
30	16	5	3248.31	0.3248	412	134	250	0.465	0.604	0.906
31	25	5	4025.97	0.4026	412	166	250	0.576	0.749	1.123
32	20	5	3288.18	0.3288	412	135	250	0.470	0.612	0.917
33			0.00	0.0000	412	0	250	0.000	0.000	0.000
	<b>392</b>		<b>72196.190</b>	<b>7.220</b>		<b>2974.483</b>		<b>10.328</b>	<b>13.426</b>	<b>20.140</b>



## ANEXO No. 2

## RESULTADOS HIDRÁULICOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN YAGUARCUNA

Resultado de nudos en 0:00 Hrs				Resultado de tuberías en 0:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.27	35.57	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.07	38.83	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.02	41.95	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2187.99	44.71	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2187.98	51.33	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2187.98	44.69	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2187.98	40.43	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188	40.48	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.03	38.47	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.07	35.7	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.03	34.03	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188	36.64	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2187.99	38.65	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2187.98	40	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2187.98	39.81	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2187.98	41.64	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2187.98	40	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2187.98	38.88	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2187.98	37.36	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2187.99	34.95	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188	30.4	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.17	28.42	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.06	32.62	23	0	0	0
25	0.21	2188.03	35.47	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.03	36.81	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.02	40.07	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.02	38.85	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.02	35.78	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2187.97	50.7	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2187.97	51.07	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2187.97	51.25	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188	40.2	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.95	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.34	2188.43	3.3	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.95	2.61	32.03
	<b>Presión promedio:</b>	39.56	m				
	<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s				
	<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km				

Resultado de nudos en 1:00 Hrs				Resultado de tuberías en 1:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 2:00 Hrs				Resultado de tuberías en 2:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 3:00 Hrs				Resultado de tuberías en 3:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 4:00 Hrs				Resultado de tuberías en 4:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 5:00 Hrs				Resultado de tuberías en 5:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 6:00 Hrs				Resultado de tuberías en 6:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 7:00 Hrs				Resultado de tuberías en 7:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km



Resultado de nudos en 8:00 Hrs				Resultado de tuberías en 8:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 9:00 Hrs				Resultado de tuberías en 9:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 10:00 Hrs				Resultado de tuberías en 10:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 11:00 Hrs				Resultado de tuberías en 11:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 12:00 Hrs				Resultado de tuberías en 12:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 13:00 Hrs				Resultado de tuberías en 13:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 14:00 Hrs				Resultado de tuberías en 14:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 15:00 Hrs				Resultado de tuberías en 15:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km



Resultado de nudos en 16:00 Hrs				Resultado de tuberías en 16:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 17:00 Hrs				Resultado de tuberías en 17:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 18:00 Hrs				Resultado de tuberías en 18:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 19:00 Hrs				Resultado de tuberías en 19:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 20:00 Hrs				Resultado de tuberías en 20:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 21:00 Hrs				Resultado de tuberías en 21:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 22:00 Hrs				Resultado de tuberías en 22:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 23:00 Hrs				Resultado de tuberías en 23:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km



Resultado de nudos en 24:00 Hrs				Resultado de tuberías en 24:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 25:00 Hrs				Resultado de tuberías en 25:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 26:00 Hrs				Resultado de tuberías en 26:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 27:00 Hrs				Resultado de tuberías en 27:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 28:00 Hrs				Resultado de tuberías en 28:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 29:00 Hrs				Resultado de tuberías en 29:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 30:00 Hrs				Resultado de tuberías en 30:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 31:00 Hrs				Resultado de tuberías en 31:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km



Resultado de nudos en 32:00 Hrs				Resultado de tuberías en 32:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 33:00 Hrs				Resultado de tuberías en 33:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 34:00 Hrs				Resultado de tuberías en 34:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 35:00 Hrs				Resultado de tuberías en 35:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 36:00 Hrs				Resultado de tuberías en 36:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 37:00 Hrs				Resultado de tuberías en 37:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 38:00 Hrs				Resultado de tuberías en 38:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 39:00 Hrs				Resultado de tuberías en 39:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km



Resultado de nudos en 40:00 Hrs				Resultado de tuberías en 40:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 41:00 Hrs				Resultado de tuberías en 41:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 42:00 Hrs				Resultado de tuberías en 42:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 43:00 Hrs				Resultado de tuberías en 43:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 44:00 Hrs				Resultado de tuberías en 44:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 45:00 Hrs				Resultado de tuberías en 45:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 46:00 Hrs				Resultado de tuberías en 46:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 47:00 Hrs				Resultado de tuberías en 47:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km



Resultado de nudos en 48:00 Hrs				Resultado de tuberías en 48:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 49:00 Hrs				Resultado de tuberías en 49:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 50:00 Hrs				Resultado de tuberías en 50:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 51:00 Hrs				Resultado de tuberías en 51:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 52:00 Hrs				Resultado de tuberías en 52:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 53:00 Hrs				Resultado de tuberías en 53:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.98
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.18
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.86
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

Resultado de nudos en 54:00 Hrs				Resultado de tuberías en 54:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 55:00 Hrs				Resultado de tuberías en 55:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km



Resultado de nudos en 56:00 Hrs				Resultado de tuberías en 56:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 57:00 Hrs				Resultado de tuberías en 57:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 58:00 Hrs				Resultado de tuberías en 58:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.28
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.12
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.03
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 59:00 Hrs				Resultado de tuberías en 59:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.7	0.4	1.01
3	0.33	2188.76	39.52	2	4.48	0.55	3.99
4	0.44	2188.71	42.64	3	2.43	0.3	1.29
5	0.61	2188.68	45.4	4	1.58	0.19	0.58
6	0.4	2188.67	52.02	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.67	45.38	6	0.06	0.01	0
8	0.94	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.11	0.26	0.99
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.34	0.29	1.2
12	0.28	2188.72	34.72	11	-5.95	0.73	6.74
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.17	0.6
14	0.68	2188.68	39.34	13	-0.37	0.08	0.16
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.67	40.5	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.67	42.33	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.67	40.69	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.4	2188.67	39.57	18	-1.51	0.19	0.53
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.97	0.24	0.88
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.34	0.18	0.32
22	0.14	2188.69	31.09	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.75	33.31	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.71	40.76	26	-0.74	0.09	0.15
28	0.33	2188.71	39.54	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.94	0.12	0.22
30	0.57	2188.66	51.39	29	-1.08	0.13	0.29
31	0.71	2188.66	51.76	30	-0.31	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.69	40.89	32	0.06	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.03	0.25	0.92
1	69	2189.13	4	34	1.87	0.41	3.21
				35	1	0.22	1.01
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.29	0.06	0.1
				39	-0.34	0.08	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.97	0.21	0.95
				44	0.11	0.02	0.02
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.66	0.14	0.46
				48	-0.51	0.11	0.28
				49	-0.65	0.14	0.45
				50	0.49	0.11	0.27
				51	0.49	0.11	0.27
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.25	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.60	m/km

Resultado de nudos en 60:00 Hrs				Resultado de tuberías en 60:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 61:00 Hrs				Resultado de tuberías en 61:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 62:00 Hrs				Resultado de tuberías en 62:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 63:00 Hrs				Resultado de tuberías en 63:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km



Resultado de nudos en 64:00 Hrs				Resultado de tuberías en 64:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.76
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.23
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.18
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.3
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.16
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.13
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.02
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 65:00 Hrs				Resultado de tuberías en 65:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.28	2188.9	36.2	1	15.07	0.48	1.39
3	0.39	2188.63	39.39	2	5.32	0.66	5.48
4	0.52	2188.55	42.48	3	2.89	0.36	1.77
5	0.73	2188.52	45.24	4	1.88	0.23	0.79
6	0.47	2188.5	51.85	5	0.95	0.12	0.22
7	0.71	2188.5	45.21	6	0.07	0.01	0
8	1.11	2188.51	40.96	7	-0.82	0.1	0.17
9	0.83	2188.54	41.02	8	-1.74	0.21	0.69
10	0.66	2188.58	39.02	9	-2.5	0.31	1.35
11	0.32	2188.63	36.26	10	-2.78	0.34	1.65
12	0.33	2188.57	34.57	11	-7.06	0.87	9.25
13	0.71	2188.54	37.18	12	0.89	0.2	0.82
14	0.81	2188.52	39.18	13	-0.44	0.1	0.22
15	0	2188.51	40.53	14	0.2	0.04	0.05
16	0.95	2188.5	40.33	15	0.19	0.02	0.01
17	0.56	2188.5	42.16	16	-0.29	0.04	0.02
18	0.26	2188.5	40.52	17	-1.18	0.15	0.34
19	0.47	2188.5	39.4	18	-1.79	0.22	0.73
20	0.4	2188.51	37.89	19	-2.34	0.29	1.2
21	0.36	2188.52	35.48	20	-3.96	0.22	0.44
22	0.17	2188.53	30.93	21	-0.52	0.11	0.3
23	0.19	2188.78	29.03	22	-0.36	0.08	0.15
24	0.15	2188.61	33.17	23	0	0	0
25	0.25	2188.58	36.02	24	-0.09	0.01	0
26	0.24	2188.58	37.36	25	-0.35	0.04	0.03
27	0.32	2188.55	40.6	26	-0.88	0.11	0.2
28	0.4	2188.55	39.38	27	-1.12	0.14	0.31
29	0.27	2188.56	36.32	28	-1.11	0.14	0.3
30	0.68	2188.49	51.22	29	-1.28	0.16	0.39
31	0.84	2188.49	51.59	30	-0.36	0.08	0.15
32	0.69	2188.49	51.77	31	-0.16	0.04	0.04
33	0	2188.53	40.73	32	0.07	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.41	0.3	1.27
1	66.62	2189.13	4	34	2.22	0.49	4.41
				35	1.19	0.26	1.39
				37	-0.1	0.02	0.01
				38	-0.34	0.07	0.14
				39	-0.41	0.09	0.19
				40	0.06	0.01	0
				41	-0.1	0.02	0.01
				42	-0.34	0.07	0.13
				43	1.15	0.25	1.31
				44	0.13	0.03	0.03
				45	-0.88	0.19	0.8
				46	-0.62	0.14	0.41
				47	-0.78	0.17	0.63
				48	-0.6	0.13	0.39
				49	-0.77	0.17	0.61
				50	0.58	0.13	0.37
				51	0.58	0.13	0.37
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.09	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.17	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.82	m/km

Resultado de nudos en 66:00 Hrs				Resultado de tuberías en 66:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 67:00 Hrs				Resultado de tuberías en 67:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 68:00 Hrs				Resultado de tuberías en 68:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 69:00 Hrs				Resultado de tuberías en 69:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 70:00 Hrs				Resultado de tuberías en 70:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.58
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.1
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.02
				45	-0.78	0.17	0.64
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km

Resultado de nudos en 71:00 Hrs				Resultado de tuberías en 71:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.25	2188.95	36.25	1	13.3	0.42	1.1
3	0.34	2188.73	39.49	2	4.7	0.58	4.35
4	0.46	2188.67	42.6	3	2.55	0.31	1.4
5	0.64	2188.64	45.36	4	1.66	0.2	0.63
6	0.41	2188.63	51.98	5	0.84	0.1	0.18
7	0.63	2188.63	45.34	6	0.06	0.01	0
8	0.98	2188.64	41.09	7	-0.73	0.09	0.14
9	0.73	2188.66	41.14	8	-1.53	0.19	0.55
10	0.58	2188.69	39.13	9	-2.21	0.27	1.07
11	0.28	2188.73	36.36	10	-2.46	0.3	1.31
12	0.3	2188.69	34.69	11	-6.23	0.77	7.34
13	0.63	2188.66	37.3	12	0.79	0.17	0.65
14	0.71	2188.64	39.3	13	-0.38	0.08	0.17
15	0	2188.64	40.66	14	0.18	0.04	0.04
16	0.84	2188.63	40.46	15	0.16	0.02	0.01
17	0.5	2188.63	42.29	16	-0.26	0.03	0.02
18	0.23	2188.63	40.65	17	-1.04	0.13	0.27
19	0.41	2188.63	39.53	18	-1.58	0.19	0.57
20	0.36	2188.64	38.02	19	-2.07	0.26	0.95
21	0.32	2188.65	35.61	20	-3.49	0.19	0.35
22	0.15	2188.65	31.05	21	-0.46	0.1	0.24
23	0.17	2188.85	29.1	22	-0.32	0.07	0.12
24	0.13	2188.72	33.28	23	0	0	0
25	0.22	2188.69	36.13	24	-0.08	0.01	0
26	0.21	2188.69	37.47	25	-0.31	0.04	0.03
27	0.28	2188.67	40.72	26	-0.78	0.1	0.16
28	0.35	2188.67	39.5	27	-0.99	0.12	0.24
29	0.24	2188.68	36.44	28	-0.98	0.12	0.24
30	0.6	2188.62	51.35	29	-1.13	0.14	0.31
31	0.74	2188.62	51.72	30	-0.32	0.07	0.12
32	0.61	2188.63	51.91	31	-0.15	0.03	0.03
33	0	2188.65	40.85	32	0.06	0.01	0.01
34	-81.7	2310	0	33	2.13	0.26	1
1	68.4	2189.13	4	34	1.96	0.43	3.5
				35	1.05	0.23	1.1
				37	-0.09	0.02	0.01
				38	-0.3	0.07	0.11
				39	-0.36	0.08	0.15
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.3	0.07	0.11
				43	1.02	0.22	1.04
				44	0.12	0.03	0.01
				45	-0.78	0.17	0.63
				46	-0.55	0.12	0.33
				47	-0.69	0.15	0.5
				48	-0.53	0.12	0.31
				49	-0.68	0.15	0.49
				50	0.51	0.11	0.29
				51	0.51	0.11	0.29
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.21	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.15	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.65	m/km



Resultado de nudos en 72:00 Hrs				Resultado de tuberías en 72:00 Hrs			
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. m/km
2	0.24	2188.97	36.27	1	12.62	0.4	1
3	0.33	2188.77	39.53	2	4.45	0.55	3.95
4	0.43	2188.72	42.65	3	2.42	0.3	1.27
5	0.61	2188.69	45.41	4	1.57	0.19	0.57
6	0.39	2188.68	52.03	5	0.8	0.1	0.16
7	0.6	2188.68	45.39	6	0.06	0.01	0
8	0.93	2188.68	41.13	7	-0.69	0.09	0.13
9	0.7	2188.7	41.18	8	-1.46	0.18	0.5
10	0.55	2188.73	39.17	9	-2.09	0.26	0.97
11	0.27	2188.77	36.4	10	-2.33	0.29	1.19
12	0.28	2188.73	34.73	11	-5.91	0.73	6.66
13	0.6	2188.7	37.34	12	0.75	0.16	0.59
14	0.68	2188.69	39.35	13	-0.36	0.08	0.15
15	0	2188.68	40.7	14	0.17	0.04	0.04
16	0.8	2188.68	40.51	15	0.16	0.02	0.01
17	0.47	2188.68	42.34	16	-0.24	0.03	0.02
18	0.22	2188.68	40.7	17	-0.99	0.12	0.24
19	0.39	2188.68	39.58	18	-1.5	0.18	0.52
20	0.34	2188.68	38.06	19	-1.96	0.24	0.87
21	0.3	2188.69	35.65	20	-3.31	0.18	0.32
22	0.14	2188.7	31.1	21	-0.44	0.1	0.22
23	0.16	2188.87	29.12	22	-0.31	0.07	0.11
24	0.13	2188.76	33.32	23	0	0	0
25	0.21	2188.73	36.17	24	-0.07	0.01	0
26	0.2	2188.73	37.51	25	-0.29	0.04	0.02
27	0.27	2188.72	40.77	26	-0.74	0.09	0.14
28	0.33	2188.72	39.55	27	-0.94	0.12	0.22
29	0.23	2188.72	36.48	28	-0.93	0.12	0.22
30	0.57	2188.67	51.4	29	-1.07	0.13	0.28
31	0.7	2188.67	51.77	30	-0.3	0.07	0.11
32	0.58	2188.67	51.95	31	-0.14	0.03	0.03
33	0	2188.7	40.9	32	0.05	0.01	0
34	-81.7	2310	0	33	2.02	0.25	0.91
1	69.08	2189.13	4	34	1.86	0.41	3.17
				35	0.99	0.22	1
				37	-0.08	0.02	0.01
				38	-0.28	0.06	0.1
				39	-0.34	0.07	0.14
				40	0.05	0.01	0
				41	-0.09	0.02	0.01
				42	-0.28	0.06	0.1
				43	0.96	0.21	0.94
				44	0.11	0.02	0.01
				45	-0.74	0.16	0.58
				46	-0.52	0.11	0.3
				47	-0.65	0.14	0.46
				48	-0.5	0.11	0.28
				49	-0.64	0.14	0.44
				50	0.49	0.11	0.26
				51	0.49	0.11	0.26
				36	81.7	2.6	31.85

<b>Presión promedio:</b>	40.26	m
<b>Velocidad promedio:</b>	0.14	m/s
<b>Perdidas promedio:</b>	0.59	m/km

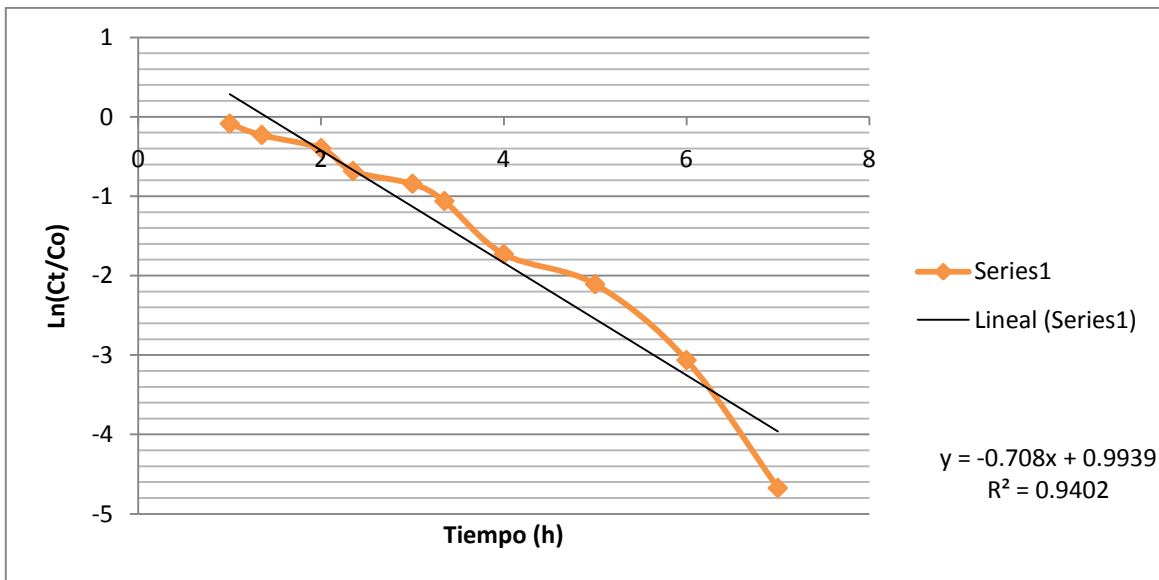
## ANEXO No. 3

### ESCENARIOS DE TOMAS DE DATOS

#### 6.2.5. Primer ensayo: Enero 2010

Hora	Cloro libre	Tiempo acumulado	ln(Ct/Co)
07h50	1.07	0	
08h25	0.98	1	-0.08786136
08h50	0.85	1.35	-0.23017758
09h25	0.72	2	-0.39616272
09h50	0.54	2.35	-0.68384479
10h25	0.46	3	-0.84418744
10h50	0.37	3.35	-1.06191092
11h50	0.19	4	-1.72838986
12h50	0.13	5	-2.10787948
13h50	0.05	6	-3.06339092
14h50	0.01	7	-4.67282883

**Tabla 3.1** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 1  
Fuente: el autor.



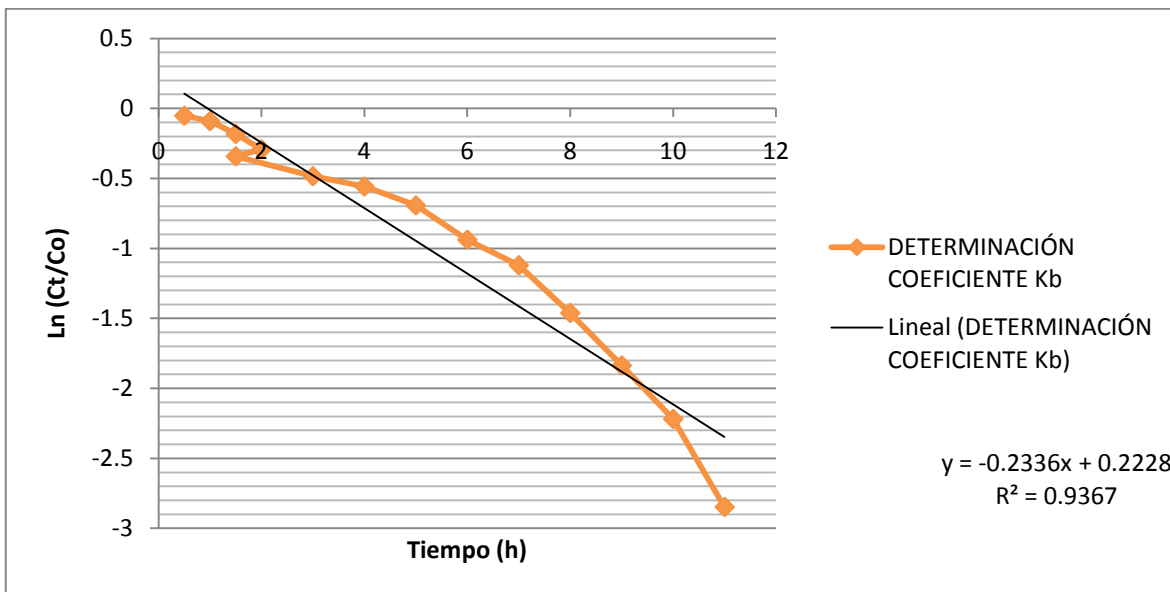
**Gráfico 3.1** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 1  
Fuente: el autor.

Como muestra la línea de tendencia obtenemos que la pendiente es -0,708, el cual es el coeficiente  $K_b$  buscado.

### 6.2.6. Segundo ensayo: Mayo 2011

Hora	Cloro Libre	tiempo acumulado	ln(Ct/Co)
07H00	1.38	0	
07H30	1.31	0.5	-0.05205636
08H00	1.26	1	-0.09097178
08H30	1.15	1.5	-0.18232156
09H00	1.03	2	-0.2925247
09H30	0.98	1.5	-0.34228621
10H00	0.85	3	-0.48460243
11H00	0.79	4	-0.55780583
12H00	0.69	5	-0.69314718
13H00	0.54	6	-0.93826964
14H00	0.45	7	-1.1205912
15H00	0.32	8	-1.46151778
16H00	0.22	9	-1.83621123
17H00	0.15	10	-2.21920348
18H00	0.08	11	-2.84781214

**Tabla 3.2** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 2  
**Fuente:** el autor.



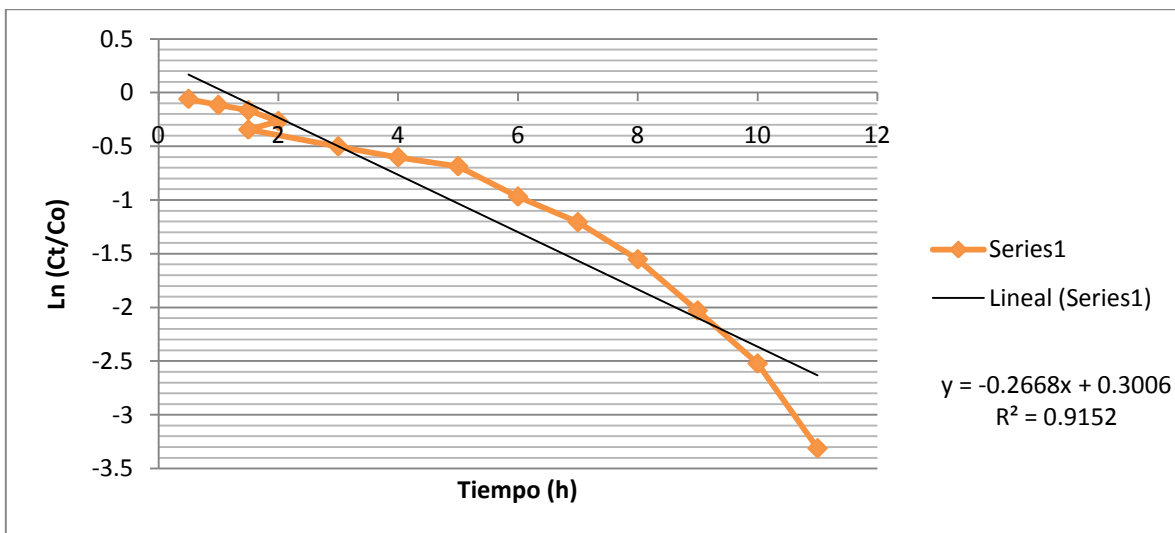
**Gráfico 3.2** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 2  
**Fuente:** el autor.

Como muestra la línea de tendencia obtenemos que la pendiente es -0,233, el cual es el coeficiente  $K_b$  buscado.

### 6.2.7. Tercer ensayo: Mayo 2011

Hora	Cloro Libre	Tiempo acumulado	ln(Ct/Co)
07H00	1.37	0	
07H30	1.29	0.5	-0.06016852
08H00	1.22	1	-0.11595988
08H30	1.16	1.5	-0.16639073
09H00	1.05	2	-0.26602058
09H30	0.97	1.5	-0.34526995
10H00	0.83	3	-0.50114032
11H00	0.75	4	-0.60249281
12H00	0.69	5	-0.68587442
13H00	0.52	6	-0.96873721
14H00	0.41	7	-1.20640886
15H00	0.29	8	-1.5526851
16H00	0.18	9	-2.02960917
17H00	0.11	10	-2.52208565
18H00	0.05	11	-3.31054301

**Tabla 3.3** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 3  
**Fuente:** el autor.



**Gráfico 3.3** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 3  
**Fuente:** el autor.

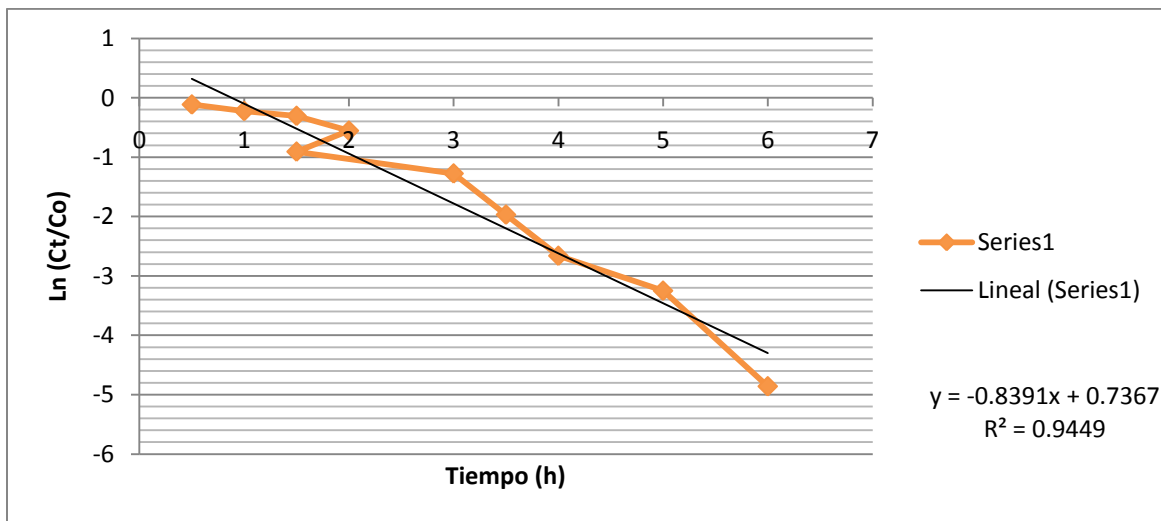
Como muestra la línea de tendencia obtenemos que la pendiente es -0,266, el cual es el coeficiente  $K_b$  buscado.

**6.2.8. Cuarto ensayo: Febrero 2012**

Hora	Cloro Libre	Tiempo acumulado	ln(Ct/Co)
07H00	1.29	0	
07H30	1.15	0.5	-0.11488028
08H00	1.03	1	-0.22508342
08H30	0.95	1.5	-0.30593551
09H00	0.74	2	-0.55574731
09H30	0.52	1.5	-0.90856869
10H00	0.36	3	-1.27629347
10H30	0.18	3.5	-1.96944065
11H00	0.09	4	-2.66258783
12H00	0.05	5	-3.25037449
13H00	0.01	6	-4.8598124

**Tabla 3.4** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 4

**Fuente:** el autor.



**Gráfico 3.4** Determinación del coeficiente  $K_b$ , ensayo 4

**Fuente:** el autor.

Como muestra la línea de tendencia obtenemos que la pendiente es -0,839, el cual es el coeficiente  $K_b$  buscado.

## ANEXO No. 4

### Glosario de términos

**Acido hipocloroso:** ácido que resulta de la unión del óxido ácido de cloro con  $H_2O$ . Recibe tal nombre debido a que el cloro actúa con el estado de oxidación +1, que es el menor de los cuatro que posee: +1, +3, +5 y +7. Su fórmula química es  $HClO$ .

**Actinomicetos:** son un grupo de bacterias de mayoría filamentosa, que tienen similitud con los hongos, por la morfología, tipo reproducción y crecimiento en medios de cultivo sólidos y líquidos, son procariotes que mineralizan la materia orgánica que hongos y bacterias verdaderas generalmente no degradan.

**Aminoácidos:** es una molécula orgánica con un grupo amino ( $-NH_2$ ) y un grupo carboxilo ( $-COOH$ ; ácido). Los aminoácidos más frecuentes y de mayor interés son aquellos que forman parte de las proteínas.

**Amoniaco:** es un compuesto químico que a temperatura ambiente, es un gas incoloro de olor muy penetrante y nauseabundo. Se produce naturalmente por descomposición de la materia orgánica y también se fabrica industrialmente. Es fácilmente soluble y se evapora rápidamente.

**Biocorrosión:** es el deterioro de materiales metálicos provocado por la acción directa o indirecta de bacterias, hongos o algas, en condiciones aeróbicas, la corrosión se produce por acción de un metabolito (ácido) o por la acción directa de una bacteria, capaz de oxidar el hierro a óxidos o hidróxidos.

**Cloramina:** es un compuesto químico de fórmula  $NH_2Cl$ . Por lo general se utiliza como una solución diluida con función desinfectante.

**Clorofenol:** son un grupo de sustancias químicas producidas añadiendo cloro al fenol. El fenol es un compuesto aromático derivado del benceno. Hay 5 tipos básicos de clorofenoles y 19 clorofenoles diferentes.

**Helmintos:** que significa gusano, se usa sobre todo en parasitología, para referirse a especies animales de cuerpo largo o blando que infestan el organismo de otras especies.

**Hidrólisis:** es una reacción química entre una molécula de agua y otra molécula, en la cual la molécula de agua se divide y sus átomos pasan a formar parte de otra especie química. Esta reacción es importante por el gran número de contextos en los que el agua actúa como disolvente.

**Ión hipoclorito:** es un oxoanión con un átomo de cloro en estado de oxidación +1, que tiene de fórmula química  $\text{ClO}^-$ . También, un hipoclorito es un compuesto químico que contiene dicho ion. Los hipocloritos son sales derivadas del ácido hipocloroso,  $\text{HClO}$ .

**Ionización:** es el fenómeno químico o físico mediante el cual se producen iones, estos son átomos o moléculas cargadas eléctricamente debido al exceso o falta de electrones respecto a un átomo o molécula neutro. A la especie química con más electrones que el átomo o molécula neutros se le llama anión, y posee una carga neta negativa, y a la que tiene menos electrones catión, teniendo una carga neta positiva. Hay varias maneras por las que se pueden formar iones de átomos o moléculas.

**Nitratos:** Los nitratos inorgánicos se forman en la naturaleza por la descomposición de los compuestos nitrogenados como las proteínas, la urea, etc.. En esta descomposición se forma amoníaco o amonio respectivamente. En presencia de oxígeno éste es oxidado por microorganismos de tipo nitrobacter a ácido nítrico que ataca cualquier base (generalmente carbonatos) que hay en el medio formando el nitrato correspondiente

**Nitrógeno amoniacal:** es uno de los componentes transitorios en el agua puesto que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es el producto natural de descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. En el agua puede aparecer en forma molecular o como ion amonio, dependiendo del pH.

**Ozonización:** es una buena alternativa a la cloración, (principalmente en la preoxidación), cuando en el agua hay fenoles y otras sustancias orgánicas precursoras de trihalometanos. Los fenoles por la adición de cloro forman clorofenoles de sabor y olor muy desagradables, aún en concentraciones tan pequeñas como 0,01 mg./l.

**Peptonas:** son polipéptidos formados durante la degradación enzimática de proteínas. Son la principal fuente de nitrógeno en el medio orgánico para el cultivo de bacterias. Contienen aminoácidos libres y cadenas cortas de péptidos, ciertas vitaminas y a veces carbohidratos. Es soluble en agua e insoluble en etanol y éter.

**Proteínas:** son macromoléculas formadas por cadenas lineales de aminoácidos. Por sus propiedades físico-químicas, las proteínas se pueden clasificar en proteínas simples (holoproteidos), que por hidrólisis dan solo aminoácidos o sus derivados; proteínas conjugadas (heteroproteidos), que por hidrólisis dan aminoácidos acompañados de sustancias diversas, y proteínas derivadas, sustancias formadas por desnaturalización y desdoblamiento de las anteriores.

**Protozoos:** son organismos microscópicos, unicelulares Eucariota; heterótrofos, fagótrofos, depredadores o detritívoros, a veces mixótrofos (parcialmente autótrofos); que viven en ambientes húmedos o directamente en medios acuáticos, ya sean aguas saladas o aguas dulces.

**Sulfuros:** es la combinación del azufre (número de oxidación -2) con un elemento químico o con un radical. Hay unos pocos compuestos covalentes del azufre, como el disulfuro de carbono ( $CS_2$ ) y el sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) que son también considerados como sulfuros. Este compuesto es un gas con olor a huevos podridos y es altamente tóxico.

**Tricloruro de nitrógeno:** es el compuesto químico con la fórmula de  $NOCl_3$ . Este amarillo, aceitoso, de olor acre líquido es más comúnmente encontrado como un subproducto de las reacciones químicas entre el amoníaco y los derivados de cloro (por ejemplo, en las piscinas entre el cloro de desinfección y urea en la orina de los bañistas).