



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA

FACULTAD DE CIENCIAS EXÁCTAS, FÍSICAS Y
NATURALES

PRÁCTICA SUPERVISADA

“MODELACIÓN y ANALISIS de la RED DE AGUA POTABLE de la CIUDAD DE LA QUIACA”

Alumno: VERGARA, Federico Martín - Mat: 33.751.957

Tutor: Ingeniero Civil Juan Bresciano

Supervisor Externo: Ingeniero Civil Jorge Luis Vergara

AÑO 2015

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Jorge y Graciela, por darme la posibilidad de estudiar, por apoyarme siempre y alentarme a seguir en los momentos de flaqueza.

A mis hermanos, Julián, Sofía y Caro, por acompañarme en la vida, tanto en los momentos malos como en los buenos.

A mi novia, Mabel, por acompañarme todos los días sin importar donde estemos.

A mi ciudad querida, La Quiaca, por mostrarme siempre donde está el norte en mi vida.

A Juan, Daro y Piri, por estar siempre.

A Pato, mi tía Gabi y mi tío Adrián, por aconsejarme y escucharme.

Al ingeniero Juan Bresciano, por su dedicación y compromiso siendo mi tutor.

Finalmente, le dedico este trabajo a mis 4 abuelos, Ilda, Margarita, Felipe y Horacio, por darme siempre lo mejor de ellos, por demostrarme que con esfuerzo y dedicación se puede lograr todo en la vida.

Federico Martín Vergara

RESUMEN

A- Objetivos generales

El desarrollo de la presente Práctica Supervisada tiene como objetivo general obtener experiencia práctica complementaria, aplicando y profundizando los conceptos adquiridos durante los años de estudio de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

Se emplearán los conceptos adquiridos durante el cursado de las materias adecuadas a las necesidades de la temática elegida, facilitando al autor su inserción como profesional en el ámbito laboral y de trabajo multidisciplinario.

Para el desarrollo de la misma se incorporarán nuevos conocimientos relacionados con el uso de software de aplicación como el programa EPANET, utilizado para modelar acueductos.

B- Objetivos específicos

- Modelar el estado actual de la red de agua potable de la Ciudad de La Quiaca.
- Aprender a utilizar el software EPANET.
- Analizar los resultados obtenidos con el fin de identificar los elementos deficientes del estado actual.
- Proyectar a 20 años la demanda de agua y nuevamente encontrar los elementos deficientes del sistema.
- Comparar la demanda de la población con la que puede entregar el sistema.
- Proponer soluciones para los problemas detectados.
- Elaborar un cómputo y presupuesto de las refacciones y mejoras propuestas.
- Utilizar todos los conceptos vistos en las materias afines a fluidos para realizar la modelación.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE – NORMATIVA	6
1.1. Introducción	6
1.2. ENOHSa (Ente Nacional de Obras Hidráulicas de Saneamiento)	7
1.3. Aspectos a considerar en un proyecto	8
1.4. Estudios preliminares para el diseño de las obras	8
1.5. Almacenamiento y regulación de la presión	18
1.6. Sistema de distribución	20
2. EPANET	25
2.1. Características del programa	25
2.2. Hipótesis y ecuaciones utilizadas en EPANET	30
3. CIUDAD DE LA QUIACA	33
3.1. Descripción de la localidad	33
3.2. La red de agua potable	35
3.3. Trabajos en campo	36
4. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL	38
4.1. Introducción	38
4.2. Cálculos base	38
4.3. Datos aportados por Agua de los Andes	43
4.4. Modelación de la red existente	45
4.5. Cuadro de situaciones del estado actual	51
5. ANÁLISIS DEL ESTADO FUTURO	66
5.1. Introducción	66
5.2. Cálculos base	66
5.3. Modelación de la red futura	73
5.4. Cuadro de situaciones del estado futuro	76
6. PROPUESTAS PARA EL RECONDICIONAMIENTO	80
6.1. Introducción	80
6.2. Lineamientos generales	80
6.3. Obras para el reacondicionamiento a corto plazo	82
6.4. Obras para el reacondicionamiento a largo plazo	86
6.5. Cálculo final de caudales y almacenamientos mínimos	89
6.6. Consideraciones finales	90
7. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE RECONDICIONAMIENTO A CORTO PLAZO	91
8. CONCLUSIONES	97
INDICE DE TABLAS	98
INDICE DE ILUSTRACIONES	99
BIBLIOGRAFÍA	101
ANEXO: PLANILLAS Y PLANOS	102

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se encuadra dentro de la Práctica Supervisada de la carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Córdoba. Para llevar a cabo la misma trabajé bajo la supervisión, tanto de mi supervisor externo, el ingeniero civil Jorge Luis Vergara, como de mi tutor interno, el ingeniero civil Juan Bresciano.

La realización de este trabajo se basó, fundamentalmente, en aplicar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, principalmente en la materia "Ingeniería Sanitaria" y relacionándolos con los aportados por otras materias que se vinculan y complementan, de forma tal que se desarrolle un trabajo integral.

La elección del tema a desarrollar, se debe principalmente a la importancia que posee un recurso tan valioso como el agua en la vida cotidiana de una población. Por lo cual me pareció apropiado evaluar y proponer mejoras en el funcionamiento de la red de agua potable de La Quiaca, ciudad donde crecí, para poder así garantizar a los habitantes de dicha ciudad un servicio correcto y eficiente.

En primer lugar se desarrolla un marco teórico, con recomendaciones, brindadas por el ENOHSa, a tener en cuenta al momento de elaborar un proyecto de red de agua potable. Se continúa con la presentación del programa EPANET y los elementos que se utilizan en dicho software.

Se prosigue a describir la ciudad de La Quiaca, sus características generales. Se enuncia brevemente la red de agua potable existente y el modo en que se modeló la misma.

Luego se realizan los cálculos, tanto del estado actual como del futuro, para poder cargar el modelo y, una vez corrido el programa, se determinan los puntos la red en donde se producen problemas. Estos problemas se detectan para ambos estados (actual y futuro).

Finalmente, se proponen soluciones a los problemas observados, y se realiza el cómputo y presupuesto correspondiente.

1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE – NORMATIVA

1.1. Introducción

Un sistema de abastecimiento de agua potable para una población es el conjunto de obras, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable para consumo doméstico, industrial, servicios públicos y otros usos.

Para la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua, es necesario realizar estudios de campo, de laboratorio y de gabinete, para un correcto dimensionado o análisis que considere las necesidades actuales de consumo y las futuras, contemplando la posibilidad de la construcción por etapas o modular.

Un sistema de abastecimiento de agua potable comprende:

- Captación o toma de agua
- Conducción principal de agua cruda
- Tratamiento de Potabilización
- Tanque de almacenamiento o cisternas
- Tanque de almacenamiento y distribución elevados
- Red de distribución
- Estaciones de bombeo, tanto de agua cruda como de agua ya potabilizada cuando sean necesarias.

Para el diseño de un sistema de abastecimiento son requisitos básicos la fijación de la cantidad de agua a suministrar, que determinara la capacidad de las distintas partes del sistema, el relevamiento planialtimétrico, estudios sobre la calidad y la cantidad de agua disponible en las diferentes fuentes cercanas, conocimiento del suelo y el subsuelo y todos los antecedentes que se consideran indispensables para la elección de la solución más adecuada y la preparación de presupuestos ajustados a la realidad.

1.2. ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hidráulicas de Saneamiento)

El ENOHSA es un organismo descentralizado del Estado Nacional dotado de personería jurídica y autarquía administrativa. Fue creado en 1995 por Ley 24.583, y se desenvuelve en el ámbito de la Secretaría de Obras Públicas del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios.

La misión del ENOHSA es organizar, administrar y ejecutar programas de infraestructura que deriven de las políticas nacionales del sector agua potable y saneamiento básico, en toda la extensión del territorio país.

Dichas políticas y programas deberán comprender, armonizar y coordinar las estrategias y acciones provinciales y municipales, tanto sean públicas como privadas, que estuvieren orientadas al mismo objetivo y que sean tendientes a promover:

- La expansión y explotación eficiente de los servicios, asegurando el acceso universal, el uso racional del recurso medio ambiente, la calidad de los productos y prestaciones, y la aplicación de tarifas justas y equitativas que permitan la sostenibilidad y expansión de los sistemas.
- La regulación y control de los servicios, preservando equilibradamente los derechos y obligaciones de los titulares de los sistemas, de los usuarios y de los prestadores (públicos y privados).
- La integración y participación de empresas públicas, privadas, cooperativas, entidades comunitarias y trabajadores de la actividad en la gestión de los servicios y en el financiamiento de su optimización y crecimiento en términos de sustentabilidad y eficiencia.

En el presente trabajo se transcriben aquellos requerimientos que deben considerarse al elaborar proyectos y que son enunciados por el Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento (ENOHSA) en su Guía para la Presentación de Proyectos de Agua Potable - **Criterios Básicos**.

1.3. Aspectos a considerar en un proyecto

En el caso de sistemas de agua potable un proyecto debe tener un enfoque integral, que debe comprender en forma simultánea un conjunto de actividades relacionadas con el mejoramiento comercial, el mejoramiento operativo, la optimización, rehabilitación y ampliación de las instalaciones existentes, la ejecución de nuevas instalaciones y el fortalecimiento del ente prestador del servicio de agua potable.

El proyecto puede integrar un sistema local o regional, tanto desde el punto de vista de la captación como del tratamiento. Se debe basar en un diagnóstico integral y debe considerar todas las partes componentes, obras, instalaciones y equipos del sistema en su conjunto, tanto para sistemas nuevos como para la ampliación o rehabilitación de sistemas existentes.

1.4. Estudios preliminares para el diseño de las obras

1.4.1. Recopilación de antecedentes y estudios de campo

La recopilación de antecedentes provee elementos básicos para la elaboración de un proyecto. En dicha etapa se deberá obtener información de los organismos oficiales, la que además deberá ser confirmada por los estudios de campo correspondientes.

En este caso como, es un análisis de un proyecto existente, se simplifican algunos ítems de información que serían indispensables en la realización de un proyecto.

1.4.1.1. Aspectos físicos

- Topográficos
 - Recopilación de mapas, fotografías aéreas e imágenes satelitales si las hubiera.
 - Recopilación de planos con la red actual de la ciudad.
 - Datos geométricos de las cañerías utilizadas.
- Edafológicos
 - Déficit/exceso de agua en el suelo
 - Red de drenaje natural y artificial
- Geotécnicos
 - Estudios geotécnicos existentes
 - Posición del nivel freático

1.4.1.2. Características de las fuentes de abastecimiento de agua

Es necesario, a la hora de realizar un análisis saber con exactitud:

- Caudales que puede aportar cada una de las fuentes.
- Obras existentes y otros usos de la fuente.
- Cantidad de Conexiones de agua potable existentes.
- Disponibilidad del recurso, capacidad máxima, media y mínima.
- Información específica requerida por los modelos a emplear

1.4.1.3. Aspectos socio – económicos y demográficos

- Población actual y evolución demográfica histórica según los diferentes censos nacionales y provinciales, así como apreciaciones demográficas municipales necesarias para realizar los estudios demográficos.
- Población de verano, turística, temporaria y rotación de la población turística.
- Ubicación e importancia de los establecimientos industriales, comerciales y oficinas públicas. En caso de parques industriales y/o grandes industrias es importante conocer el consumo de agua a fin de considerarlo como gasto puntual en el diseño de la red.

1.4.1.4. Infraestructura urbana

Toda información sobre el desarrollo urbano actual y futuro del área a abastecer será indispensable para establecer las áreas a servir y los caudales de diseño usados. A tal fin se deberá contar con:

- Zonas hacia las cuales tiende a desarrollarse la localidad.
- Distribución espacial de las viviendas y baldíos en la planta urbana.

1.4.1.5. Abastecimiento actual de agua

Se debe estudiar la siguiente información:

- Calidad del agua para consumo humano, ya sea de perforaciones, de cursos superficiales y/o de planta potabilizadora.
- Planos de la red de agua potable con ubicación planialtimétrica de las tuberías acotadas respecto a la línea municipal. Planos de las instalaciones complementarias, estaciones de bombeo, reservas, etc. Radio actual servido y futuro. Horizonte del proyecto. Capacidad de las fuentes, de la planta y de las conducciones, actual y prevista. Posibilidades de ampliación.
- Evolución del número de conexiones y de la población servida en los últimos años. Comparación con la población actual.
- Identificación de grandes consumidores de agua potable con el objeto de determinar la ubicación de los grandes consumos de agua potable comerciales y/o industriales.
- Estado de las instalaciones actuales y situación de atención del servicio.
- Características del organismo que presta el servicio de abastecimiento de agua

1.4.2. Trabajo y estudios en gabinete – Parámetros básicos de diseño

Una vez realizada la recopilación de antecedentes y el relevamiento de campo, en gabinete se realizará el ordenamiento de la información recogida y se la analizará a fin de tomar las decisiones respecto a la modelización de la red y análisis de la misma.

1.4.2.1. Periodo de previsión o diseño

Se considera periodo de diseño al tiempo, la actualidad y el momento en que por agotamiento de materiales o por falta de capacidad para prestar eficientemente el servicio, se agota la vida útil no cumpliéndose las condiciones ideales de funcionamiento.

El manual del Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento brinda al proyectista la TABLA 1 que se adjunta, como guía para establecer el periodo de diseño de cada unidad componente del sistema:

TABLA 1-1: Periodos de diseño. Sistema de agua potable

Sector	Periodo de diseño en años
• Sistemas de Captación	
➤ Superficiales	20
➤ Pozos	10
• Líneas de impulsión	15
• Plantas de Potabilización	
➤ Obras Civiles Básicas	20
➤ Obras Civiles Módulo de Tratamiento Primera Etapa	10
➤ Instalaciones electromecánicas	10
• Tanques y Cisternas de Almacenamiento	10
• Redes de Distribución	15
• Estaciones de Bombeo	
➤ Obras Civiles	20
➤ Instalaciones electromecánicas	10
• Medidores domiciliarios	5 a 8

1.4.2.2. Proyecciones de población

En general, es bastante incierto el cálculo del desenvolvimiento de la población de una ciudad en cuanto al número de habitantes, pues diversos factores pueden influir en este crecimiento tanto espacialmente como temporalmente y/o estacionalmente.

Las poblaciones crecen por el *movimiento vegetativo* dado por la diferencia entre nacimientos y defunciones, pero además crecen o decrecen por movimientos migratorios en función de mayor confort, atracciones laborales o educativas, etc.

1.4.2.3. Métodos de cálculo para una proyección demográfica

Las obras de saneamiento poseen una vida útil, por lo que hay que diseñarlas, proyectarlas y dimensionarlas para que presten servicio eficiente hasta el fin de ese periodo. Por ello, la correcta proyección de la población futura es fundamental para la estimación de los caudales de diseño de cualquier obra de Ingeniería Sanitaria.

Es necesario contar con una proyección demográfica fehaciente basada en censos nacionales de población y vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC), así como de otras fuentes confiables.

Existen diferentes métodos a utilizar para efectuar la proyección demográfica:

- *Curva logística*: de aplicación en localidades que han experimentado un crecimiento acelerado, el cual posteriormente ha sufrido una atenuación observable en la estabilización de tasas de crecimiento.
- *Tasas geométricas decrecientes*: para localidades que han sufrido un aporte migratorio o un incremento de la población significativo en el pasado reciente, debido a factores que generan atracción demográfica y cuyo crecimiento futuro previsible sea de menor importancia.
- *Relación – tendencia*: se basa en la relación entre la población total del país, la de la provincia, la del partido o departamento y la de la localidad y en las tendencias de evolución que presentan las mismas.
- *Incremento relativo*: se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado periodo de referencia.
- *Método de los componentes*: proyecta la población por sexo y grupos de edad. Se basa en un análisis detallado de los nacimientos, defunciones y movimientos migratorios.

En el presente trabajo la población futura se calculará mediante el método de la tasa geométrica decreciente, por lo cual se la describe detalladamente:

Método de tasa geométrica decreciente

La tasa media anual para la proyección de la población se define en base al análisis de las tasas medias anuales de los dos últimos periodos intercensales.

Se determinan las tasas medias anuales de variación poblacional de los dos últimos periodos intercensales (basándose en datos oficiales de los tres últimos censos de población y vivienda):

$$i_I = \sqrt[n_1]{\frac{P_2}{P_1}} - 1$$

$$i_{II} = \sqrt[n_2]{\frac{P_3}{P_2}} - 1$$

Donde:

i_I = tasa media anual de variación de la población durante el penúltimo periodo censal

i_{II} = tasa media anual de variación de la población del último periodo censal

P_1 = número de habitantes correspondientes al primer censo en estudio

P_2 = número de habitantes correspondientes al penúltimo censo en estudio

P_3 = número de habitantes correspondientes al último censo

n_1 = número de años del periodo censal entre el primero y segundo censo

n_2 = número de años del periodo censal entre el segundo y último censo

Para el intervalo comprendido entre el último censo y el año inicial del periodo de diseño así como el primer subperiodo de n_1 años, se debe efectuar la proyección con las tasas media anual del último periodo intercensal utilizando las siguientes expresiones:

$$P_a = P_3 (1 + i)^{na}$$

$$P_0 = P_a (1 + i)^{n_0}$$

$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

Siendo:

P_a = estimaciones de población existente a la fecha de ejecución del proyecto

P_0 = estimaciones de población al año previsto para la habilitación del sistema

P_n = estimaciones de población al año "n"

i = tasa media anual de proyección

n_a = número de años transcurridos entre el último censo y la fecha de ejecución del proyecto

n_o = número de años transcurridos entre la fecha de ejecución del proyecto y la habilitación del sistema

n = número de años transcurridos entre la población base y el año inicial de proyección.

Para cada subperiodo se determina la tasa media anual de proyección comparando los valores de las tasas medias históricas \underline{i}_I e \underline{i}_{II} . Considerando los datos de los tres últimos censos \underline{i}_I correspondería a la calculada con los dos primeros valores e \underline{i}_{II} con los dos últimos.

Si \underline{i}_I resulta menor que \underline{i}_{II} la tasa utilizada en la proyección del primer subperiodo debe ser igual al promedio entre ambas, resultando:

$$P_1 = P_0 \left\{ 1 + \frac{(\underline{i}_I + \underline{i}_{II})}{2} \right\}^{n1}$$

En el caso que i resulte mayor que ii , la tasa de proyección debe ser igual al valor de ii , resultando:

$$P_1 = P_0 (1 + i_{II})^{n1}$$

Los valores de las tasas medias anuales de proyección que han sido determinados por este procedimiento son válidos para la generalidad de los casos. No obstante ello, si por las características particulares de la localidad en estudio los valores no se ajustan a la realidad observable, el proyectista puede adoptar otras tasas de crecimiento, debiendo en ese caso suministrar las razones que lo justifiquen.

1.4.2.4. Consumos

• **Dotación media anual efectiva:** Es la cantidad de agua promedio consumida en un determinado año n por cada habitante servido por día y se expresa:

$$D_n \text{ (litros/hab.día)} = \frac{\text{Consumo total residencial durante el año } n}{365 \text{ días} \times \text{población total servida al año } n} = \frac{V_{cresn}}{365 \text{ días} \times P_{sn}}$$

Donde:

D_n (litros/hab.día): Dotación efectiva (en el año n)

V_{cresn} (litros): Volumen total consumido por usuarios residenciales durante el año n

P_{sn} (habitantes): Población servida en el año n

- **Dotación media anual aparente:** Es el cociente entre el consumo medio diario total de agua potable del año n por cualquier concepto (consumos residenciales y no residenciales) y la población total servida exclusivamente.

$$Da_n \text{ (litros/hab.día)} = \frac{V_{Cn}}{365 \text{ días} \times P_{sn}}$$

Donde:

Da_n (litros/hab.día): Dotación aparente (en el año n)

V_{Cn} (litros): Volumen medio consumido total de agua potable en el año n

P_{sn} (habitantes): Población servida con agua potable en el año n

Esta dotación aparente puede usarse para realizar cálculos estimativos o comparativos.

1.4.2.5. Dotación de diseño

La dotación de consumo a utilizar como dotación de diseño media anual debe calcularse, para cada caso, en base a la capacidad de la fuente, la influencia del clima, las características socio - económicas locales y al tipo de servicio y de usuarios.

A continuación se transcriben valores de dotación efectiva de consumo o de diseño media anual sugeridos por el ENOHSA para las realidades locales, los que deben ser chequeados al momento de proyectar de acuerdo a las costumbre del lugar de proyecto:

- Surtidores públicos: 40 l/hab.día
- Conexiones domiciliarias con medidor: 150 a 200 l/hab.día con un máximo de 250 l/hab.día cuando hay condiciones de clima semiárido y árido (a)
- Conexiones domiciliarias sin medidor: 150 l/hab.día a 300 l/hab.día (a)
- Conexiones para comercios, los consumos se deben calcular y justificar en función del número de empleados o locales sanitarios.
- Conexiones para industrias que produzcan alimentos destinados al consumo de la población, el consumo se debe determinar en base al tipo de industria y al volumen de producción. Es conveniente individualizarlos e indagar el consumo real requerido.
- Conexiones de industrias o grandes consumidores, se los deberá individualizar e indagar cuál es el consumo real requerido.
- Conexiones para escuelas, hospitales y hoteles, se calcula el consumo según (b):
 - Escuelas: 20 a 100 l/alumno.turno
 - Hospitales y clínicas con internación: 200 a 300 l/cama.día

- Hoteles: 100 a 250 l/cama.día (otros autores estiman dependiendo del número de huéspedes 1000 l/habitación.día)

(a) Los valores expuestos son consumos racionales, en lo posible deben justificarse en cada caso en base a datos de campo pues no siempre se hace uso racional del agua potable.

(b) Es conveniente confirmar estos valores con los establecimientos correspondientes del lugar de proyecto.

1.4.2.6. Caudales

Las causas mencionadas que afectan el consumo de una población, no actúan simultáneamente y pueden variar a través de intervalos de tiempo, durante las horas del día, de un día respecto a otro o de una estación del año respecto a otra.

Estas fluctuaciones podrán ser fácilmente observadas cuando se cuente con un aforador o caudalímetro que mida macrométricamente los consumos de la población, de lo contrario se tendrán que estimar por comparación con localidades similares. Dichas fluctuaciones se ven reflejadas en coeficientes de relación que iremos incorporando. La nomenclatura propuesta por el organismo ENOHSA es la siguiente:

TABLA 1-2: Denominación de caudales

Caudal (Q)	Nomenclatura
Mínimo horario	Q_A
Mínimo diario	Q_B
Medio diario	Q_C
Máximo diario	Q_D
Máximo horario	Q_E

TABLA 1-3: Definición de caudales de diseño

	Denominación	Definición
Q_{An}	Caudal mínimo horario del año n	Menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año
Q_{Bn}	Caudal medio mínimo diario del año n	Caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n
Q_{Cn}	Caudal medio diario del año n	Cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante servido
Q_{Dn}	Caudal medio máximo diario del año n	Caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n
Q_{En}	Caudal máximo diario del año n	Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (Q_{Dn}) del año n. Caudal horario máximo absoluto del año.

N: el subíndice "n" se debe reemplazar por el año del periodo de diseño que corresponda

En todo proyecto se debe incluir un cuadro en el que se especifiquen los coeficientes adoptados y los valores de caudales definidos en la tabla precedente, para el año inicial del periodo de diseño (n=0), el intermedio (n=10 años) y el final (n=20 años).

Si relacionamos los distintos caudales obtenemos los siguientes coeficientes de relación que nos serán útiles luego para determinar el caudal de diseño de cada parte de una instalación de suministro de agua potable, pues cada estructura componente del sistema se dimensiona en función de distintos caudales.

TABLA 1-4: Definición de coeficientes de caudal

α_{1n}	Coeficiente máximo diario del año n	$\alpha_{1n} = Q_{Dn} / Q_{Cn}$
α_{2n}	Coeficiente máximo horario del año n	$\alpha_{2n} = Q_{En} / Q_{Dn}$
α_n	Coeficiente total máximo horario del año n	$\alpha_n = Q_{En} / Q_{Cn}$
β_{1n}	Coeficiente mínimo diario del año n	$\beta_{1n} = Q_{Bn} / Q_{Cn}$
β_{2n}	Coeficiente mínimo horario del año n	$\beta_{2n} = Q_{An} / Q_{Bn}$
β_n	Coeficiente total mínimo horario del año n	$\beta_n = Q_{An} / Q_{Cn}$

En los coeficientes n no se considera agua no contabilizada ni consumos puntuales concentrados

$$\alpha_{1n} = \frac{\text{caudal medio del día de mayor consumo}}{\text{caudal medio diario anual}} = \frac{Q_{Dn}}{Q_{Cn}}$$

$$\alpha_{2n} = \frac{\text{caudal máximo horario}}{\text{caudal medio del día de mayor consumo}} = \frac{Q_{En}}{Q_{Dn}}$$

$$\alpha_n = \alpha_{1n} \times \alpha_{2n} = \frac{\text{caudal máximo horario}}{\text{caudal medio diario anual}} = \frac{Q_{En}}{Q_{Cn}}$$

$$\beta_{1n} = \frac{\text{caudal medio del día de menor consumo}}{\text{caudal medio anual}} = \frac{Q_{Bn}}{Q_{Cn}}$$

$$\beta_{2n} = \frac{\text{caudal mínimo horario}}{\text{caudal medio del día de menor consumo}} = \frac{Q_{An}}{Q_{Bn}}$$

$$\beta_n = \beta_{1n} \times \beta_{2n} = \frac{\text{caudal mínimo horario}}{\text{caudal medio anual}} = \frac{Q_{An}}{Q_{Cn}}$$

Los valores de estos coeficientes pueden permanecer invariables en el tiempo o variar dependiendo de las condiciones y características del servicio bajo las que se definen.

El caudal medio diario de consumo de agua potable (Q_{Cn}) para el año n se determina teniendo en cuenta:

- Caudales medios diarios consumidos residenciales (Q_{Cres})
- Caudales medios diarios consumidos no residenciales originados por instituciones públicas, privadas, comercios, industrias (Q_{Cnores})
- Caudales medios diarios consumidos por grandes usuarios comerciales o industriales (Q_{Cgun})

$$Q_{Cn} = Q_{Cres} + Q_{Cnores} + Q_{Cgun}$$

Los Q_{Cgun} consumidos por grandes usuarios se determinan en base a datos aportados por los mismos. Se deben considerar como gastos puntuales cuando el valor máximo horario previsto para los mismos sea igual o mayor a 5 veces el consumo máximo horario de una conexión típica de la localidad.

Cuando no existan registros confiables interrumpidos de al menos los 36 últimos meses de consumos de agua potable que permitan determinar los coeficientes de caudal, se pueden adoptar los valores que especifica el ENOHSA que se transcriben en TABLA N°5.

TABLA 1-5: Coeficientes de caudal

Población servida	α_{1n}	α_{2n}	α_n	β_{1n}	β_{2n}	β_n
500 hab < P < 3000 hab	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3000 hab < P < 15000 hab	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15000 hab < P	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Estos coeficientes van variando según costumbres y usos, por lo que se recomienda confirmar siempre con nuevas bibliografías.

1.5. Almacenamiento y regulación de la presión

Todo sistema de agua potable debe disponer de un almacenamiento cuya finalidad básica es la de efectuar la regulación entre la producción de agua y la demanda del consumo, esencialmente variable, y de disponer de reservas estratégicas.

El dimensionamiento del almacenamiento debe contemplar:

- Las reglamentaciones locales que exijan reservas para atender las necesidades de combate de incendios.
- El volumen necesario para la regulación indicada.
- La reserva necesaria para una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento. El diseño del sistema debe contemplar la instalación de cisternas enterradas o semienterradas y/o de tanques elevados, con el fin de lograr la configuración más económica para el sistema de distribución. Cuando sea necesario, los tanques elevados y las cisternas pueden, además, ser aptos para la regulación de las presiones en el sistema de distribución de acuerdo a su ubicación topográfica o a su propia elevación.

En los casos donde se justifique técnica y económicamente, la regulación de la presión puede realizarse como alternativa por tanques hidroneumáticos o con bombas de velocidad variable.

Cuando se trate de sistemas sectorizados en terrazas de presión debe considerarse la conveniencia de la interconexión de los sectores mediante la instalación de tanques rompresión o válvulas reguladoras de la presión.

1.5.1. Capacidades de las cisternas y tanques

Como criterio general se establece que el volumen mínimo de almacenamiento para la regulación y para considerar una interrupción de energía o de las fuentes de abastecimiento debe ser en todos los casos, como mínimo, el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo.

1.5.1.1. Reducción y/o distribución de capacidades

Pueden proyectarse capacidades mínimas de almacenamiento distintas a las consignadas en el punto anterior siempre que se den las razones técnico-económicas correspondientes, que a criterio del ENHOSa justifiquen los volúmenes adoptados.

En especial en el caso de sistemas con conducciones de escasa longitud entre el almacenamiento y el sistema de distribución, cuando se cuente con dos fuentes de energía independientes entre sí, puede disminuirse o distribuirse el volumen de almacenamiento.

1.5.1.2. Reserva contra incendio

En todos los casos se debe cumplir con las reglamentaciones locales que exijan reservas contra incendios. Cuando no existan reglamentaciones locales el ENOHSa puede exigir el cumplimiento de las exigencias de los cuerpos locales de bomberos, los que deben ser consultados formalmente por el proyectista.

1.5.2. Proyecto de tanque y cisternas

En general, por razones económicas se deben adoptar como criterios para la ubicación de los tanques los siguientes:

- En las proximidades de la fuente de abastecimiento o de la planta de tratamiento.
- Dentro o en las cercanías de la zona de mayores consumos.
- En una zona alta de la localidad.

En todos los casos se deben justificar las razones que llevaron a definir la ubicación de tanques y cisternas, considerando además que preferentemente deben localizarse en cada sector de importancia en que esté subdividida la red.

La cota del fondo de tanque o de la cisterna debe garantizar, cuando corresponda, las presiones mínimas necesarias en la red de distribución.

Dado que los materiales a utilizar deben ser durables, impermeables y de resistencia estructural adecuada, las cisternas se pueden construir de hormigón armado o mampostería y los tanques elevados de hormigón armado, plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) o metal. Queda librado, en todos los casos, a un cotejo económico la elección de uno u otro material.

1.6. Sistema de distribución

Es el sistema integrado por una serie de tuberías generalmente enterradas y sus piezas de unión y accesorios necesarios para operarla. Su función principal es conducir en forma continua agua para la prestación del servicio a los consumidores en cantidad y con la presión adecuada.

Está formada por cañerías maestras o principales, distribuidoras o secundarias, subsidiarias, válvulas y piezas especiales.

1.6.1. Información requerida

El planteo, diseño y cálculo de una red de distribución de agua requiere contar con la siguiente información:

- Sectores del sistema de abastecimiento con redes existentes y de proyectos anteriores.

- Relevamiento topográfico planialtimétrico del perímetro actual y sus áreas de expansión, indicando en él:

Loteos existentes y aprobados.

Plan director para determinar el desarrollo futuro de la población: reordenamiento urbanístico.

Cursos de agua con las obras existentes (viaductos, alcantarillas, etc.) y las instalaciones proyectadas.

Características topográficas de la localidad.

Singularidades: vías del ferrocarril, calles pavimentadas actuales y futuras (tipo de pavimento y veredas).

Instalaciones importantes, tanto a la vista como enterradas de los principales servicios públicos de la localidad.

Radio servido actual y futuro.

- Población existente y prevista en el horizonte de diseño y periodos intermedios.
- Densidad de la población y variación de la densidad y expansión del área a servir.
- Características socioeconómicas de la población en las diferentes zonas a servir.
- Áreas residenciales, comerciales, industriales y mixtas.

1.6.2. Parámetros de diseño

1.6.2.1. Caudal de diseño

El caudal de diseño debe ser el correspondiente al consumo máximo horario de la población de diseño.

De acuerdo a lo expresado precedentemente, para determinar el caudal se debe afectar al consumo medio diario establecido en base a la dotación y población futura con tres coeficientes:

α_{1n} que permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo diario (notar que es siempre mayor que 1 y lo multiplica)

α_{2n} que permite pasar del consumo máximo diario al consumo máximo horario (notar que es siempre mayor que 1 y lo multiplica)

Recordar que $\alpha_n = \alpha_{1n} \cdot \alpha_{2n}$ permite pasar del consumo medio diario al consumo máximo horario.

El **caudal de diseño** debe ser entonces: $\alpha_{1n} \cdot \alpha_{2n} \cdot \text{consumo medio diario}$

El proyectista debe someter en todos los casos a consideración del ENOHSa las razones que lo llevan a fijar valores para los coeficientes α_1 y α_2 .

En caso de que se esté calculando la capacidad de las conducciones hasta las reservas (tanques domiciliarios) podrá utilizarse como caudal de diseño el máximo diario anual.

1.6.2.2. Velocidades

Se establecen como velocidades usuales las siguientes:

TABLA 1-6: Velocidades admisibles

DN de la tubería	Velocidad
Mm	m/s
Menor o igual a 200	0,30 a 0,90
250 a 500	0,60 a 1,30
Mayor de 600	0,80 a 2,00

Valores mayores o menores deben ser adecuadamente justificados.

La velocidad máxima no debe superar 3,00 m/s.

1.6.2.3. Diámetros

El diámetro a utilizar para las cañerías que forman las mallas o conforman las cañerías principales debe resultar del respectivo cálculo de la red. El diámetro mínimo debe ser de 60 mm.

Las cañerías secundarias y subsidiarias se podrán proyectar con el diámetro mínimo antes indicado, salvo en zonas de elevada densidad demográfica donde debe justificarse en cada caso el diámetro a adoptar.

No se acepta la instalación de conexiones domiciliarias sobre cañerías de diámetro 300 mm o superior. De presentarse esta situación deben proyectarse las correspondientes cañerías subsidiarias.

1.6.3. Presión de servicio

Las presiones deben ser tales que no excedan las máximas de trabajo de acuerdo al tipo y clase de cañería utilizada.

1.6.3.1. Presión mínima

La presión dinámica no debe ser inferior a 12 m. de columna de agua, medida sobre nivel de vereda en los puntos más desfavorables de la red, los más alejados del tanque o los más altos.

Se acepta que en puntos aislados la presión dinámica mínima sea 8 m.c.a., la que debe ser debidamente justificada y su aprobación queda sujeta al solo juicio del ENOHSa.

1.6.3.2. Presión máxima

Se establece como máxima presión estática de servicio 50 m.c.a.

1.6.4. Diseño de la red de distribución

En todos los casos la red debe sectorizarse y debe procurarse proyectar mallas cerradas. La forma de las mismas y la longitud de las cañerías principales que las integran deben ceñirse a las características topográficas de la localidad, a la situación relativa de la densidad de población por abastecer y a la ubicación de tanques o cisternas. Se debe contemplar el desarrollo futuro de la localidad a fin de prever las posibilidades de ampliación.

La distribución abierta solo se debe aplicar en poblaciones poco densas donde los tramos de cañerías necesarios para cerrar circuitos resulten muy largos o de escasa utilización.

La sectorización debe realizarse considerando una zonificación por zona de presión de manera que no se exceda la presión máxima establecida.

En lo posible los sectores no deben exceder los 2.000 usuarios domiciliarios.

1.6.4.1. Métodos de cálculo

En primer lugar se debe definir, en base a los antecedentes reunidos, la proyección estimada y el crecimiento previsto de la localidad, el "radio a servir" futuro, para el que se proyecta la red. Esta zona debe identificarse claramente en el plano correspondiente.

Utilizando los datos anteriores y la densidad de población, topografía de la localidad y ubicación de las reservas o alimentaciones a la red, se deben definir las mallas de cañerías principales y atribuir las secundarias.

En caso de proyectarse el enlace a la red de edificios de importancia, donde el consumo puede ser elevado (industrias, hospitales, etc.), podrá considerarse en el cálculo de la red el gasto concentrado y no incluirse la correspondiente demanda en la estimación del gasto hectométrico, el gasto superficial o el gasto por vivienda.

Los diámetros, pérdidas de carga y velocidades se deben establecer por cualquiera de los métodos usuales para el cálculo de redes, pudiendo utilizarse programas de software reconocidos.

En todos los casos se debe acompañar una memoria técnica con la descripción del procedimiento seguido para la determinación del gasto hectométrico, el gasto superficial o el gasto por vivienda, el método de cálculo y/o el software utilizado, etc.

Dados los errores inherentes a los métodos e hipótesis de cálculo, se considera aceptable un error de cierre en cada malla que no exceda de 1 m para aquellos que utilicen los denominados puntos de equilibrio total o parcial.

Para los cálculos efectuados por modelos matemáticos resueltos por computación, se admite un error máximo del 1% (uno por ciento) en la determinación de los caudales.

1.6.4.2. Detalles constructivos

- Ubicación

Las cañerías de la red de distribución podrán colocarse por vereda o por calzada estableciéndose en 1,00 m. la distancia mínima, en horizontal, a las cañerías de cloacas o pluviales paralelas, debiendo éstas estar a mayor profundidad.

Cuando no se pueda cumplir con las separaciones mínimas o sea necesario pasar por debajo de desagües, se deben tomar todas las precauciones de impermeabilidad y soporte que el caso requiera.

Hasta el diámetro DN 300 mm podrán colocarse indistintamente por vereda o calzada.

Los diámetros iguales o superiores a DN 400 mm se deben colocar únicamente por calzada.

En avenidas, rutas, calles pavimentadas o calles de gran ancho podrá proyectarse la colocación de cañerías de distribución a cada lado de la calle en lugar de realizar las denominadas conexiones largas. En cada caso, la conveniencia de esta solución debe demostrarse mediante el correspondiente estudio económico.

- *Pendientes*

Las cañerías de DN 300 mm o mayores deben ser colocadas con una pendiente del 2 0/00 cuando la tubería aumenta su cota en el sentido de escurrimiento del agua y del 3 0/00 cuando la tubería disminuye su cota en el sentido de escurrimiento del agua.

1.6.4.3. *Materiales*

Se recomienda, a fin de facilitar las tareas de mantenimiento y reparaciones y evitar la existencia en el depósito de materiales de distintas clases, proyectar las redes y sus ampliaciones tratando, en lo posible, de uniformar los materiales, diámetros y piezas especiales a utilizar.

1.6.4.4. *Válvulas y accesorios*

- *Válvulas de cierre*

Se deben proyectar con el fin de dividir la red en secciones para poder aislar posibles fallas o trabajos complementarios, sin interrumpir el servicio en el resto de la población. Debe estudiarse muy cuidadosamente el número de válvulas a colocar, debiendo prevalecer un criterio de economía combinado con la funcionalidad normal del servicio.

No se admite el empleo de válvulas de cierre para regular caudales.

- *Válvulas de aire*

En las tuberías principales de diámetro igual o superior a DN 100 mm sin conexiones domiciliarias se deben colocar válvulas de aire en los puntos altos de quiebre así como en la tuberías de DN 300 mm o superior.

Deben ir alojadas en cámaras y, luego del ramal de conexión, debe preverse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que la válvula de aire.

- *Hidrantes*

Se deben conectar sobre las tuberías de DN 75 mm o superior, en vereda, cercanos a las esquinas y con una distancia máxima de 200 m entre ellos.

Luego del ramal de conexión debe preverse una válvula esclusa de cierre del mismo diámetro que el del hidrante.

- *Cámaras de limpieza*

Permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema. Se deben colocar en puntos bajos y consisten en derivaciones de la tubería provistas de una válvula de cierre y los elementos para alejar el líquido contenido en la red.

Los puntos bajos deben seleccionarse en forma tal que las cámaras de limpieza respectivas puedan drenar y limpiar toda la red.

2. EPANET

2.1. Características del programa

EPANET es un programa que realiza simulaciones en periodo extendido del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de distribución a presión. Este programa determina el caudal que circula por cada una de las conducciones, la presión en cada uno de los nudos, el nivel de agua en cada tanque y la concentración de diferentes componentes químicos en la red durante un periodo de simulación analizado en diferentes intervalos de tiempo.

EPANET puede emplearse para multitud de aplicaciones en el análisis de sistemas de distribución. Esto incluye:

- Utilización alternativa de las fuentes de suministro en sistemas que disponen de múltiples fuentes de abastecimiento.
- Variación de los esquemas de bombeo, llenado y vaciado de los depósitos.
- Uso de técnicas de tratamiento satélite, tales como la reclaración en determinados depósitos de almacenamiento.
- Determinación de conducciones que deben ser limpiadas o sustituidas.

2.1.1. Características del modelo hidráulico

EPANET posee las siguientes características en relación al modelo hidráulico:

- No existe límite en el tamaño de la red.
- Calcula las pérdidas por fricción en las conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Chezy-Manning.
- Incluye pérdidas menores en elementos tales como codos, acoplamientos, etc.
- Calcula la energía consumida y el costo de bombeo de las estaciones.
- Modela diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, de retención, de aislamiento, válvulas reductoras de presión, válvulas de control de caudal, etc.
- Permite el almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría.
- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.
- Puede determinar el funcionamiento del sistema simplemente con el nivel de agua en el tanque y controles de tiempo o utilizar un complicado sistema de regulación temporal.

2.1.2. Componentes físicos

El programa EPANET modeliza un sistema de distribución de agua como una serie de líneas conectadas a los nudos. Las líneas representan tuberías, bombas y válvulas de control. Los nudos representan conexiones, tanques y depósitos. A continuación se describen las características de cada componente físico del modelo.

2.1.2.1. Conexiones

Las conexiones son puntos en la red donde se unen las líneas o por donde entra o sale el agua de la red. La información que se requiere para las conexiones es:

- Cota
- Demanda de agua
- Calidad del agua inicial

Los resultados que se obtienen de las conexiones a lo largo de toda la simulación son:

- Altura piezométrica
- Presión
- Calidad del agua

Las conexiones también pueden:

- Tener una demanda que varíe en el tiempo.
- Tener diferentes categorías de demandas asignadas.
- Tener una demanda negativa indicando que el agua entra en la red.
- Ser fuente de calidad del agua por donde los constituyentes entran en la red.
- Contener emisores o aspersores haciendo que el caudal descargado dependa de la presión.

2.1.2.2. Embalses

Los embalses son nudos que representan una fuente externa de alimentación, de capacidad ilimitada, o bien un sumidero de caudal. Son utilizados para modelizar lagos, ríos y conexiones a otros sistemas.

Sus principales características son su altura piezométrica y su calidad inicial para el análisis de la calidad del agua. El depósito es un punto frontera de la red, su altura y calidad del agua no pueden verse afectadas por lo que ocurra en el resto del sistema. Por lo tanto, no se ordenan características de salida. A pesar de todo, podemos hacer variar su altura con el tiempo si le asignamos un patrón de tiempo.

2.1.2.3. Depósito

Los depósitos son nudos con capacidad de almacenamiento, donde el volumen de agua almacenada puede variar con el tiempo a lo largo de la simulación.

Las principales características de los tanques son:

- Cota
- Diámetro
- Valores iniciales máximos y mínimos de agua
- Calidad del agua inicial

Los principales valores que se piden a lo largo del tiempo son:

- Nivel de la superficie libre de agua
- Calidad del agua

Los tanques operan limitados por sus niveles máximo y mínimo. EPANET detiene el aporte de caudal si el nivel del tanque está al mínimo y detiene el consumo de caudal si el nivel del tanque se encuentra en su máximo.

2.1.2.4. Tuberías

Las tuberías son líneas que llevan el agua de un punto de la red a otro.

EPANET asume que todas las tuberías se encuentran completamente llenas en todo momento y, por consiguiente, que el flujo es a presión. Los parámetros hidráulicos más importantes para las tuberías son:

- Nudos de entrada y salida
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Estado (abierta, cerrada o con una válvula)

Las características de la calidad del agua para las tuberías consisten en:

- Coeficiente de reacción del flujo
- Coeficiente de reacción de pared

Los principales valores que podemos obtener son:

- Caudal
- Velocidad
- Pérdidas

- Factor de fricción Darcy-Weisbach
- Variación de la velocidad de reacción a lo largo de su longitud
- Variación de la calidad del agua a lo largo de su longitud

Las pérdidas de carga en la conducción debido a la rugosidad de las paredes de la tubería pueden medirse utilizando las ecuaciones siguientes:

1. Hazen-Williams
2. Darcy-Weisbach
3. Chezy-Manning

2.1.2.5. Bombas

Las bombas son elementos que aportan energía al fluido incrementando su altura piezométrica. Las características más importantes para una bomba son su entrada y salida y su curva característica (relación entre altura y caudal de la bomba).

Los parámetros de salida más importantes son el caudal y la carga.

Al igual que las tuberías, las bombas pueden activarse y desactivarse en determinados momentos establecidos por el usuario o bien cuando existan ciertas condiciones en la red. El caudal que atraviesa la bomba es unidireccional pero si las condiciones del sistema requieren que la bomba trabaje fuera de sus posibilidades, EPANET intentará desconectarla.

2.1.2.6. Válvulas

Las válvulas son líneas que limitan la presión y el caudal en puntos específicos de la red. Sus principales parámetros característicos son:

- Nudos de entrada y salida
- Diámetro
- Consigna
- Estado

Los valores de salida que arroja el programa suelen ser el caudal y las pérdidas.

Los diferentes tipos de válvulas que incluye EPANET son:

- Válvulas Reductoras de Presión (VRP)
- Válvulas Sostenedoras de Presión (VSP)
- Válvulas de Rotura de Carga (VRC)
- Válvulas Controladoras de Caudal (VCQ)
- Válvulas Reguladoras por Estrangulación (VRG)
- Válvulas de Propósito General (VPG)

Cada tipo de válvula tiene un parámetro consigna que define su punto de operación (presión para las VRPs, VSPs y vecS; caudal para las VCQs; coeficiente de pérdida para las VRGs, y curva característica de pérdidas para las VPGs)

Las válvulas pueden caracterizar su estado de control especificando si están completamente abiertas o completamente cerradas. El estado de una válvula y su consigna puede cambiarse durante la simulación utilizando los controles de estado.

2.1.3. Componentes no físicos

Además de los componentes físicos, EPANET utiliza tres tipos de objetos informativos – curvas, patrones y controles – que describen el comportamiento y los aspectos operacionales de un sistema de distribución.

2.1.3.1. Curvas

Las curvas son objetos que representan la relación existente entre pares de datos por medio de dos magnitudes o cantidades. Dos o más objetos pueden formar parte de la misma curva. Un modelo de EPANET puede utilizar los siguientes tipos de curvas:

- Curva de características de una bomba: representa la relación entre la altura y el caudal que puede desarrollar a su velocidad nominal. Esta curva debe disminuir la altura a medida que aumenta el caudal.
- Curva de rendimiento: determina el rendimiento de la bomba como función del caudal de la bomba. Esta curva se usa únicamente para cálculos energéticos.
- Curva de volumen: determina cómo el volumen de agua en el tanque varía en función del nivel de agua. Se usa cuando es necesario representar exactamente tanques cuya sección transversal varía con la altura.
- Curva de pérdidas: se usa para representar las pérdidas en una válvula de propósito general en función del caudal.

2.1.3.2. Patrones de tiempo

Un patrón de tiempo es una colección de factores que pueden aplicarse a una cantidad para representar que varía a lo largo del tiempo.

Los patrones de tiempo pueden asociarse a demandas en los nudos, alturas de depósitos, programas de bombas y fuentes de calidad de agua. El intervalo de tiempo utilizado en todos los patrones es un valor fijo, determinado con las opciones de tiempo del proyecto.

2.1.3.3. Controles

Los controles son consignas que determinan cómo la red trabaja a lo largo del tiempo. En ellos se especifica el comportamiento de las líneas seleccionadas como una función del tiempo, niveles de agua del tanque y presiones en puntos determinados del sistema.

2.1.4. Modelo de simulación hidráulica

El modelo de simulación hidráulica de EPANET calcula alturas en conexiones y caudales en líneas para un conjunto fijo de niveles de depósitos, niveles de tanques y demandas de agua a lo largo de una sucesión de instantes temporales. La solución de altura y caudal en un determinado punto a lo largo del tiempo supone el cálculo simultáneo de la conservación del caudal en cada conexión y la relación de pérdidas que supone su paso a través de los elementos de todo el sistema. Este proceso requiere métodos iterativos de resolución de ecuaciones no lineales. EPANET utiliza el "Algoritmo del Gradiente" con este propósito.

2.2. Hipótesis y ecuaciones utilizadas en EPANET

2.2.1. Hipótesis simplificativas

Cuando las variaciones de caudal y presión son pequeñas, podemos despreciarlas sin conducir a demasiados errores, considerando el sistema como permanente. De este modo, las hipótesis simplificativas serán las siguientes:

a. Hipótesis referentes al flujo:

- flujo unidimensional en el sentido del eje de la conducción
- invariabilidad temporal de las variables relacionadas con el flujo
- distribución uniforme de velocidad y presión en secciones transversales

b. Hipótesis referentes al fluido:

- incompresible
- monofásico
- homogéneo
- newtoniano

c. Hipótesis referentes a las conducciones:

- homogeneidad y constancia en:
 - material
 - sección transversal
 - espesor

2.2.2. Ecuaciones fundamentales

Se aplican los principios de conservación de masa y energía, de modo que las ecuaciones planteadas serán:

a. La *ecuación de continuidad en nudos*: enunciada de la siguiente manera:

“La suma algebraica de los caudales máscicos (o volumétricos, ya que el fluido es incompresible) que confluyen en el nudo debe ser 0”.

b. La *ecuación de Bernoulli*: expresada como sigue:

“La energía por unidad de peso del fluido en la sección aguas arriba (E_1), más la energía por unidad de peso cedida al mismo a través de elementos activos, tales como bombas (h_b) en el trayecto de 1 a 2 es igual a la energía por unidad de peso en la sección aguas abajo (E_2) más las pérdidas de energía por unidad de peso entre las secciones 1 y 2 (h_{1-2})”.

$$E_1 + h_b - E_2 + h_{1-2}$$

La energía por unidad de peso en una determinada sección consta de tres componentes:

$$E = \frac{P}{\gamma} + Z + \frac{v^2}{2g}$$

donde:

P/γ : altura de presión

Z: cota geométrica

$v^2/2g$: altura cinética

2.2.3. Ecuaciones de comportamiento en tuberías

La pérdida de carga o altura piezométrica en una tubería debida a la fricción por el paso del agua puede calcularse con EPANET utilizando las siguientes formulaciones:

- Darcy-Weisbach (para todo tipo de líquidos y regímenes)
- Hazen-Williams (solo para agua)
- Chezy-Manning (para canales y tuberías de gran diámetro)

La ecuación básica de estas tres fórmulas es:

$$h_L = A Q^B$$

donde:

h_L : pérdida de carga

Q: caudal

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

Los valores de los parámetros A y B se encuentran representados en la tabla 6:

TABLA 2-1: Fórmulas de Pérdida de Carga para tuberías en presión

Fórmula	Coeficiente de Resistencia (A)	Exponente de Caudal (B)
Hazen Williams	$10,674 C^{-1,852} d^{-4,871} L$	1,852
Darcy-Weisbach	$0,0827 f(\epsilon, d, Q) d^{-5} L$	2
Chezy-Manning	$10,294 n^2 d^{-5,33} L$	2

donde:

- C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
- ϵ : coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)
- f: factor de fricción (depende de e, d y Q)
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- d: diámetro de la tubería (m)
- L: longitud de la tubería (m)
- Q: caudal (m³/seg)

Los coeficientes de rugosidad que aparecen en las tres formulaciones se encuentran clasificados según el tipo de tuberías en la tabla 7:

TABLA 2-2: Coeficientes de Rugosidad para Tubería Nueva

Material	C Hazen-Williams (universal)	ϵ Darcy-Weisbach (mm)	n Manning (universal)
fundición	130-140	0,26	0,012-0,015
hormigón	120-14	0,3-3,0	0,012-0,017
hierro galvanizado	120	0,15	0,015-0,017
plástico	140-150	0,0015	0,011-0,015
acero	140-150	0,045	0,015-0,017
cerámica	110	0,3	0,013-0,015

3. CIUDAD DE LA QUIACA

3.1. Descripción de la localidad

La Quiaca es una ciudad fronteriza que se encuentra ubicada en el extremo norte de la República Argentina, en la provincia de Jujuy.

Es la ciudad cabecera del departamento Yavi. Sus 3442 m.s.n.m. la convierten en una de las ciudades más elevadas del país.

Ubicada a 290 km de San Salvador de Jujuy (Capital de la Provincia de Jujuy), se comunica con las otras poblaciones y zonas de Argentina mediante la Ruta Nacional 9; mientras que las rutas provinciales la comunican con pequeños poblados cercanos.



Ilustración 3-1: Ubicación La Quiaca

Se encuentra prácticamente conurbada con Villazón, de la cual está separada por el río La Quiaca, sobre el que se encuentra el puente internacional Horacio Guzmán. Esta situación convierte al comercio en la principal actividad de la ciudad.

En cuanto a su población, en el año 2001 tenía 14751 habitantes, según censo Nacional, y en 2010 un total de 17199 habitantes según dato provisorio de censo Nacional.

El clima es árido, con gran amplitud térmica diaria, característico de toda la región de puna jujeña. Los veranos son frescos, con temperaturas medias por debajo de los 15 °C y máximas que rara vez superan los 25 °C. Los inviernos son muy secos y fríos, apenas llueve y la temperatura media se sitúa incluso por debajo de los 0 °C.

Esta ciudad es la única de la zona del norte puneño que posee todos los servicios básicos, siendo uno de los asentamientos urbanos más importantes del noroeste argentino.

En cuanto a su fisonomía, existen dos grandes sectores en la ciudad. Estos se encuentran separados por las vías del ferrocarril que atraviesan la ciudad de sur a norte, dejando una porción de la ciudad al oeste y otra al este. Además, existe una nueva área en desarrollo en la zona periférica sureste de la ciudad (sobre la ruta provincial N°5) que se consolida rápidamente.

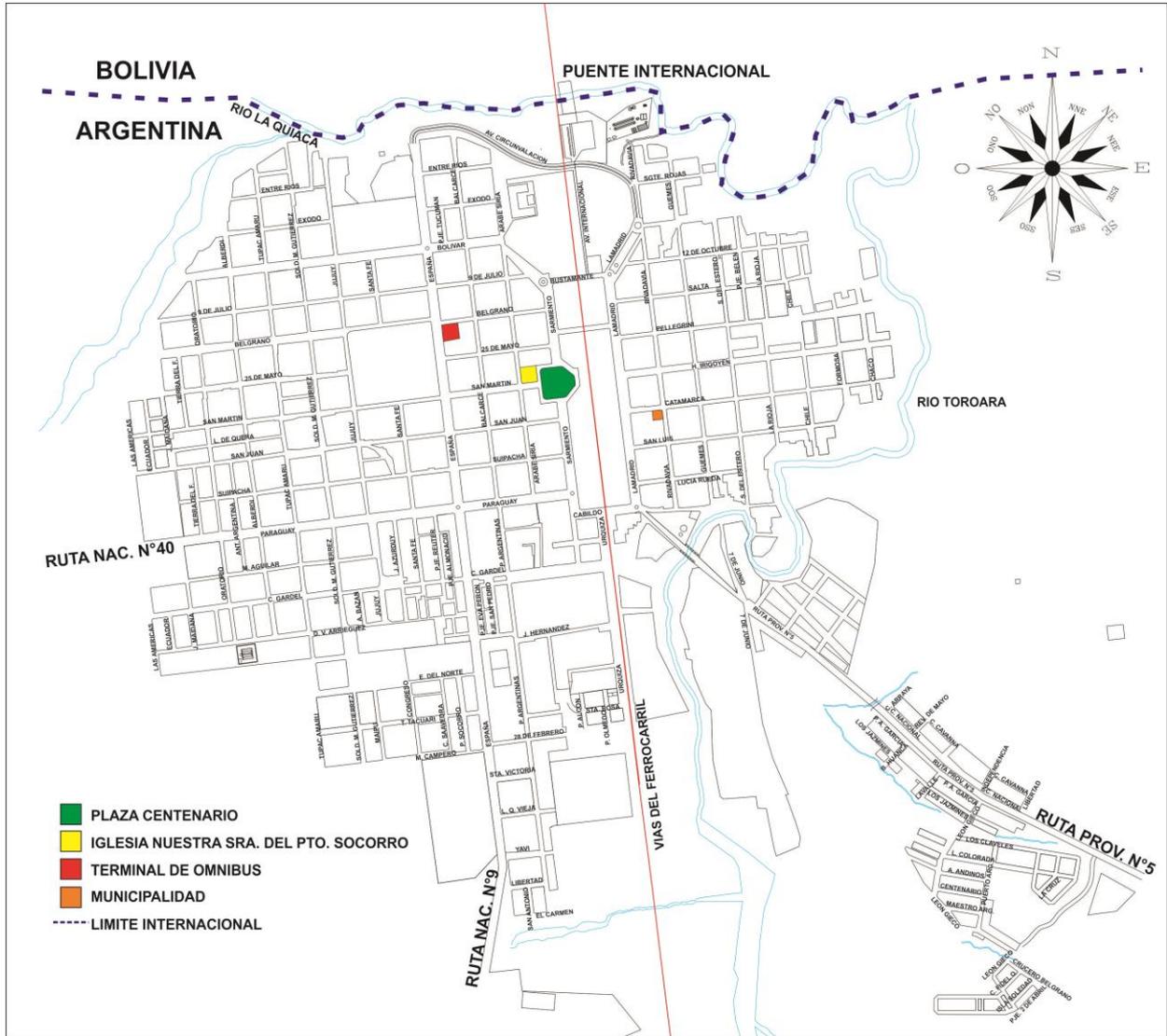


Ilustración 3-2: Ciudad de La Quiaca

3.2. La red de agua potable

Con respecto a su red de distribución, casi la totalidad de la población tiene acceso al servicio, quedando solo algunos sectores fuera del mismo.

La red está compuesta mayormente por mallas cerradas, salvo en los extremos de la ciudad, donde existen algunas mallas abiertas, producto de extensiones sin planificación previa.

En cuanto a las fuentes de abastecimiento, la ciudad cuenta con una **planta potabilizadora** ubicada en el sector este, que alimenta casi el 65% de la ciudad; una **cisterna** en la zona oeste que funciona con agua proveniente de la localidad vecina de Ojo de Agua; y **dos pozos** pequeños que alimentan sectores reducidos, aunque uno de ellos se encuentra casi en desuso. Ambas cisternas se encuentran situadas en ubicaciones de topografía elevada y funcionan por gravedad.

La planta potabilizadora toma agua por bombeo desde corrientes subterráneas del río Toroara. Suministra agua a todo el sector este, una porción del sector oeste (un tanque hidroneumático colabora en ciertas de manzanas de topografía elevada) y la totalidad del área en desarrollo en el sector periférico sureste. Para este sector existe una cisterna (Sansana) que se abastece desde la planta potabilizadora mediante bombeo y alcanza a cubrir esta demanda creciente.

En las cercanías de la planta potabilizadora existen lotes que se encuentran casi al mismo nivel de elevación, por lo cual el agua no posee la presión suficiente para alcanzar el tanque domiciliario. Para suplir este problema, estas manzanas se encuentran sectorizadas, de modo que se las alimenta desde un tanque elevado situado en el mismo predio de la planta, el cual se abastece por bombeo con agua de la cisterna principal.

En los extremos norte y sur de la ciudad se pueden identificar de sectores de la red, en los cuales Agua de los Andes elige desde qué fuente se suministrará el agua. La elección depende del nivel de reservas que posee cada una de las cisternas. Generalmente, estos sectores son abastecidos por la planta potabilizadora, ya que actualmente la cisterna del sector oeste se encuentra con problemas debido a que el caudal bombeado desde la localidad de Ojo de Agua resulta muy ajustado para la demanda del sector.

El sector alimentado por uno de los pozos subterráneos funciona de manera independiente, ya que el pozo suministra el caudal necesario para funcionar de esta manera. De todas formas, este sector se encuentra vinculado a la red para evitar problemas de suministro ante cualquier falla técnica.

El otro pozo subterráneo se encuentra casi en desuso, porque suministra muy poco caudal y la zona que alimentaba hoy en día se abastece desde la cisterna de Sansana.

Cabe destacar que todas las mallas de la ciudad se encuentran unidas entre sí mediante ramales dobles, lo que dificulta la sectorización al momento de realizar reparaciones.

A continuación se muestra lo recién desarrollado

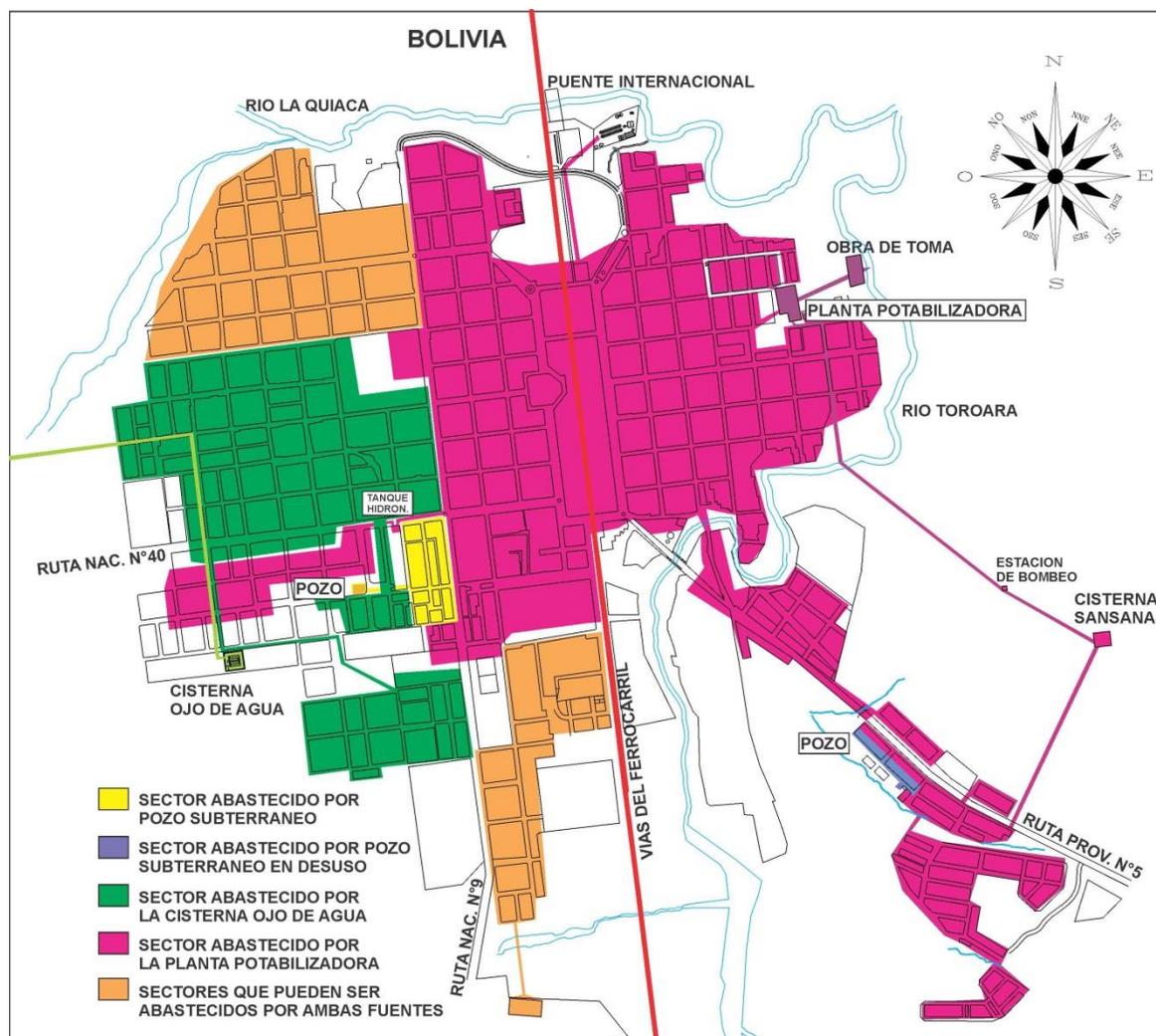


Ilustración 3-3: Cisternas y pozos, con sectorización

3.3. Trabajos en campo

A continuación se describe brevemente los trabajos que se realizaron en campo:

- Reuniones con personal encargado del servicio de abastecimiento de agua en La Quiaca. Estas tuvieron como fin conocer y entender el funcionamiento de la red actual de la ciudad y consultar sobre el estado del servicio, sus formas y políticas de trabajo. Además, se recolectó la siguiente información:

- Relevamiento de la red de agua potable actual de La Quiaca.
- Planillas del sector de producción con el detalle de los volúmenes producidos y distribuidos de las distintas fuentes.
- Planillas con los volúmenes de almacenamiento de cada una de las cisternas y tanques existentes.
- Cantidad de conexiones declaradas.

- Planos de proyecto de loteos para realizar la proyección futura.
- Plano con curvas de nivel de algunos sectores de la ciudad.
- Proyectos tentativos para el mejor funcionamiento de la red.

- Visita técnica. Esta tarea se tuvo como fin confirmar que la información proporcionada era válida y hacer un reconocimiento físico de cada elemento de la red. Se realizaron las siguientes actividades:

- Recorrido por la planta potabilizadora, observando las distintas etapas del proceso para alcanzar la potabilización.
- Recorrido por predios de almacenamiento y de bombeo, identificando los distintos elementos existentes en cada uno de ellos. Observación diámetros de entrada, salida y en algunos casos presiones de trabajo.
- Relevamiento de cisternas y tanques existentes con sus respectivos volúmenes.

- Visita a la Dirección Provincial de Inmuebles de la Provincia de Jujuy, donde se solicitó el plano parcelario de la ciudad de La Quiaca georrefenciado según sistema de coordenadas Gauss Krüger Argentina (UTM 1984), con los loteos aprobados hasta el momento. También se consultó acerca de proyectos de loteo en trámite.

4. ANÁLISIS DEL ESTADO ACTUAL

4.1. Introducción

En este capítulo se analiza el estado actual de la red de agua potable existente en la ciudad de La Quiaca. En la primera parte se realizan los cálculos base, como ser la población, el caudal de diseño, el almacenamiento mínimo, entre otros. En la segunda, se realiza la modelización en EPANET y se exponen los resultados. Por último, en la parte final del capítulo se presenta el cuadro de situación actual, remarcando los puntos en donde se detectaron problemas.

Debemos aclarar que se realizará la modelación con el supuesto de que la oferta de agua es infinita, con el objetivo de analizar presiones en todos los puntos. El problema de almacenamiento se analizará comparando los mínimos con los existentes actualmente.

4.2. Cálculos base

4.2.1. Cálculo de población

Para el cálculo de la población futura se utiliza el método de la tasa decreciente explicado anteriormente.

TABLA 4-1: Cálculo de población a servir

Datos censales			
Año	1991	2001	2010
Poblacion	13126	14751	17199

$$P_f = P_i (1 + R)^n$$

$$R = (P_f / P_i)^{1/n} - 1$$

Donde:

R = Tasa de crecimiento anual

n = Número de años a la cual se hace la proyección

Intervalo entre censos	n ₁	10
Intervalo entre censos	n ₂	9
Tasa de crecimiento	R ₁	0.01174
Tasa de crecimiento	R ₂	0.01721
Tasa de crecimiento promedio	R	0.01447

Periodo de diseño	n	5
Población inicial	P _i	17199
Población actual (AÑO 2015)	P_f	18480(*)

(*)Para calcular el caudal de diseño tendremos en cuenta solamente la cantidad de población que realmente cuenta hoy en día con el servicio de agua potable. Dicha cantidad asciende a los **17640 hab**. Este dato se obtuvo a partir del relevamiento por nudo realizado para asignar los caudales más adelante y se verificó con la cantidad de conexiones existentes, dato aportado por la empresa Agua de los Andes.

4.2.2. Dotación de diseño

Dotación de diseño: **150 l/hab.día**

Esta elección se debe al consumo de agua observado en la población de la ciudad. Por tratarse de un clima extremadamente frío en horas de la noche y la mañana, muchas veces es difícil realizar tareas de higiene durante estos horarios. En algunas ocasiones se congela el agua de los tanques domiciliarios, lo que disminuye el consumo diario, sobre todo en épocas de otoño e invierno.

4.2.3. Caudales de diseño

TABLA 4-2: Cálculo de caudales de diseño

	Unidad	Valor
Población	Hab	17640
Dotación de diseño	l/hab.día	150
Coef. de caudal pico		
α_1 = coef. diario	adim	1.30
α_2 = coef. horario	adim	1.50
α = coef. máx. Total	adim	1.95
Caudales de diseño		
Q_{Cn} = Caudal medio	lts/seg	30,63
	m3/día	2646,0
Q_{Dn} = Caudal máximo diario	lts/seg	39,81
	m3/día	3439,8
Q_{En} = Caudal máximo horario	lts/seg	59,72
	m3/día	5159,7

Se tomaron como valores de coeficientes de caudal pico los recomendados por el ENHOSA, que se establecen en función de la cantidad de habitantes de la localidad.

Vale aclarar que el caudal medio diario es utilizado para realizar tanto la modelación como para evaluar los almacenamientos, ya que se adopta como criterio que la diferencia con el pico horario puede ser “amortiguado” con los tanques residenciales. Esto se toma como válido ya que casi la totalidad de las casas de la ciudad de La Quiaca poseen tanque domiciliario en funcionamiento.

4.2.4. Volumen de almacenamiento mínimo

El volumen de almacenamiento mínimo que tendría que tener la ciudad en total, de acuerdo a las exigencias del ENOHSa descritas en el apartado de tanques y cisternas, corresponde a “el 25% del gasto medio diario para la población al horizonte de diseño, lo que representa una reserva del orden de 6 horas para ese consumo.”

En este caso, el volumen de reserva para abastecer durante 6 hs de consumo tiene un valor de:

Almacenamiento mínimo total: 859,75 m³ = 860 m³

4.2.5. Cálculo y asignación de demandas

La metodología usada para calcular la demanda fue la siguiente:

En primer lugar, se realizó un análisis del plano de red existente de la ciudad de La Quiaca, el cual fue suministrado por la empresa Agua de los Andes. Se detectaron algunas falencias y errores en el mismo, por lo cual, mediante visitas y charlas con el personal de la empresa y consulta al plano catastral e imágenes satelitales de la ciudad, se logró completarlo y corregirlo.

Una vez completado el plano, se determinaron los nudos que luego serían cargados en el software. Se asignó un nudo por esquina, ya que como se dijo anteriormente, la red está vinculada completamente por ramales dobles, por lo que se debe modelar la red completa.

Luego se procedió a contabilizar los lotes circundantes a cada uno de los nudos definidos, se asignaron 4 personas por lote y con esta información se completó una planilla, con el fin de conocer la demanda diaria máxima de cada nudo, la demanda total, la población total, entre otros datos de interés.

El conteo de los lotes circundantes a cada nudo se realizó mediante el estudio del plano catastral de la ciudad, brindado por la Dirección General de Inmuebles de la Provincia de Jujuy; fotografías satelitales obtenidas desde el software Google Earth y el sitio Bing Maps y recorridos por la ciudad, verificando que los lotes contabilizados se encuentren habitados.

A continuación se presenta una tabla resumen con los datos recolectados del análisis de nudos.

TABLA 4-3: Resumen de asignación de caudales por nudo
Habitantes por lote: 4 habitantes **Dotación de diseño:** 150 l/hab.día
Coef. de caudal pico diario (α_1): 1,30

N° lotes	Cant. Nudos	Habitantes por nudo	Población total	Demanda diaria máxima por nudo (l/seg)	Demanda diaria máxima total (l/seg)
0	22	0	0	0,00	0,00
1	4	4	16	0,01	0,04
2	12	8	96	0,02	0,22
3	20	12	240	0,03	0,54
4	27	16	432	0,04	0,98
5	26	20	520	0,05	1,17
6	32	24	768	0,05	1,73
7	20	28	560	0,06	1,26
8	25	32	800	0,07	1,81
9	23	36	828	0,08	1,87
10	29	40	1160	0,09	2,62
11	19	44	836	0,10	1,89
12	17	48	816	0,11	1,84
13	14	52	728	0,12	1,64
14	16	56	896	0,13	2,02
15	19	60	1140	0,14	2,57
16	11	64	704	0,14	1,59
17	8	68	544	0,15	1,23
18	12	72	864	0,16	1,95
19	12	76	912	0,17	2,06
20	9	80	720	0,18	1,63
21	9	84	756	0,19	1,71
22	7	88	616	0,20	1,39
23	10	92	920	0,21	2,08
24	7	96	672	0,22	1,52
25	3	100	300	0,23	0,68
26	2	104	208	0,23	0,47
27	1	108	108	0,24	0,24
28	2	112	224	0,25	0,51
29	1	116	116	0,26	0,26
35	1	140	140	0,32	0,32
Total	420		17640		39,81

Como se explicó anteriormente, sólo se utiliza el coeficiente de caudal pico diario (α_1) ya que se considera que los tanques domiciliarios amortiguan el pico máximo horario.

4.2.6. Cálculo almacenamiento mínimo por sector

En el capítulo anterior se describió el funcionamiento de la red actual de la ciudad. En ella se detectaron sectores alimentados por distintas fuentes: el sector principal, abastecido desde la planta potabilizadora ubicada al este de la ciudad; otro, abastecido desde una cisterna ubicada hacia el oeste y un pequeño sector abastecido por un pozo subterráneo.

A partir de la determinación de los nudos y del cálculo de demanda por cada uno de ellos, se pudo calcular el consumo por sector de la red actual de la ciudad. Con estos valores conocidos podremos determinar el almacenamiento mínimo que debe poseer cada uno.

TABLA 4-4: Demanda diaria máxima por sector

Cisterna		Demanda diaria máxima (lt/seg)	
Pozo subterráneo "La Loma"		1,11	1,11
Planta potabilizadora	Directo	15,98	28,88
	Sansana	4,21	
	Tanque Hidroneumático	1,32	
	Tanque Elevado	0,97	
	(*)Se elige (norte)	3,99	
	(*)Se elige (sur)	2,42	
Ojo de Agua		9,82	9,82
		Total	39,81

(*)En el análisis del estado actual se supondrá que los sectores que pueden abastecerse desde ambas cisternas sólo se abastecen desde la planta potabilizadora, ya que la cisterna de Ojo de Agua se encuentra con problemas de caudal y muy rara vez suministra agua a dichos sectores.

En la siguiente tabla se calcula el almacenamiento mínimo que debe tener cada cisterna para satisfacer las recomendaciones del ENOHSa.

TABLA 4-5: Almacenamiento mínimo por sector

Cisterna		Almacenamiento Mínimo (m3)	
Pozo subterráneo "La Loma"		23,99	23,99
Planta potabilizadora	Directo	345,15	623,81
	Sansana	90,87	
	Tanque Hidroneumático	28,47	
	Tanque Elevado	20,87	
	Se elige (norte)	86,19	
	Se elige (sur)	52,26	
Ojo de Agua		212,16(*)	212,16(*)
		Total	859,95

(*) Este valor no tiene en cuenta el almacenamiento de los sectores que eligen desde donde abastecerse, si los sumamos el valor real de almacenamiento mínimo será 350,61 m3.

4.3. Datos aportados por Agua de los Andes

Las siguientes tablas contienen información brindada por la empresa Agua de los Andes. Se muestran consumos mensuales de la población y dimensiones de la cisternas, lo que nos permite comparar estos datos con los valores obtenidos del cálculo base y verificar si se cumplen o no los supuestos realizados.

4.3.1. Consumos mensuales

Se obtuvieron de la empresa las tablas de consumos mensuales, con las cuales se calculó el consumo promedio diario y se lo comparó con el calculado para realizar el modelo.

TABLA 4-6: Resumen de consumos mensuales (m³/mes)

	feb-15	jul-14	may-14	Promedio
Planta Pot.	58248,00	52254,00	54972,00	55158,00
Ojo de Agua	21387,60	19416,80	16736,20	19180,20
La Loma	2626,13	6018,13	4951,47	4531,91
Total	82261,73	77688,93	76659,67	78870,11

TABLA 4-7: Cálculo del consumo diario máximo

Consumo mensual	78870,11	m3/mes
Consumo diario	2629,00	m3/día
	30,43	l/seg
Consumo diario máximo	39,56	l/seg

El valor que se obtiene es muy similar al calculado anteriormente (39,81 l/seg), por lo cual se da validez a los supuestos realizados.

También se verificó el consumo diario máximo por sector y se lo comparó con los calculados mediante la asignación por nudos.

TABLA 4-8: Cálculo del consumo diario máximo por sector

	Consumo mensual (m ³ /mes)	Consumo diario (m3/día)	Consumo diario (l/seg)	Consumo diario máximo real(l/seg)	Consumo diario máximo calculado (l/seg)
Planta pot.	55158,00	1838,60	21,28	27,66	28,88
Ojo de Agua	19180,20	639,34	7,40	9,62	9,82
La Loma	2626,13(*)	87,54	1,01	1,32	1,11

(*) Se consideró solamente el consumo mensual del mes de febrero 2015, ya que en las mediciones anteriores se alimentaban lotes adicionales.

Como se observa, los valores reales son muy similares a los calculados anteriormente.

4.3.2. Almacenamientos reales existentes

Se obtuvo el volumen de almacenamiento real de cada una de las cisternas y luego se lo comparó con los mínimos calculados anteriormente para verificar si se cumplía o no el almacenamiento mínimo por cada sector.

TABLA 4-9: Capacidad de almacenamiento de cada cisterna.

N°	Cisterna	Capacidad (m ³)
1	Planta Potabilizadora	900
2	Planta Potabilizadora	225
3	Ojo de Agua	500
4	Ojo de Agua	500
5	La Loma	46
6	Hidro. Paraguay	43
7	Sansana	300
8	Tanque Elevado	10

TABLA 4-10: Comparación entre almacenamiento real y calculado.

Cisterna		Almacenamiento Real (m3)		Almacenamiento Mínimo (m3)	
Pozo subterráneo "La Loma"		46,00	46,00	23,99	23,99
Planta potabilizadora	Directo	-	1125,00	345,15	623,81
	Sansana	300,00		90,87	
	Tanque Hidr.	43,00		28,47	
	Tanque Elevado	10,00		20,87	
	Se elige (norte)	-		86,19	
	Se elige (sur)	-		52,26	
Ojo de Agua		1000,00	1000,00	351,61	351,61

Se observa que se cumplen los requisitos mínimos de almacenamiento en todos los sectores, salvo en el del tanque elevado, por lo cual se debería pensar en realizar una expansión del mismo.

4.4. Modelación de la red existente

Con el plano de red actual completo y con los nudos definidos en Autocad se utilizó el programa EPACAD para exportar la red dibujada a EPANET. El paso siguiente fue cargar todos los elementos que solicita el programa para realizar la simulación.

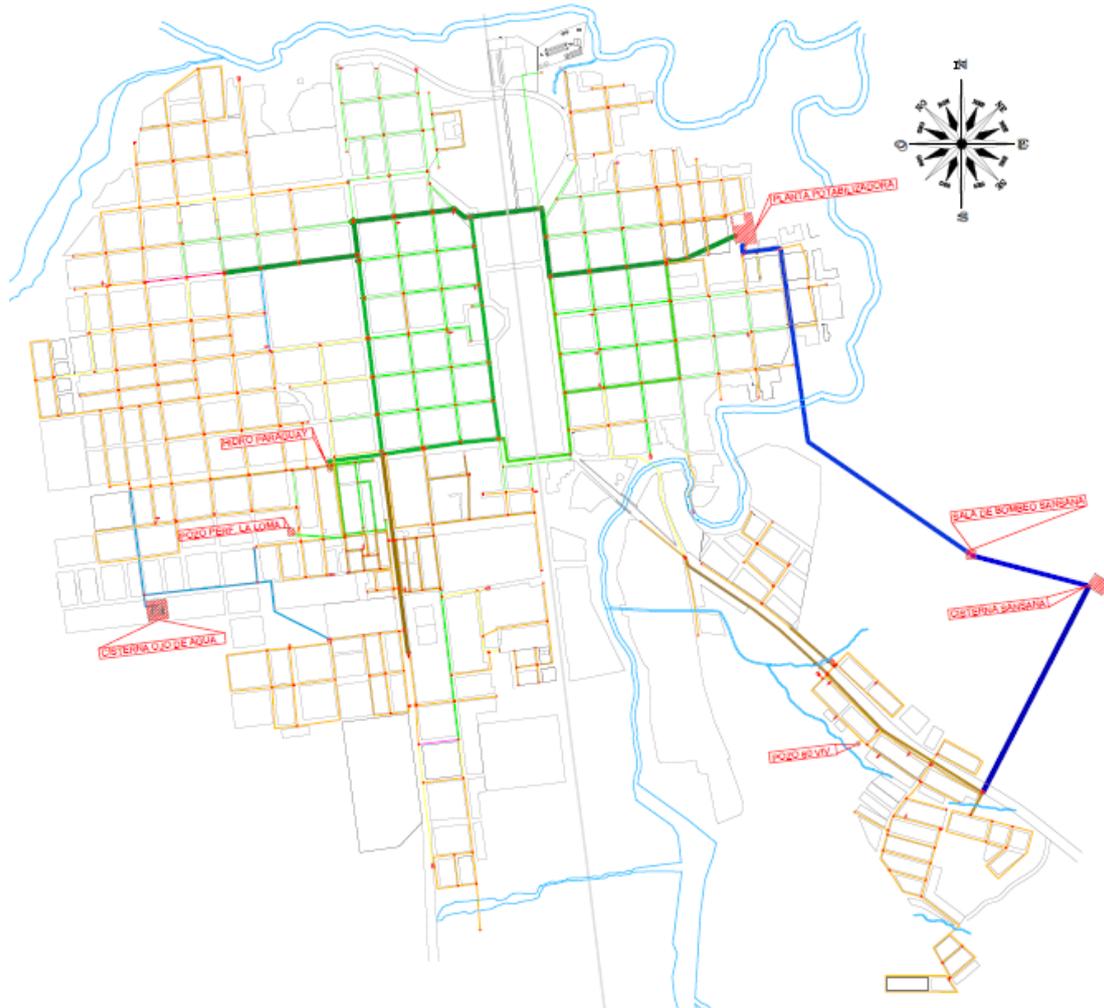


Ilustración 4-1: Plano de la red existente en AUTOCAD

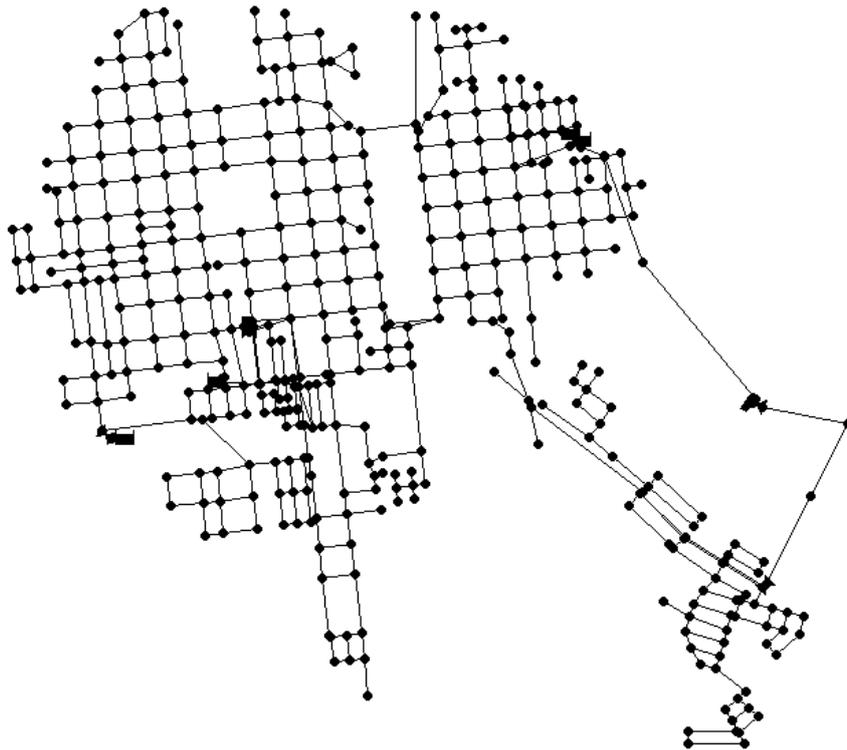


Ilustración 4-2: Modelo de la red importada a EPANET

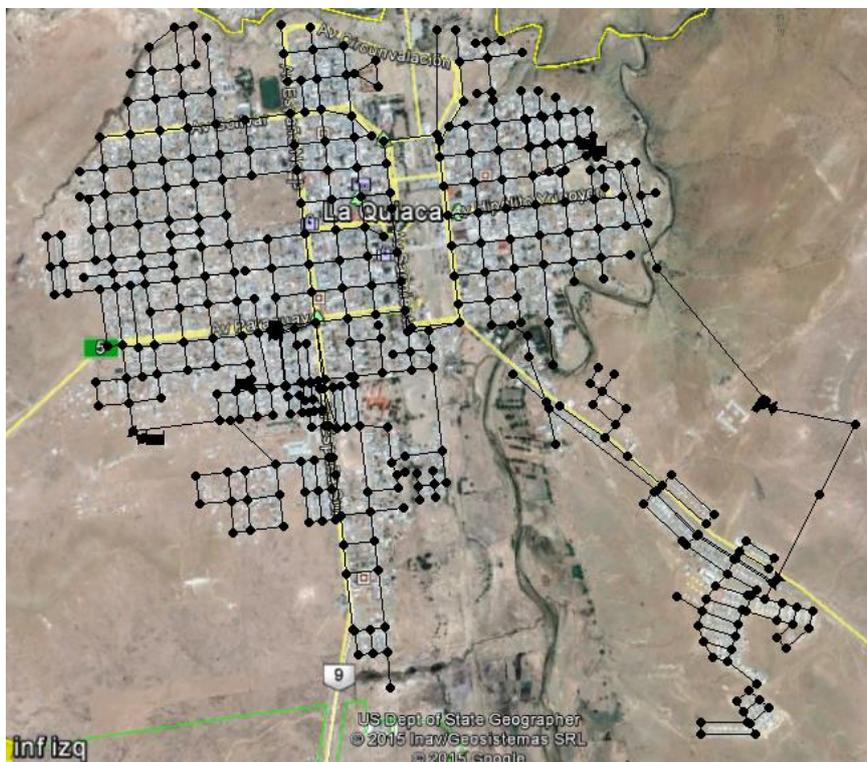


Ilustración 4-3: Modelo de la red importada a EPANET con fondo

4.4.1. Asignación de valores y propiedades en el modelo

Como el plano se encontraba georreferenciado, las longitudes de las cañerías y las coordenadas de los nudos ya estaban cargadas en el modelo con los datos correctos. De todas maneras, existen otros elementos que el programa solicita, que se explican a continuación:

4.4.1.1. Tubería

- Diámetros, rugosidad (material)



Propiedad	Valor
*ID Tubería	p215
*Nudo Inicial	n176
*Nudo Final	n177
Descripción	
Etiqueta	
*Longitud	321.5
*Diámetro	59.2
*Rugosidad	140
Coef. de Pérdidas	0
Estado Inicial	Cerrado

Ilustración 4-4: Asignación propiedades Tuberías

El programa solicita diámetros interiores, los cuales fueron extraídos de tablas de tuberías comerciales en función del material y de la clase de la cañería existente.

Para el cálculo de pérdidas en tuberías, se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, por lo cual los coeficientes de rugosidad fueron obtenidos desde tablas con valores consistentes para esta fórmula en función del material.

4.4.1.2. Nudo

En los nudos las propiedades que se asignan son las siguientes:

- Coordenadas x, y, que se obtienen automáticamente al estar el plano georreferenciado según sistema de coordenadas Gauss Krüger Argentina, en autocad.
- Demanda base, que se asigna en función de los valores obtenidos en la tabla 8.
- Cota, la cual se obtuvo a partir del programa Google Earth, ya que la municipalidad de La Quiaca no cuenta con relevamientos planialtimétricos. La mayoría de estos valores luego se verificaron gracias a un plano de curvas de nivel que facilitó personal de la empresa Agua de los Andes.

Propiedad	Valor
*ID Conexión	n192
Coordenada-X	3541669.03
Coordenada-Y	7555448.64
Descripción	
Etiqueta	
*Cota	3458
Demanda Base	0.09
Patrón de Demanda	1
Categoría de Demanda	1
Coef. Emisor	

Ilustración 4-5: Asignación propiedades nodo

4.4.1.3. Almacenamientos

Recordando que el supuesto realizado es que la oferta es ilimitada, se tratarán los almacenamientos como embalses, en los que la única característica que se asigna es la cota del mismo.

Propiedad	Valor
*ID Embalse	1
Coordenada-X	3542407.65
Coordenada-Y	7556820.56
Descripción	
Etiqueta	
*Altura Total	3473
Patrón de Altura	
Calidad Inicial	
Fuente de Calidad	
Caudal Neto Entrante	No Disponible

Ilustración 4-6: Asignación propiedades almacenamiento

4.4.1.4. Bombas

El tanque hidroneumático se encuentra funcionando con una presión de salida de 40 m.c.a., por lo cual se lo ha modelado con una bomba (con la curva característica correspondiente) que eleva la presión por encima de 40 m.c.a. y con una válvula reguladora de presión que garantiza el valor mencionado a la salida de la bomba.

Por su parte, la estación de bombeo se ha modelado de forma tal que se asegura que el flujo alcanza la cota de la cisterna de Sansana. Como esta cisterna funciona por gravedad, se ha colocado una válvula reguladora de presión a la salida de la bomba con el fin de garantizar la similitud con la realidad.

En ambos casos la colocación de la bomba sólo tuvo como objetivo elevar el nivel de altura piezométrica. Esta simplificación se debe a que se realiza un análisis con oferta infinita y que el análisis no es extendido en el tiempo.

4.4.2. Corrida del modelo

Una vez asignados todos los valores al programa, se realiza la corrida del mismo.

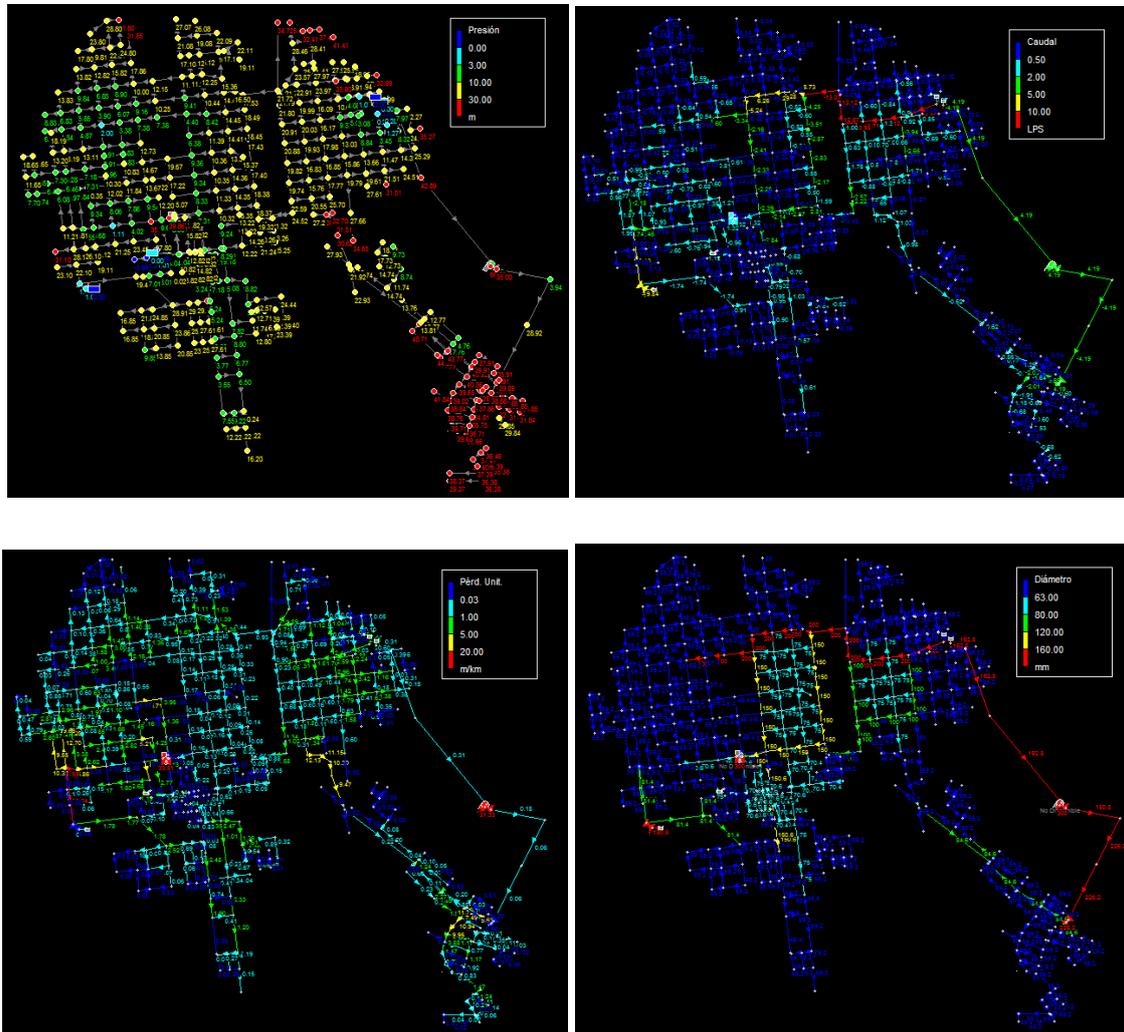


Ilustración 4-7: Ejecución de modelo en EPANET

A continuación se presenta una imagen que muestra la topografía de la ciudad de forma clara, con el fin de comprender mejor los resultados.

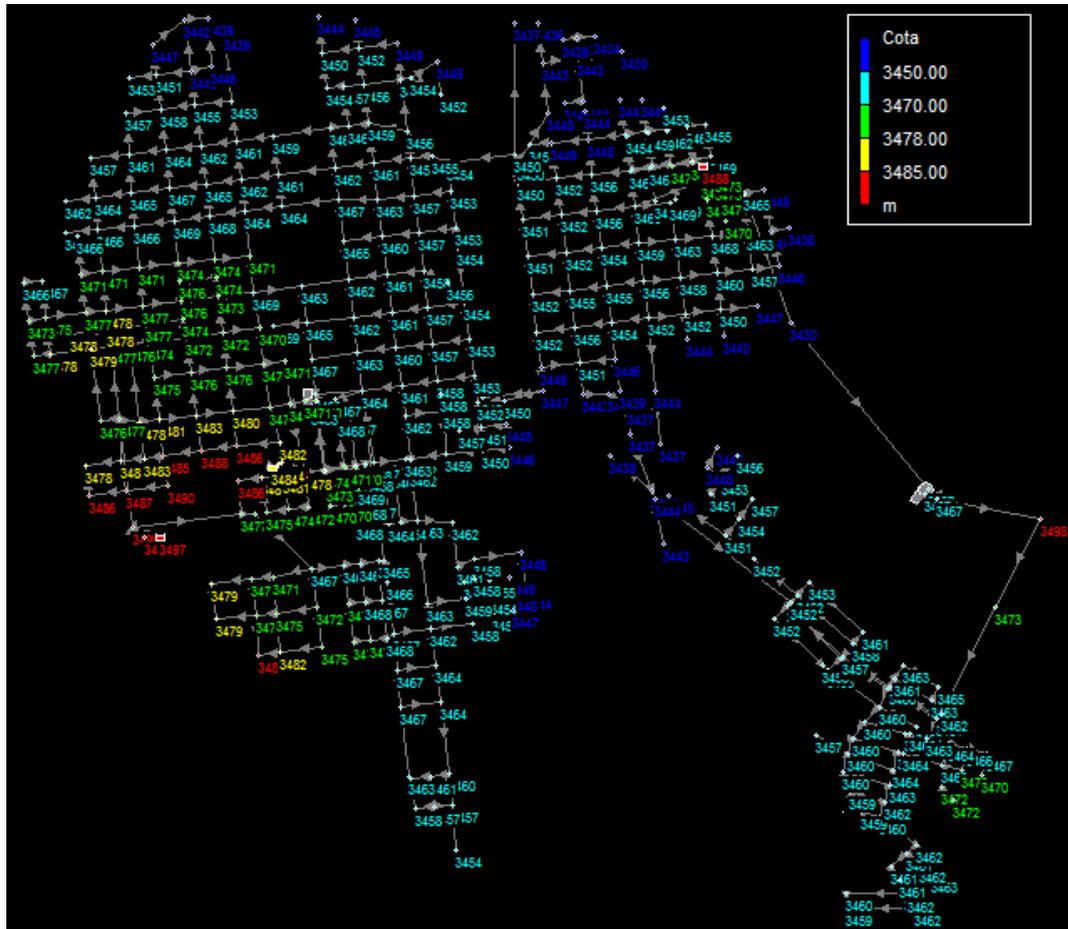


Ilustración 4-8: Topografía de la ciudad

4.5. Cuadro de situaciones del estado actual

Una vez modelada la red y corrido el programa, se analizaron los resultados obtenidos para poder establecer los nudos, cañerías y/o sectores en donde exista un funcionamiento inapropiado, de forma tal de poder proponer soluciones para estos problemas.

Para realizar el análisis se determinaron 12 zonas, las cuales dividen sectores que poseen un comportamiento similar.

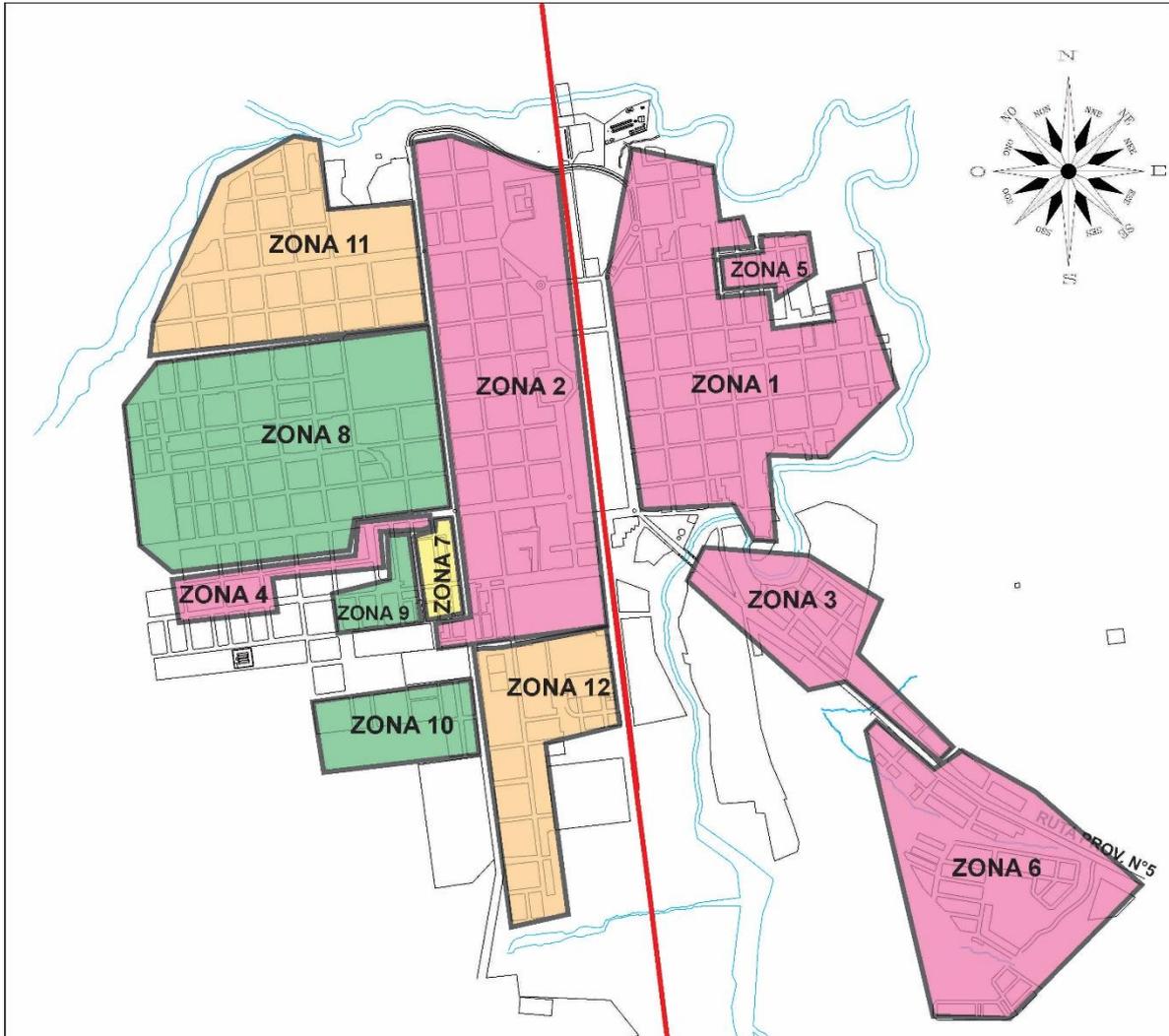


Ilustración 4-9: Zonas definidas para el análisis

Recordemos que en un primer análisis tanto la zona 11 y la zona 12 son abastecidas por la planta potabilizadora.

Zona 1:

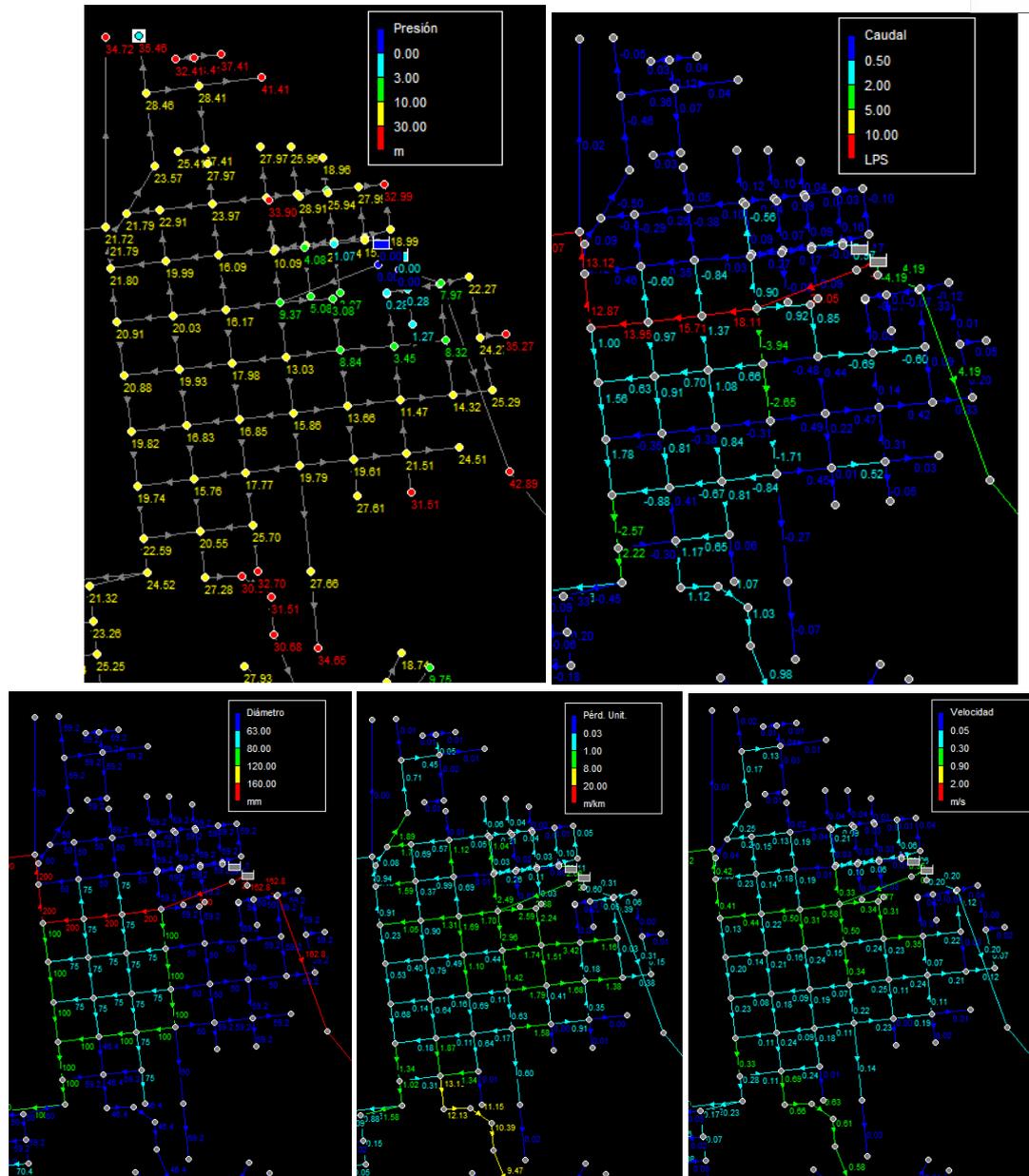


Ilustración 4-10: Resultados del modelo (zona 1)

Se observa que las presiones son correctas y solamente existen problemas de presión alta en los extremos, ya que la cota disminuye abruptamente, aunque de todas formas los valores son cercanos a 30 m.c.a.

En general es una zona que fue bien proyectada, cuenta con cañerías principales y secundarias. No se presentan pérdidas unitarias excesivas y las velocidades están dentro de los valores que recomienda el ENOHSa.

Un elemento a corregir serían dos o tres nudos cercanos a la planta que poseen presión muy baja debida a su cota, por lo que convendría vincularlos al sector del tanque elevado (zona 7).

El otro elemento a tener en cuenta es la cañería que la vincula con la zona 3, ya que al tener que atravesar el río adquiere presiones altas (aunque sin superar los 40 m.c.a.). Además, al estar la zona 3 en expansión, la cañería de $\phi 50$ empieza a resultar pequeña.

Por último, la cañería maestra que sale de la planta potabilizadora atraviesa algunos lotes en su recorrido, por lo que debería realizarse la corrección de su posición para evitar problemas ante alguna rotura.

Zona 2:

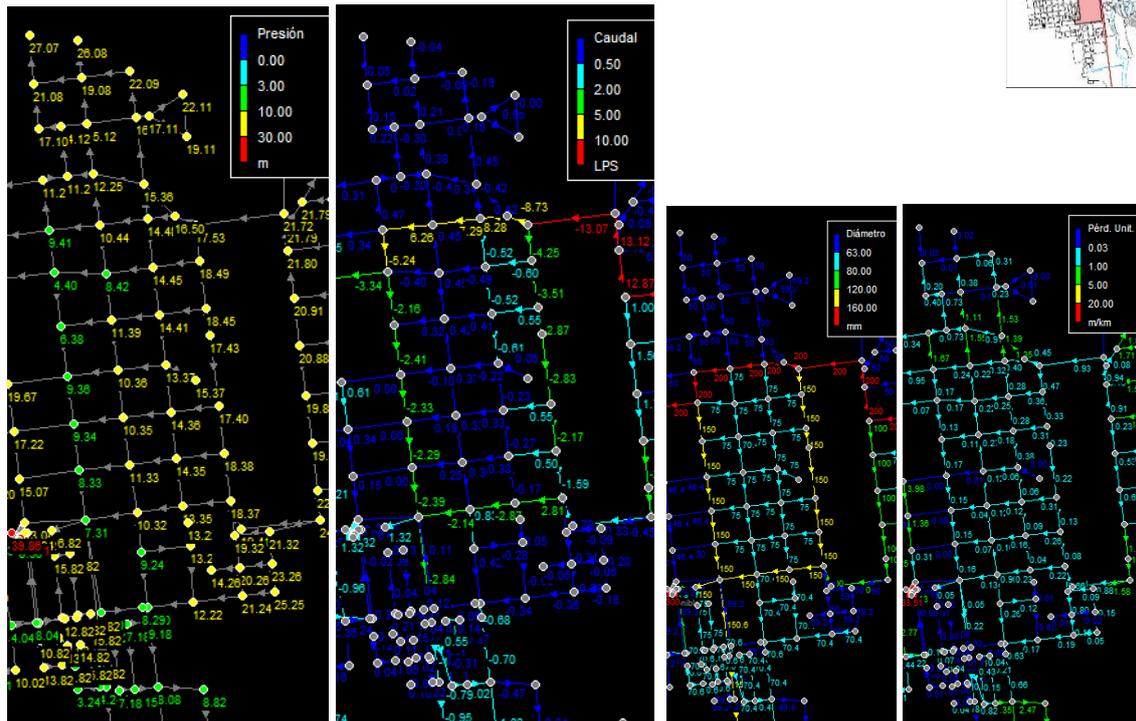


Ilustración 4-11: Resultados del modelo (zona 2)

Al igual que la zona 1, este sector se encuentra bien proyectado. Existen cañerías primarias y secundarias cuyos valores de pérdidas unitarias y velocidades se encuentran dentro del rango de valores aceptables.

Asimismo los valores de presiones son correctos, salvo en los nudos más alejados de la planta. Hacia el norte se tienen valores entre 6 y 10 m.c.a., por lo que se pueden aceptar como válidos. Mientras que en el sur los valores son menores, por lo que debe pensarse en alimentar estas manzanas desde otro sector.

Se observan algunas falencias pequeñas hacia el norte, donde todas las cañerías son de diámetros pequeños ($\phi 63\text{mm}$ y $\phi 50\text{mm}$), por lo que existen pérdidas unitarias un poco altas. Se debería prever una cañería principal.



Zona 3:

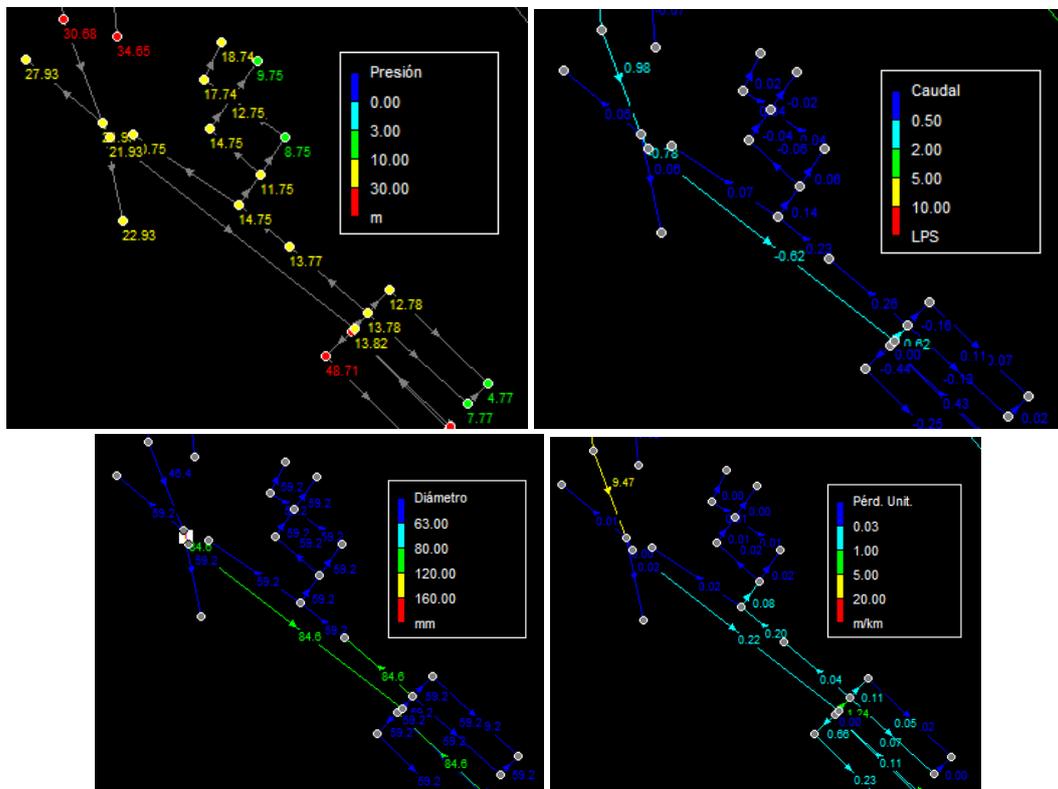


Ilustración 4-12: Resultados del modelo (zona 3)

Esta zona, que se ubica cruzando el río Toroara, se alimenta directamente desde la planta potabilizadora, ya que antes de la construcción de la cisterna de Sansana era la única forma de alimentar este sector. La cañería cruza el río y asciende por la Ruta 5 unos 500 m., cruza la ruta y desciende nuevamente para abastecer un nuevo loteo en desarrollo.

Se observan presiones con valores muy aceptables, salvo en los lugares más elevados. Los valores de pérdidas unitarias y velocidades también son correctos.

Un elemento a tener muy en cuenta es la cañería que cruza el río, donde se producen pérdidas importantes producto de su diámetro (50mm). Además, al estar la zona en expansión, requiere cada vez mayor caudal. El actual funcionamiento de la cisterna de Sansana justifica que se considere el abastecimiento de esta zona desde dicha cisterna, de modo tal que se aproveche la topografía descendente y se puedan evitar problemas con la cañería que atraviesa el río.

Zona 4:

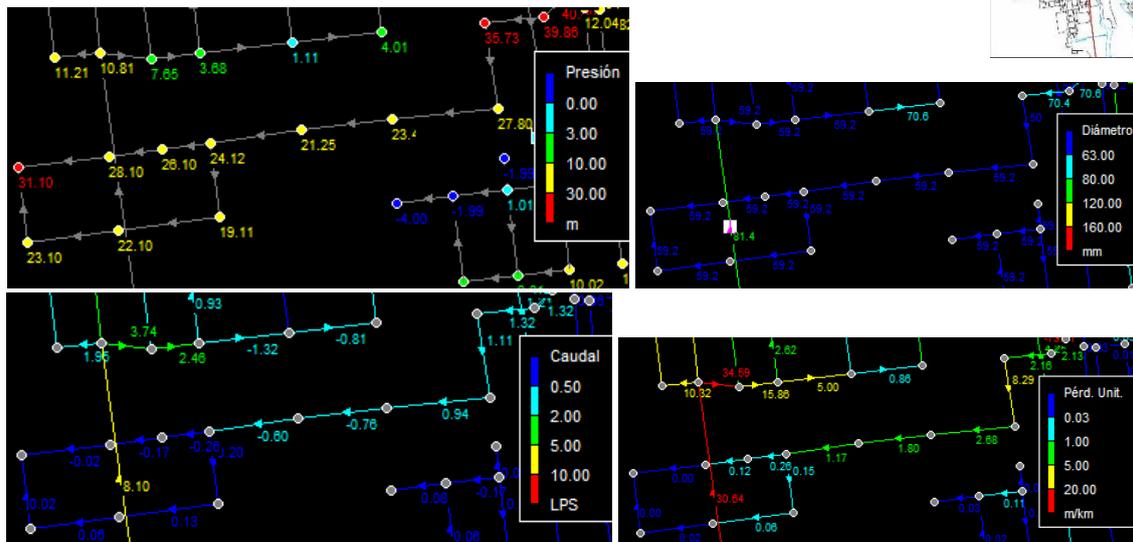


Ilustración 4-13: Resultados del modelo (zona 4)

La zona alimentada por el tanque hidroneumático es un sector elevado de la ciudad, muy cercano y casi a la misma altura que la cisterna de Ojo de Agua, que gracias al funcionamiento del hidroneumático posee presiones adecuadas.

En un principio, el tanque hidroneumático no fue diseñado para alimentar estas manzanas sino unas más cercanas a él, que hoy son alimentadas por la cisterna de Ojo de agua. Por esta razón, la cañería que abastece esta zona posee un diámetro reducido ($\phi 63\text{mm}$ y $\phi 50\text{mm}$) en algunos tramos, lo que arroja valores de pérdidas considerables. A esta situación se suma el hecho de que en los alrededores de esta zona existe un loteo que no cuenta con servicio de agua potable, lo que lleva a sus habitantes a realizar conexiones clandestinas, aumentando cada vez más la demanda y profundizado el problema de diámetro de la cañería de suministro.

Zona 5:

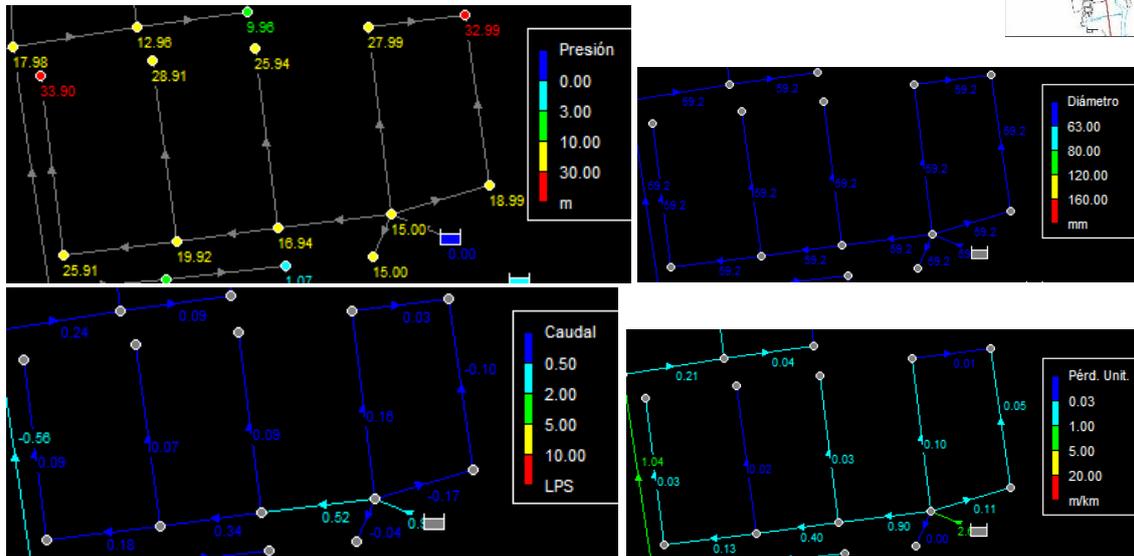
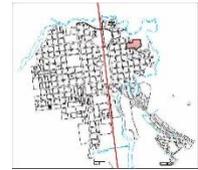


Ilustración 4-14: Resultados del modelo (zona 5)

La zona abastecida por el tanque elevado funciona adecuadamente. La demanda es medianamente baja, por lo que los diámetros (todos de $\phi 63$) trabajan correctamente. Las presiones poseen valores correctos.

El único aspecto a tener en cuenta es la posibilidad de sumar a este sector nudos ubicados en el frente sur de la planta potabilizadora, que poseen casi la misma cota que la planta, por lo cual poseen presiones muy bajas o nulas en algunos casos.

Zona 6:

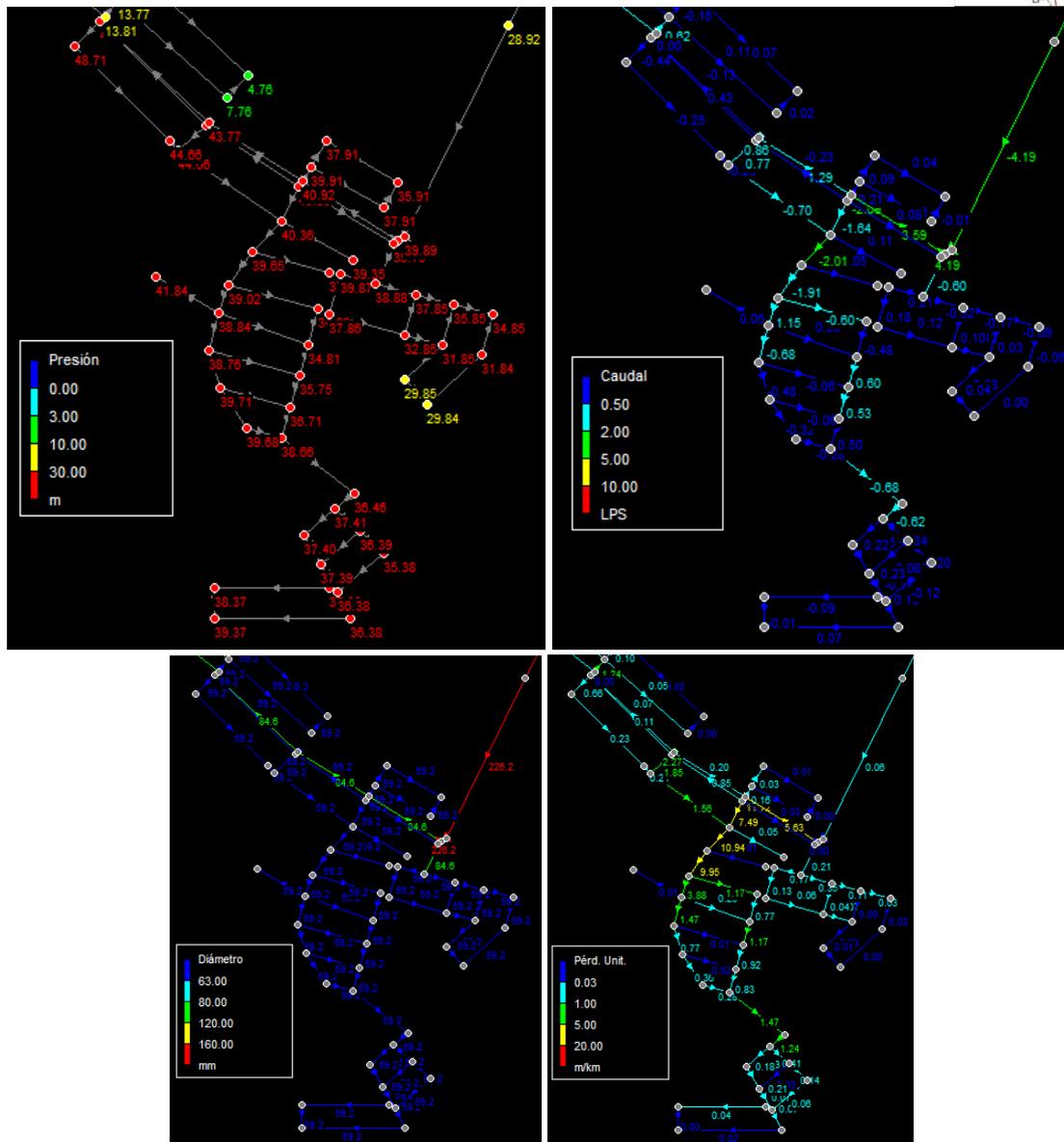


Ilustración 4-15: Resultados del modelo (zona 6)

La zona 6, abastecida por la cisterna de Sansana, posee presiones elevadas debido a que la cisterna se ubica casi 40 m. por encima de esta zona. Esto debería controlarse mediante la colocación de una válvula reductora de presión.

También se observa que esta zona, la creada más recientemente en la ciudad, no tuvo ningún tipo de planificación, ya que toda la cañería en ella es de $\phi 63$, por lo cual se desarrollan pérdidas considerables en los caños que transportan mayor caudal. Debería pensarse en una cañería principal que recorra la zona de norte a sur.

Zona 7:

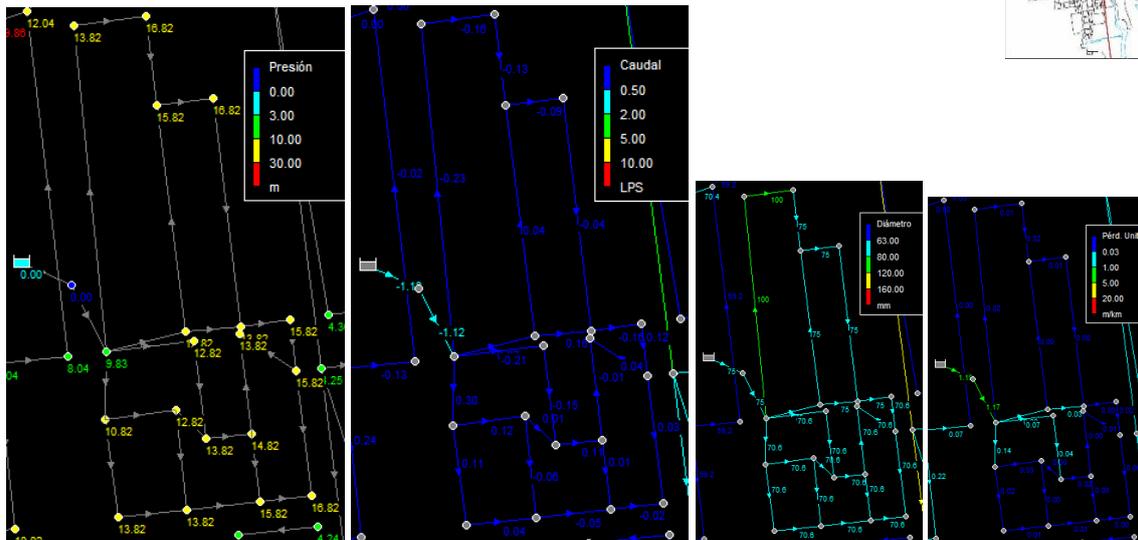


Ilustración 4-16: Resultados del modelo (zona 7)

Esta zona se encuentra abastecida por un pozo subterráneo y funciona de manera autónoma, aunque de todas formas se encuentra vinculada a la red para seguir funcionando ante cualquier desperfecto.

Las presiones arrojan valores óptimos. Casi toda la cañería es de $\phi 75\text{mm}$, por lo que los valores de pérdidas unitarias están muy controlados. Se trata de un sector que no posee problemas de funcionamiento.

En caso de que haya desperfectos técnicos en el sistema de bombeo del pozo, se puede suministrar agua desde la planta o desde la cisterna de Ojo de Agua, obteniendo resultados aceptables, pero que pueden ser optimizados.

Zona 8:

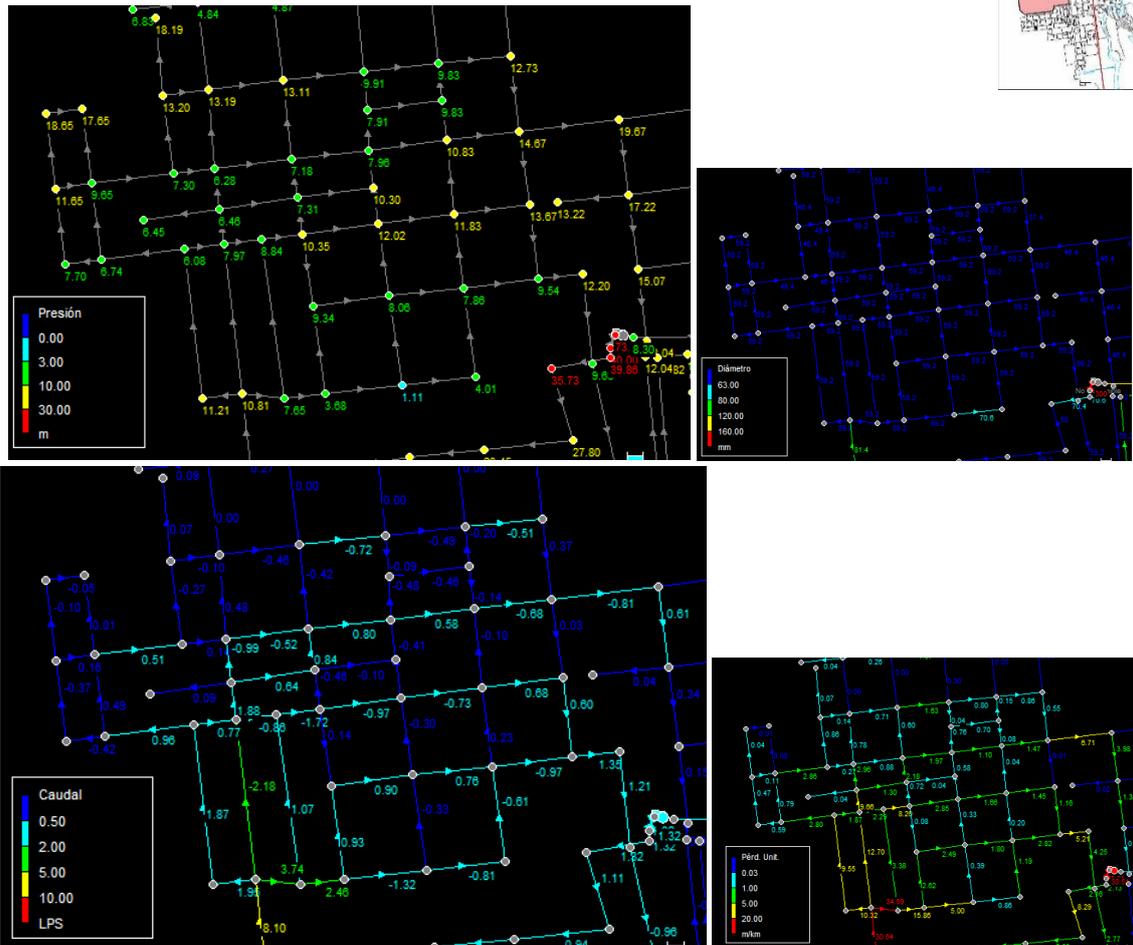


Ilustración 4-17: Resultados del modelo (zona 8)

Esta zona es la más grande que abastece la cisterna de Ojo de Agua.

En el medio y hacia el norte existe una zona elevada que se puede observar claramente a través de las bajas presiones. De todas formas, los valores son aceptables (mayores a 7 m.c.a.).

Es evidente que no existió ningún tipo de planificación durante la consolidación de esta zona. Todas las cañerías son de $\phi 63$, por lo que no hay una dirección marcada para el flujo, generándose valores de pérdidas muy aleatorios.

La cañería que abastece desde la cisterna de Ojo de Agua tiene un diámetro de 90 mm, resultando muy pequeña para la demanda de la zona. En ella se producen pérdidas del orden de 65 m/km, por lo que las presiones se ven fuertemente afectadas. Esta razón hace imposible que se abastezca la zona 11 desde la cisterna de Ojo de Agua, ya que, con el aumento de demanda, las pérdidas se hacen tan grandes en la cañería de suministro que las presiones se hacen nulas en esta zona.

Es clara la demanda de un aumento en el diámetro de la cañería de suministro y la definición y colocación de cañerías principales.

Zona 9:

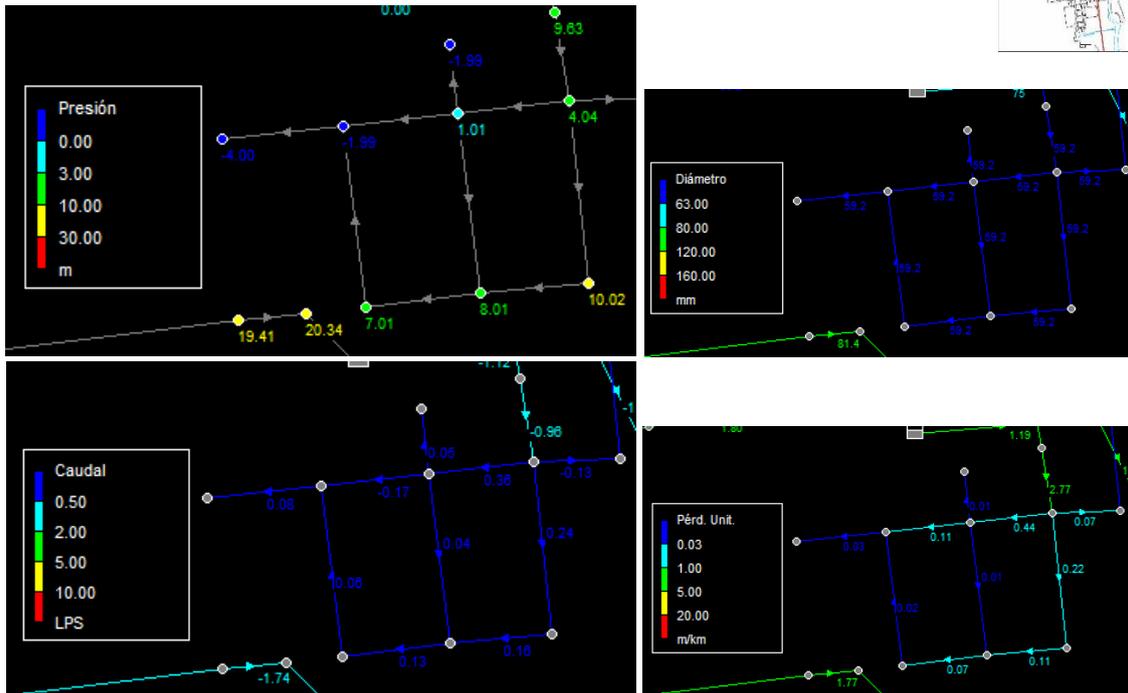


Ilustración 4-18: Resultados del modelo (zona 9)

Esta pequeña zona se encuentra abastecida por la cisterna de Ojo de Agua a través de la zona 8. Posee problemas de presión en casi todos sus nudos. Esto se debe a que son nudos que fueron quedando relegados en todas las obras que se hicieron, presentando actualmente distintas deficiencias.

Es claro que debe abastecerse este sector desde otra zona. Un par de nudos de topografía elevada podrían unirse a la zona del hidroneumático, mientras que los otros nudos pueden abastecerse de manera directa desde la cisterna.

Zona 10:

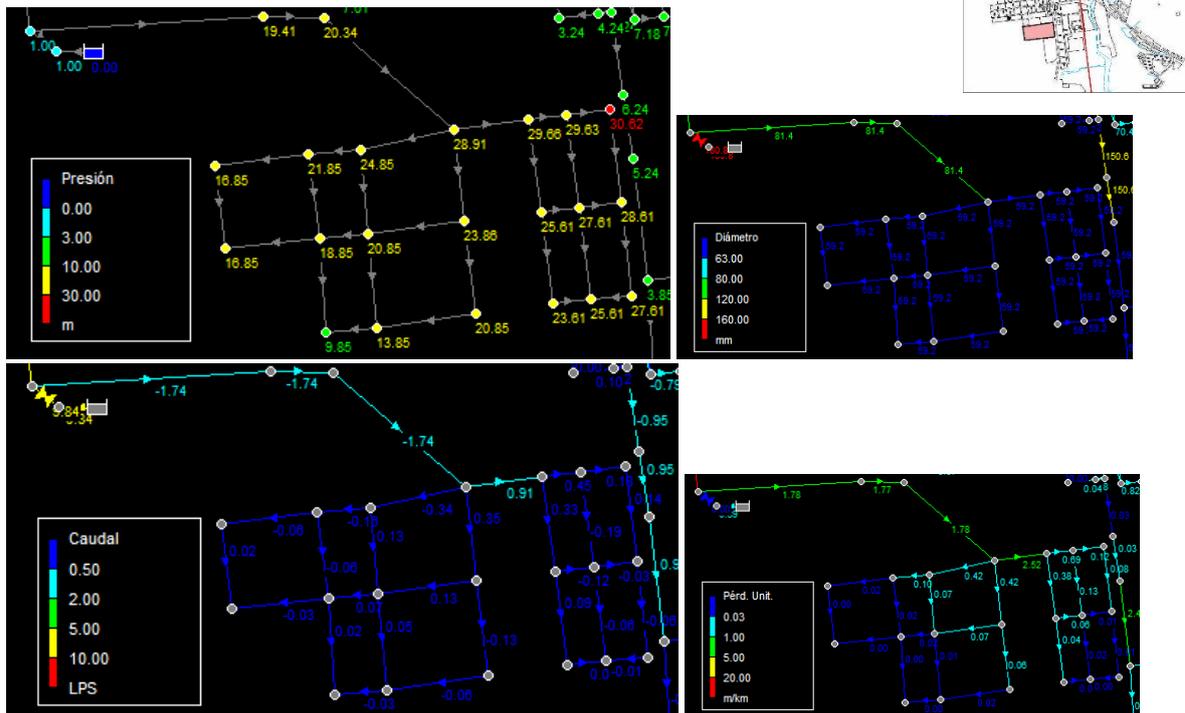


Ilustración 4-19: Resultados del modelo (zona 10)

Zona abastecida directamente por la cisterna de Ojo de Agua. Posee presiones correctas en todos sus nudos.

Uno de los problemas que se observa es la falta de cañerías principales. Debería preverse un reemplazo del caño que vincula los lotes del este con los del oeste o por lo menos colocar las cañerías que faltan para vincular ambos grupos de lotes.

El otro problema es que la cañería de suministro atraviesa terrenos que actualmente están siendo vendidos, por lo tanto, debería corregirse su posición y ser trasladada. Esta cañería es de diámetro $\phi 90$, por lo que si se decide alimentar la zona 12 desde la cisterna de Ojo de Agua, que es lo que se recomienda, debería reemplazarse por una de mayor diámetro para minimizar las pérdidas.

Zona 11:

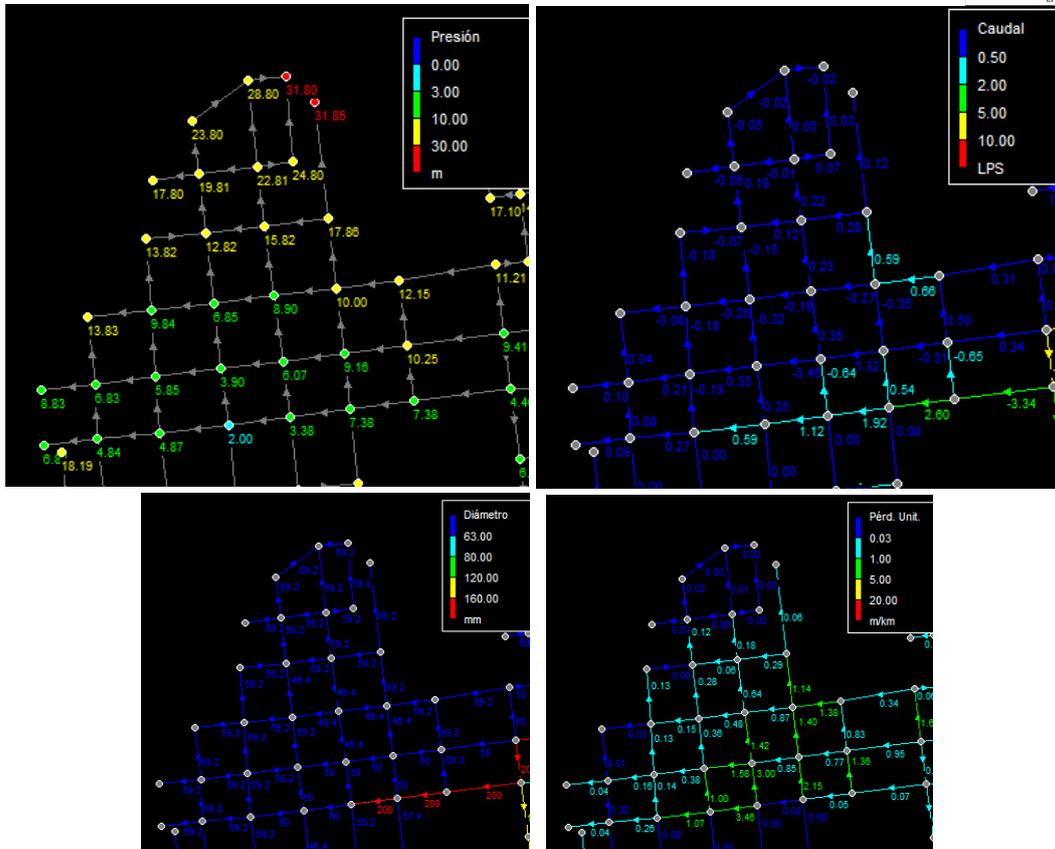


Ilustración 4-20: Resultados del modelo (zona 11)

Según se informó desde Agua de los Andes, se elige desde dónde se abastece esta zona y la zona 12. Esto depende de los volúmenes de reserva que haya en ambas cisternas. En principio se modelaron ambas zonas con suministro desde la planta potabilizadora, ya que actualmente la cisterna de Ojo de Agua se encuentra con problemas de caudal. De todos modos, también se modeló el funcionamiento de las dos zonas con caudal proveniente de la cisterna de Ojo de Agua para evaluar ambas opciones.

Cuando el caudal proviene de la planta potabilizadora se observan presiones con valores correctos, salvo en los nudos más elevados, donde se llega a un valor de 2 m.c.a., lo cual debe corregirse.

Se observa que toda la cañería es de diámetro $\phi 63$ y aunque los valores de pérdidas son bajos, deberían plantearse cañerías principales, para evitar problemas en caso de que se produzca una consolidación y crecimiento de la zona.

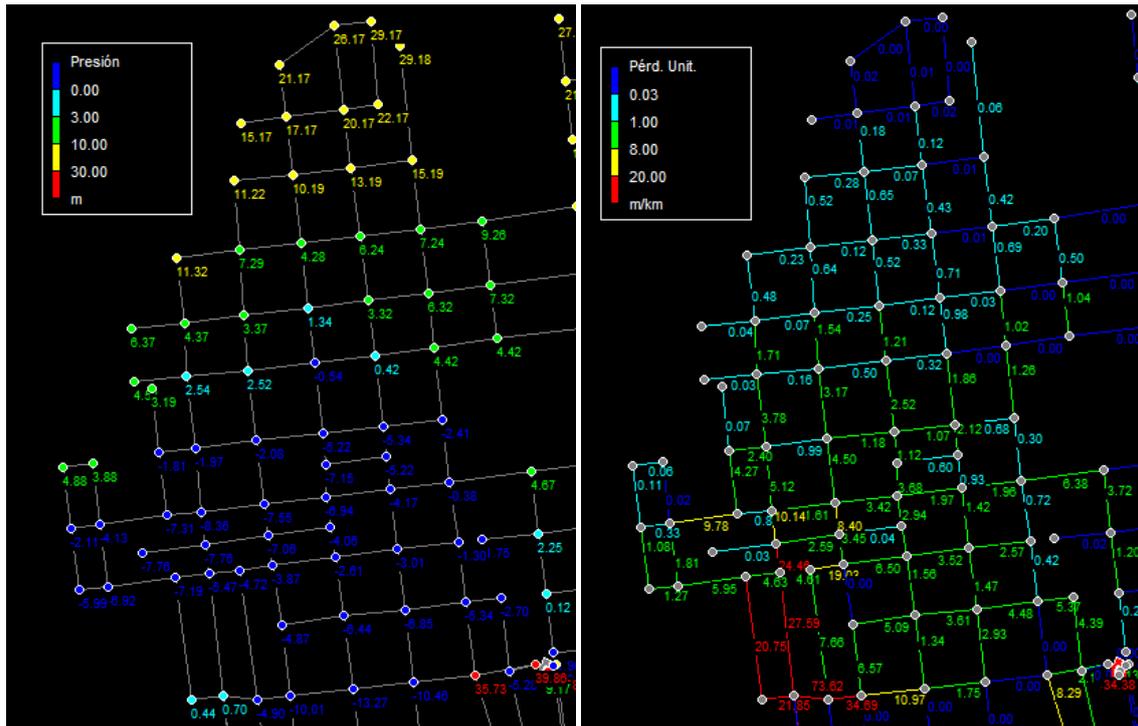


Ilustración 4-21: Resultados del modelo con suministro desde Ojo de Agua (zona 8 y 11)

Cuando se modeló la zona con caudal proveniente de la cisterna de Ojo de Agua se registraron presiones muy bajas, incluso presiones negativas en la zona 8. Esto se debe a que (como se mencionó en el análisis de la zona 8) la cañería de suministro es muy pequeña y las pérdidas ante el crecimiento de demanda aumentan demasiado. Debería verificarse qué sucede si se aumentan los diámetros, ya que la topografía nos hace suponer que el sistema debería funcionar correctamente cuando se abastece desde la cisterna de Ojo de Agua. Esto se verificará en el capítulo de obras de reacondicionamiento.

Zona 12:

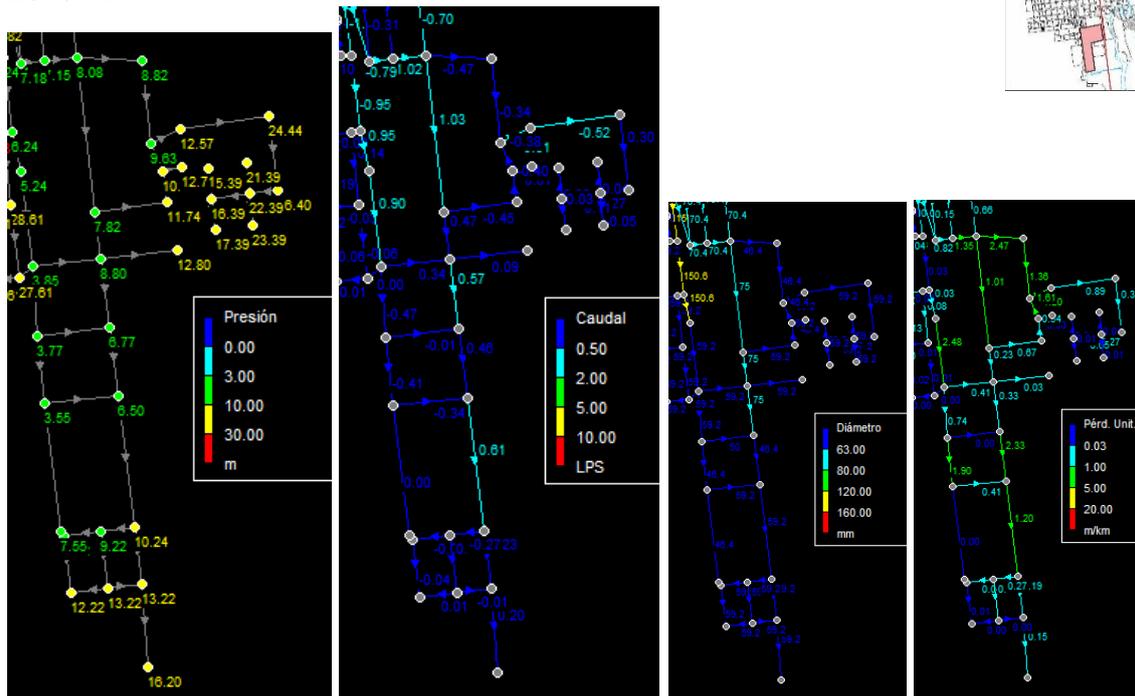


Ilustración 4-22: Resultados del modelo (zona 12)

Cuando se abastece esta zona desde la planta potabilizadora se observan presiones de valores aceptables, pero por debajo de lo recomendado. Incluso en algunos nudos se llega a tener presiones de 4 m.c.a. Esto se debe a que el flujo debe recorrer un camino largo desde la planta potabilizadora hasta este sector.

En cuanto a los diámetros se encuentra una cañería principal proveniente de la planta potabilizadora que podría extenderse, pero no existe una cañería principal que provenga desde la cisterna de Ojo de Agua. De todos modos las pérdidas tienen valores relativamente bajos.

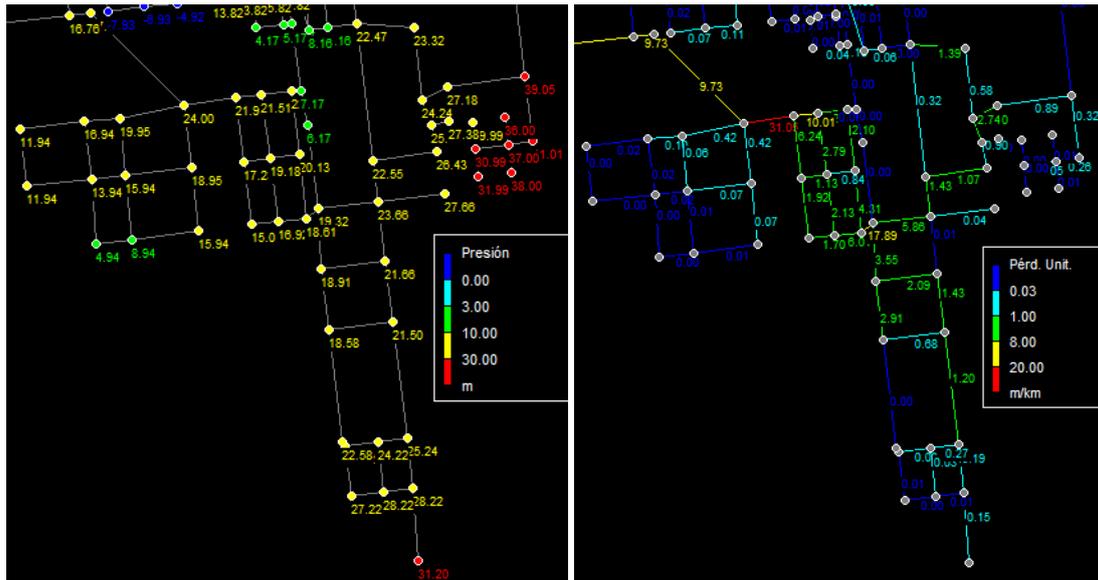


Ilustración 4-23: Resultados del modelo con suministro desde Ojo de Agua (zona 10 y 12)

Cuando el suministro se realiza desde la cisterna de Ojo de Agua se observan resultados de presiones mucho más favorables. Esto se debe a que la topografía acompaña el sentido del flujo.

Como se presumía, existen valores de pérdidas considerables debido a la falta de cañerías principales. Deberían proyectarse éstas para optimizar el servicio en estas zonas.

5. ANÁLISIS DEL ESTADO FUTURO

5.1. Introducción

En este capítulo se realiza la proyección de la población y se determinan los sectores en donde se asentará la misma. Luego se modela la situación proyectada, de forma de poder conocer si la red soportará la nueva demanda o habrá que hacer correcciones para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema.

Del mismo modo que en el capítulo anterior, se realizará la modelación con el supuesto de que la oferta de agua es infinita y el análisis de almacenamiento se realizará comparando los mínimos calculados con la nueva demanda con los existentes actualmente.

5.2. Cálculos base

5.2.1. Cálculo de población

TABLA 5-1: Cálculo de población a servir futura

Población inicial	Pi	17199
$P_f = P_i (1 + R)^n$ $R = (P_f / P_i)^{1/n} - 1$		
Donde:		
R = Tasa de crecimiento anual		
n = Número de años a la cual se hace la proyección		
Tasa de crecimiento promedio	R	0.01447
Periodo de diseño	n	25
Población inicial	Pi	17199
Población futura (AÑO 2035)	Pf	24633

Anteriormente se había calculado que la población actual con servicio de agua potable es de 17.640 hab., por lo tanto, en este capítulo deberá ubicarse y colocar el servicio a un total de **6.993 hab.**

5.2.2. Dotación de diseño

Dotación de diseño: **150 l/hab.día**

Se mantiene la dotación adoptada para el cálculo del estado actual.

5.2.3. Caudales de diseño

TABLA 5-2: Cálculo de caudales de diseño futuros

	Unidad	Valor
Población	Hab	24633
Dotación de diseño	l/hab.día	150
Coef. de caudal pico		
α_1 = coef. Diario	Adim	1.30
α_2 = coef. Horario	Adim	1.50
α = coef. máx. Total	Adim	1.95
Caudales de diseño		
Q_{Cn} = Caudal medio	lts/seg	42,77
	m3/día	3694,9
Q_{Dn} = Caudal máximo diario	lts/seg	55,60
	m3/día	4803,4
Q_{En} = Caudal máximo horario	lts/seg	83,39
	m3/día	7205,1

Se trabaja con el caudal máximo diario al igual que en el capítulo anterior.

5.2.4. Volumen de almacenamiento mínimo

El nuevo volumen de almacenamiento mínimo de acuerdo a las exigencias del ENOHSa será:

$$\text{Almacenamiento mínimo total: } 1200,85 \text{ m}^3 = 1201 \text{ m}^3$$

5.2.5. Distribución de la población futura

Debemos ubicar en la ciudad la población calculada recientemente (6993 hab.). Para ello, se realizó un estudio de los proyectos de loteo existentes, tanto privados como públicos, con el fin de determinar hacia dónde crecerá la ciudad en el futuro. Esta tarea se realizó tanto en la Dirección de Inmuebles de la Provincia de Jujuy como en la Municipalidad de la Ciudad de La Quiaca y a través de consulta a los habitantes de la ciudad acerca de terrenos en venta. Además, se consultó acerca de los proyectos de grandes obras existentes, los cuales pueden ser un polo de atracción para los nuevos asentamientos.

A partir de esta búsqueda de información se pudo elaborar una idea de la dirección que tomarán los asentamientos en los años futuros, permitiéndonos desarrollar el modelo de red de agua futura.

Esta información se presenta en la siguiente imagen.

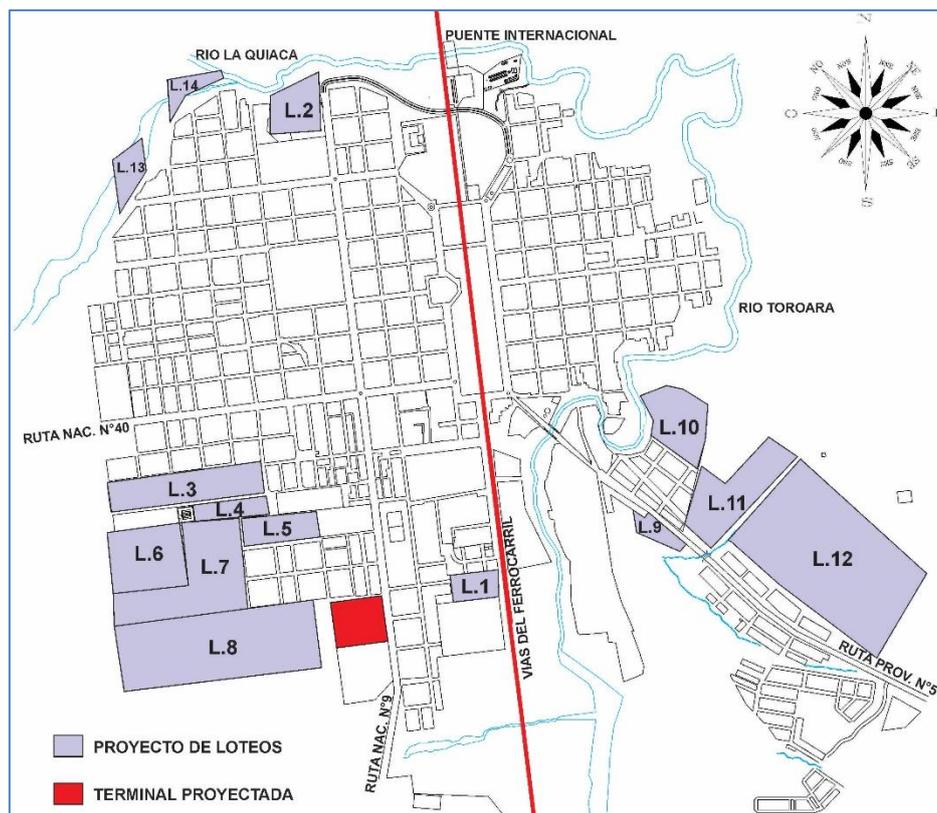


Ilustración 5-1: Proyectos de loteo

Se observan 14 proyectos de loteo o urbanización y la ubicación proyectada para la nueva terminal, elemento muy importante al momento de justificar la hipótesis de asentamiento futuro.

Luego de diversos análisis se llegó a la siguiente hipótesis de distribución de población:

Un 10% de la nueva población, es decir, 699 hab., se asentará sobre los sectores que ya cuentan con servicio de agua potable, distribuidos uniformemente.

La distribución uniforme se debe a que el comportamiento de la sociedad resulta muy aleatorio y dificulta la elección de lugares específicos en donde se asigne este porcentaje.

Se adopta sólo un 10% ya que, por un lado, no existen edificios en altura en la ciudad que puedan contener porcentajes más altos. Culturalmente la gente de La Quiaca prefiere construir una casa, aunque sea en las afueras de la ciudad, que vivir en departamentos. Por otro lado, se adopta el 10% como política de crecimiento, promoviendo la ocupación de nuevos lotes con el fin de no saturar la infraestructura existente en la ciudad.

El 90% restante, es decir, 6294 hab., se ubicará en los loteos nuevos, con un 70% de ocupación cada uno.

Esta elección se debe a que, en primer lugar, L.1 y L.2 son los dos proyectos de loteo que se encuentran más cerca de la zona céntrica de la ciudad, siendo esta una de las principales características que busca la gente al momento de realizar la compra de un

lote para su vivienda. Además, la zona L.2 se encuentra muy cerca de la zona comercial que se ubica próxima al puente internacional.

Por otro lado, los sectores L.3, L.4, L.5 y L.6 ya se encuentran habitados. Actualmente deben rondar el 20% de ocupación. Una vez que se construyan las obras de infraestructura, estas zonas terminarán de consolidarse.

La elección de los proyectos L.7 y L.8 se debe a la ubicación proyectada de la nueva terminal, la cual será un polo muy importante para la población. Si bien hoy en día la financiación de la obra está detenida, el proyecto se encuentra terminado y listo para ser ejecutado desde hace un par de años.

Los loteos de la zona este (L.9, L.10, L.11 y L.12) forman parte de la tendencia de crecimiento actual de la ciudad, inclusive existen muchas familias que ya viven en este sector. Es una zona consolidada que justifica ampliamente la elección del 70% de ocupación.

Finalmente, los sectores L.13 y L.14 justifican su elección en el hecho de tratarse de terrenos relativamente llanos que permiten proyectar lotes amplios, un poco alejados de la ciudad. El 70% de ocupación se aplica solo sobre 2 manzanas de cada loteo, por lo que en realidad se supone una ocupación mucho menor.

A continuación, se presenta una planilla con la cantidad de lotes considerados habitados en cada proyecto.

TABLA 5-3: Cantidad de lotes por proyecto de loteo

	Cantidad total de lotes	Lotes habitados (70%)	Habitantes
L.1	40	28	112
L.2	90	63	252
L.3	180	126	504
L.4	55	39	154
L.5	75	53	210
L.6	196	137	549
L.7	225	158	630
L.8	350	245	980
L.9	100	70	280
L.10	150	105	420
L.11	143	100	400
L.12	530	371	1484
L.13	60	42	168
L.14	60	42	168
Total	2254	1578	6311

A partir de estos valores se podrá realizar la asignación de caudales por nudo.

5.2.6. Cálculo y asignación de nuevas demandas

En primer lugar se elaboró la distribución uniforme del 10 % de la nueva población (699 hab.) en los nudos existentes. Este cálculo se realizó directamente sobre los valores de demanda diaria máxima, de forma de asegurar un aumento uniforme.

En cuanto a los nuevos proyectos de loteo, lo primero que se definió fue a qué sectores de la red existente se iban a acoplar. Esto se observa en la siguiente imagen.

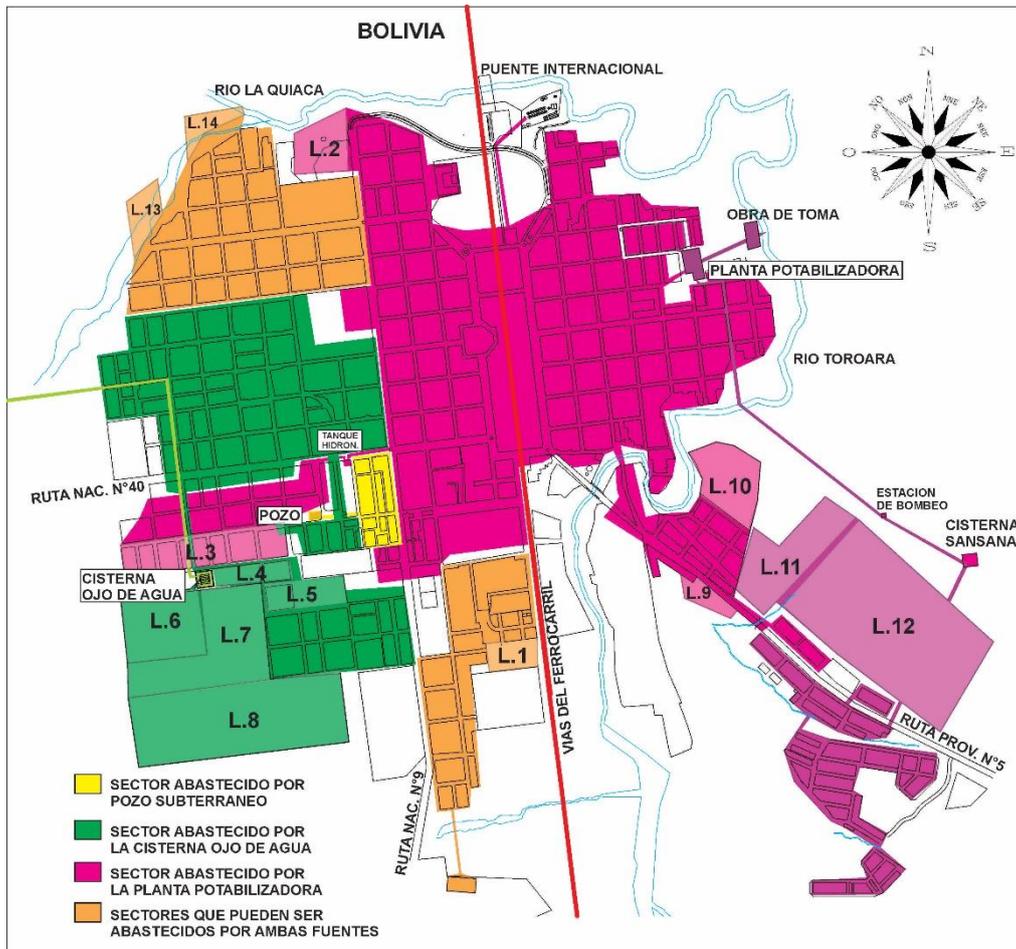


Ilustración 5-2: Asignación de suministro a los nuevos proyectos de loteo

Esta asignación se realizó por proximidad, manteniendo el esquema actual de funcionamiento de la red.

Luego se determinó la cantidad y la posición de nudos para modelar cada uno de los nuevos loteos, en base a los planos consultados, de forma tal que se represente de la manera más fiel posible la distribución espacial de cada proyecto.

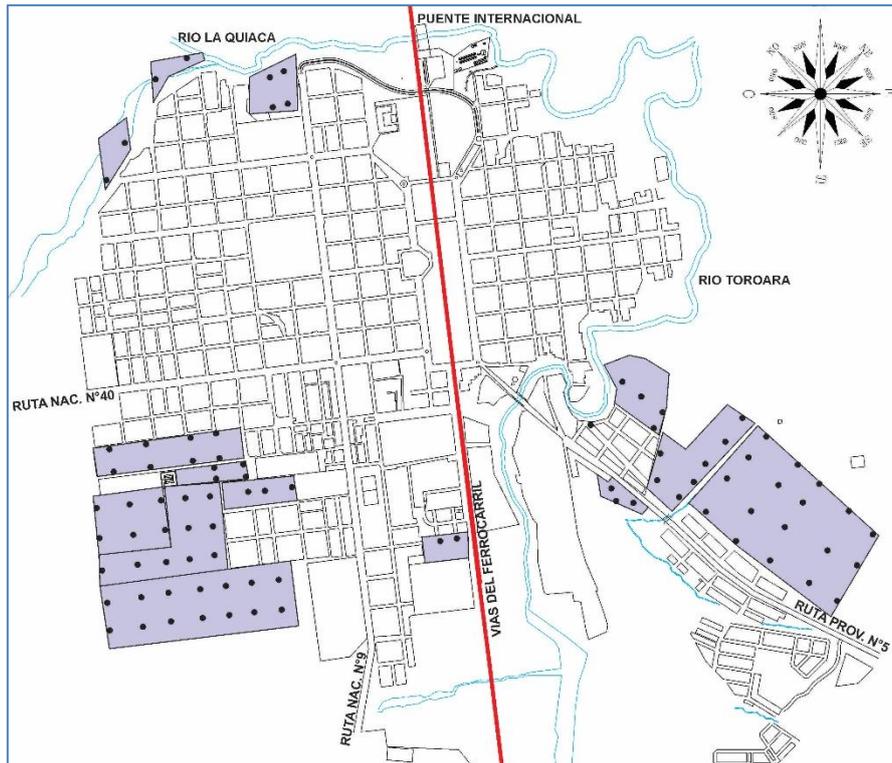


Ilustración 5-3: Definición de nuevos nudos

A partir de esta distribución de nudos se calcularon los consumos diarios máximos de cada uno de ellos. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 5-4: Distribución de caudales de proyectos de loteo

	Habitantes	Consumo diario máximo total (l/seg)	Cantidad de nudos	Consumo diario máximo por nudo (l/seg)
L.1	112	0.25	2	0.13
L.2	252	0.57	4	0.14
L.3	504	1.14	8	0.14
L.4	154	0.35	4	0.09
L.5	210	0.47	3	0.16
L.6	549	1.24	6	0.21
L.7	630	1.42	9	0.16
L.8	980	2.21	14	0.16
L.9	280	0.63	3	0.21
L.10	420	0.95	5	0.19
L.11	400	0.90	7	0.13
L.12	1484	3.35	18	0.19
L.13	168	0.38	2	0.19
L.14	168	0.38	2	0.19
Total	6311	14.24		

5.2.7. Cálculo almacenamiento mínimo por sector

Se calculan los nuevos almacenamientos mínimos por sector a partir de la asignación que se le dio a cada proyecto de loteo.

En primer lugar, se determina la nueva demanda diaria máxima por sector y luego se realiza el cálculo del almacenamiento. Estos valores son comparados con los existentes actualmente.

TABLA 5-5: Demanda diaria máxima por sector

Cisterna		Demanda diaria máxima (lt/seg)	
Pozo subterráneo "La Loma"		1,15	1,15
Planta potabilizadora	Directo	18,77	38,65
	Sansana	8,67	
	Tanque Hidroneumático	2,53	
	Tanque Elevado	1,00	
	Se elige (norte)	4,91	
	Se elige (sur)	2,77	
Ojo de Agua		16,05	16,05
		Total	55,85

TABLA 5-6: Almacenamiento mínimo por sector comparado con el real

Cisterna		Almacenamiento Mínimo calculado (m3)		Almacenamiento Real (m3)	
Pozo subterráneo "La Loma"		24,94	24,94	46,00	46,00
Planta potabilizadora	Directo	405,37	834,79	-	1125,00
	Sansana	187,32		300,00	
	Tanque Hidr.	54,57		43,00	
	Tanque Elevado	21,70		10,00	
	Se elige (norte)	106,02		-	
	Se elige (sur)	59,81		-	
Ojo de Agua		512,48(*)	512,48(*)	1000,00	1000,00

(*) Este valor tiene en cuenta el almacenamiento de los sectores que eligen desde dónde abastecerse. El valor de almacenamiento mínimo sin tenerlos en cuenta es 346,62 m3.

Se observa que las dimensiones de la cisterna del tanque hidroneumático resultan más bajas que las mínimas, por lo tanto, se debería realizar una asignación diferente o ampliar las dimensiones de la cisterna.

Las dimensiones del tanque elevado tampoco alcanzan las mínimas, problema que ya fue detectado en el capítulo anterior.

5.3. Modelación de la red futura

Con los nudos de los nuevos loteos definidos se realiza la modelación de la red futura.

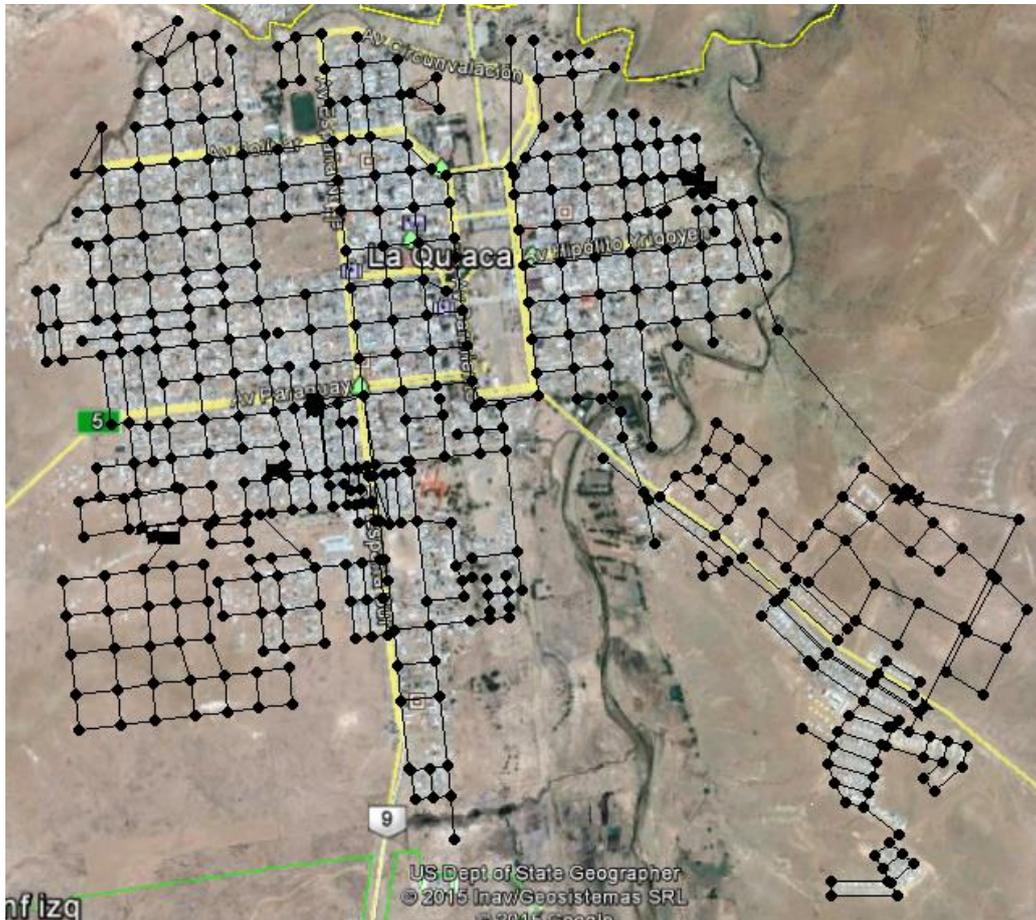


Ilustración 5-4: Plano de la red futura en EPANET con fondo

La cota de los nuevos nudos se determinó a través del programa Google Earth y se verificaron algunos a través del plano de curvas de nivel mencionado en el capítulo anterior. Luego se asignaron las demandas calculadas.

En cuanto a los diámetros, se colocaron cañerías de $\phi 90$ en los loteos grandes, representando las cañerías principales. En los lotes más pequeños se colocaron de $\phi 63$, ya que se trata de cañerías secundarias. De todos modos, se verificó que las pérdidas producidas en todas las cañerías nuevas tengan valores bajos.

Una vez asignados los valores se corre el programa.

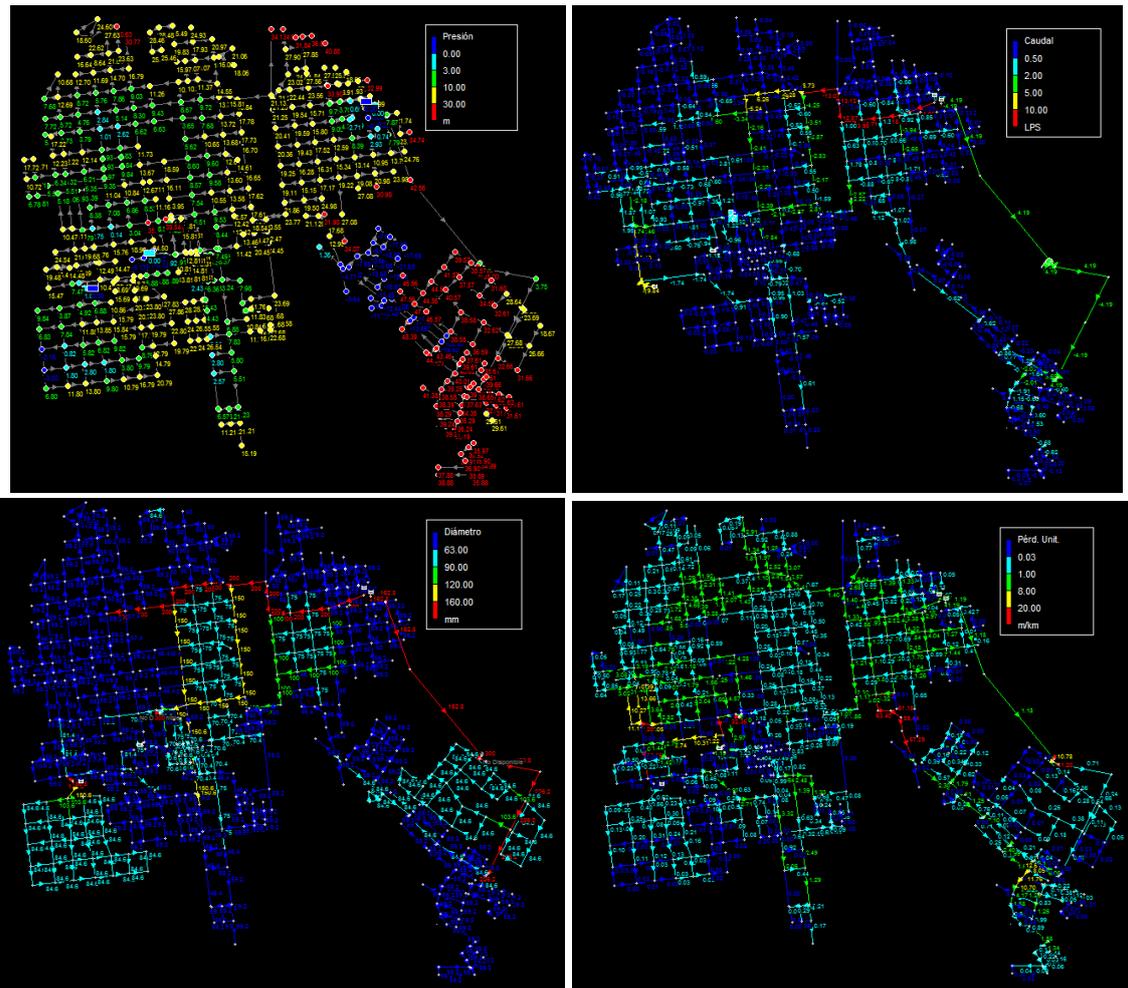


Ilustración 5-5: Ejecución de modelo en EPANET con nuevos loteos

A partir de estos resultados se realizó la evaluación del estado futuro para poder proponer las mejoras que permitan que el sistema funcione correctamente con el paso de los años.

Se muestra una imagen con la topografía de la ciudad con el fin de comprender mejor los resultados.

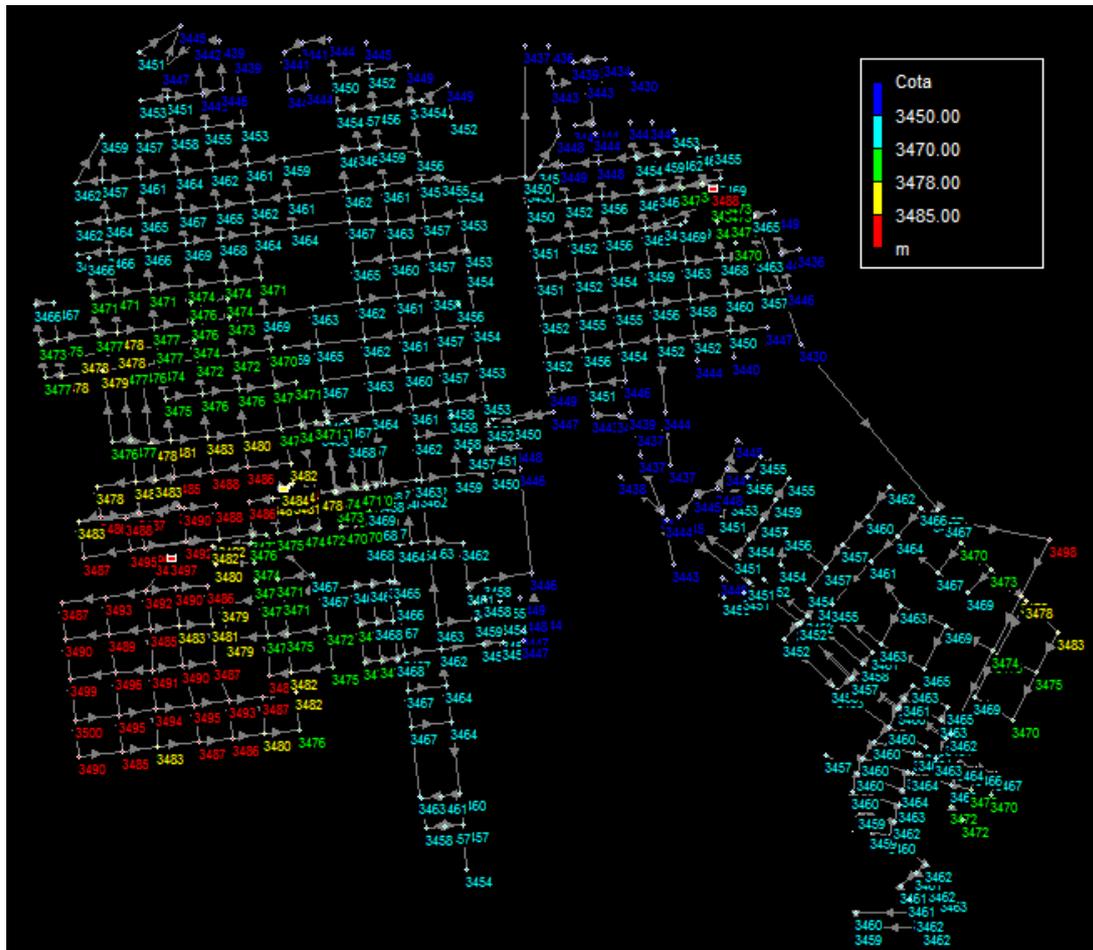


Ilustración 5-6: Topografía de la ciudad con nuevos loteos

Como se observa, los loteos de la zona suroeste se encuentran elevados respecto al resto de la ciudad. También se nota claramente que la cisterna de Sansana posee una cota mucho mayor que todo el sector sureste, siendo el punto más alto de la ciudad.

5.4. Cuadro de situaciones del estado futuro

Se estudian los resultados arrojados por el modelo, analizando cómo responde la red actual a la presencia de los loteos proyectados.

Se vuelve a utilizar la zonificación desarrollada en el capítulo anterior, agregando dos nuevas zonas correspondientes a los principales sectores nuevos a urbanizar.

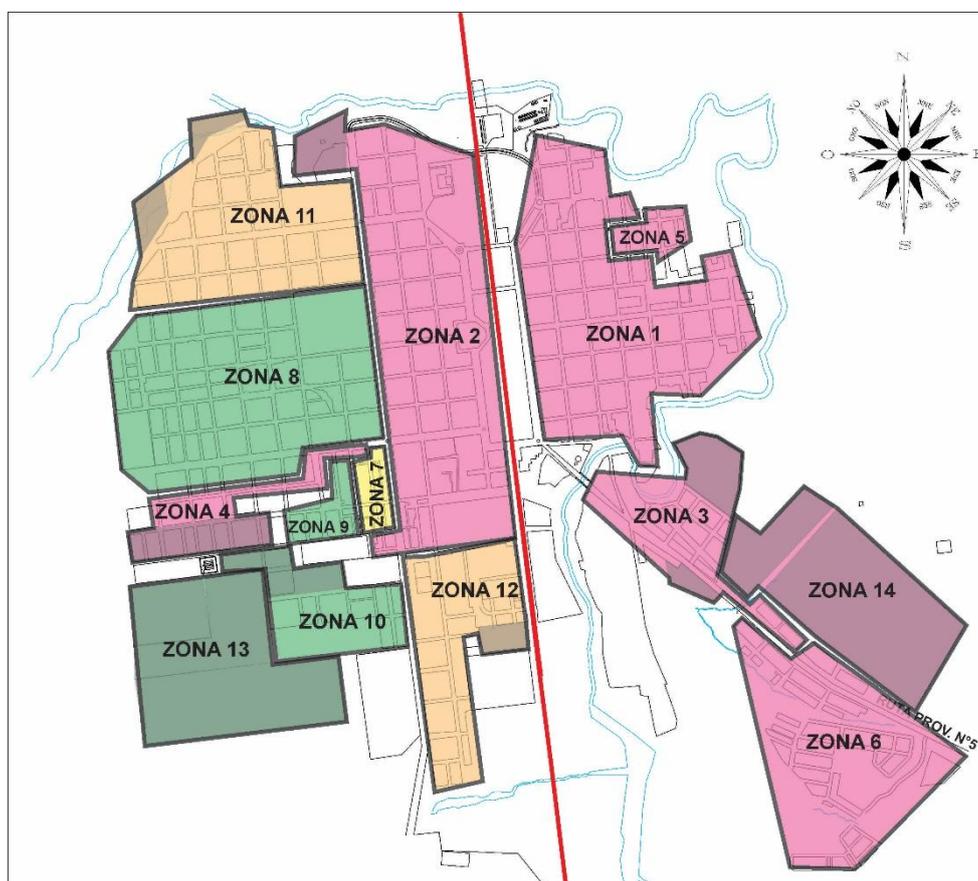


Ilustración 5-7: Zonas definidas para el análisis futuro

Existen zonas que no registran grandes cambios, por lo tanto, no serán analizadas en detalle. Solamente se verificará que en los valores no haya grandes cambios desde el estado actual. Se profundizará sobre las zonas que se ven fuertemente afectadas.

En primer lugar, mencionaremos las zonas que casi no se vieron afectadas. La **zona 5** y la **zona 7**, ambas presentan valores muy similares a los del estado actual y funcionan correctamente. Del mismo modo, la **zona 9** continúa con los problemas descritos anteriormente.

La **zona 1**, al estar bien proyectada, presenta un comportamiento muy parecido al estado actual, amortiguando correctamente el aumento de caudal. En la **zona 2** ocurre lo mismo que en la 1, salvo en el norte donde, con la presencia del nuevo loteo, se acentúa más la demanda de una cañería principal. En cuanto a las manzanas del sur, se mantiene el problema de presiones bajas.

Zona 13

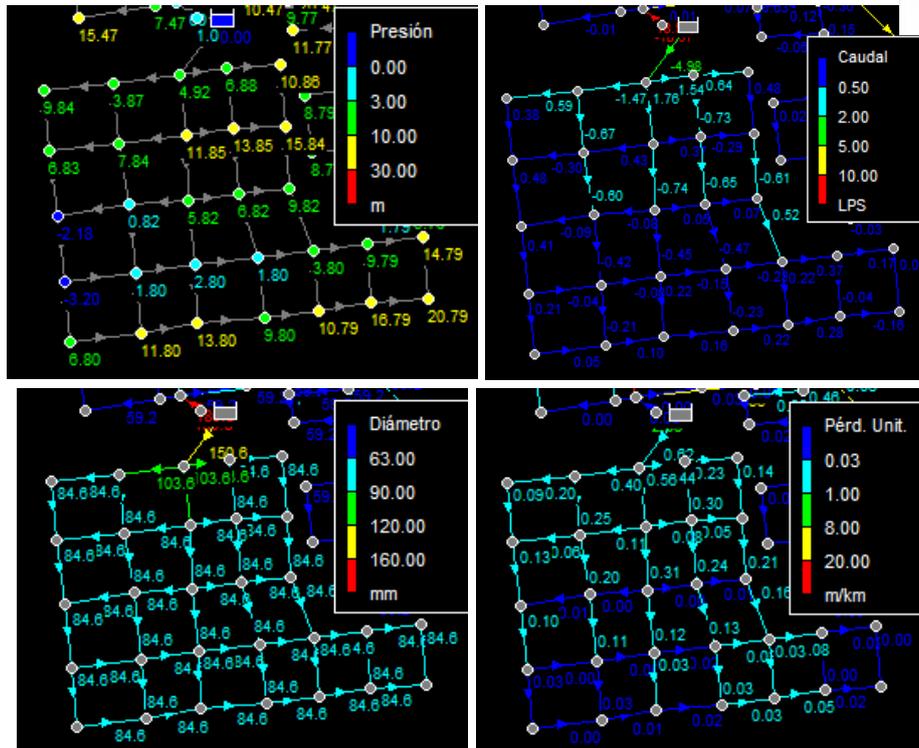


Ilustración 5-9: Resultados del modelo (zona 13)

La zona 13 está planteada de manera independiente a las anteriores y se abastece directamente desde la cisterna de Ojo de Agua. Se diseñó con una cañería de abastecimiento de 160 mm. para luego pasar a 90 mm. en las cañerías principales.

Presenta presiones bajas debido a la topografía elevada de esta zona, por lo cual se la debe alimentar desde un tanque elevado o bien desde un tanque hidroneumático, en ambos casos abastecidos desde la cisterna. Esta solución puede incluir también los nuevos lotes de la zona 4, de modo de simplificar el problema de almacenamiento de esa zona.

Zona 14:

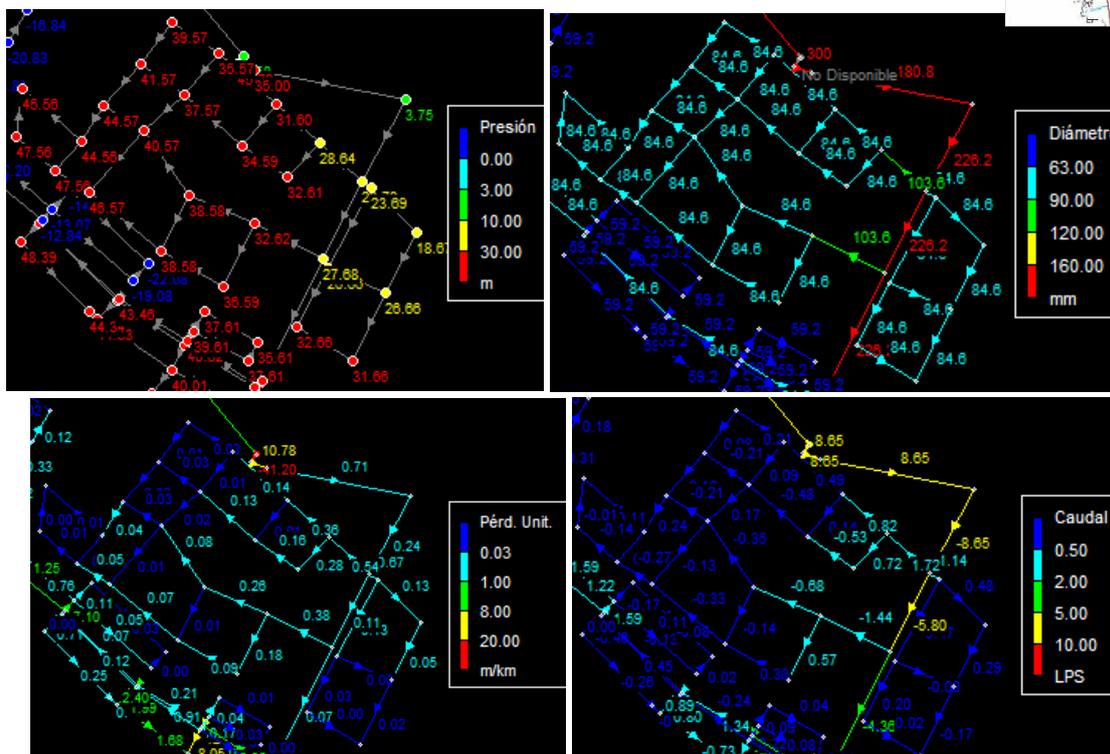


Ilustración 5-10: Resultados del modelo (zona 14)

Esta zona se abastece desde la cisterna de Sansana. Se proyectó con cañerías de 110mm. en cada empalme con la cañería principal que sale de la cisterna y luego con cañería principales de 90mm.

Se observan valores relativamente altos de presión, que se deben a la ubicación elevada de la cisterna. Deberán preverse válvulas reductoras de presión para evitar rotura de cañerías.

Con la consolidación de este sector, deberá asegurarse siempre un buen funcionamiento tanto de la estación de bombeo como de la cisterna de Sansana, ya que es el único almacenamiento que puede suministrar agua tanto a esta zona como a la zona 6. Además, todo apunta a que la zona 3 también deberá ser abastecida desde esta cisterna.

6. PROPUESTAS PARA EL REACONDICIONAMIENTO

6.1. Introducción

A lo largo de este capítulo se desarrollan las obras de reacondicionamiento de la red, que solucionan los problemas observados. En primer lugar, se exponen los objetivos específicos a lograr con ellas. Luego se detallan las obras a realizarse en un corto plazo, solucionando situaciones que producen un funcionamiento deficiente de la red en la actualidad. Y, finalmente, se describen las obras que se proyectan a largo plazo, que completan el reacondicionamiento de la red.

6.2. Lineamientos generales

Se proyectan las obras de reacondicionamiento de la red con el objetivo de que la misma esté capacitada para brindar el servicio de agua potable, tanto a la población actual como a la calculada en el capítulo anterior, de forma correcta y sin problemas de funcionamiento.

Las obras de reacondicionamiento tienen como objetivo:

- Garantizar presiones entre 10 y 30 m.c.a., el valor mínimo asegura que el agua alcance el tanque domiciliario, mientras que el máximo es para evitar rotura de cañerías por presión elevada. En algunos casos puntuales nos permitiremos aceptar valores inferiores a 10 m.c.a., ya que la edificación tipo en la ciudad de La Quiaca no supera las dos plantas. Por otra parte, en algunas zonas bajas se aceptan presiones un poco mayores a los 30 m.c.a., ya que la cañería existente es de clase 6 (resiste 60 m.c.a.).
- Sectorizar la ciudad. Se busca generar sectores dentro de la ciudad de forma tal que se puedan realizar refacciones en alguno de ellos sin perjudicar a los otros, cortando el servicio sólo en el sector afectado.
- Evitar pérdidas elevadas en cañerías. Debido a la poca planificación, existen cañerías por las cuales circula demasiado caudal, lo que eleva rápidamente las pérdidas. Esto disminuye la presión aguas abajo generando un funcionamiento ineficiente de la red.
- Garantizar las dimensiones mínimas de los almacenamientos, de modo que se cumplan los requerimientos que expresa el ENOHSa.

Para describir la ubicación de las obras de manera sencilla, se utilizará la zonificación utilizada en los capítulos anteriores.

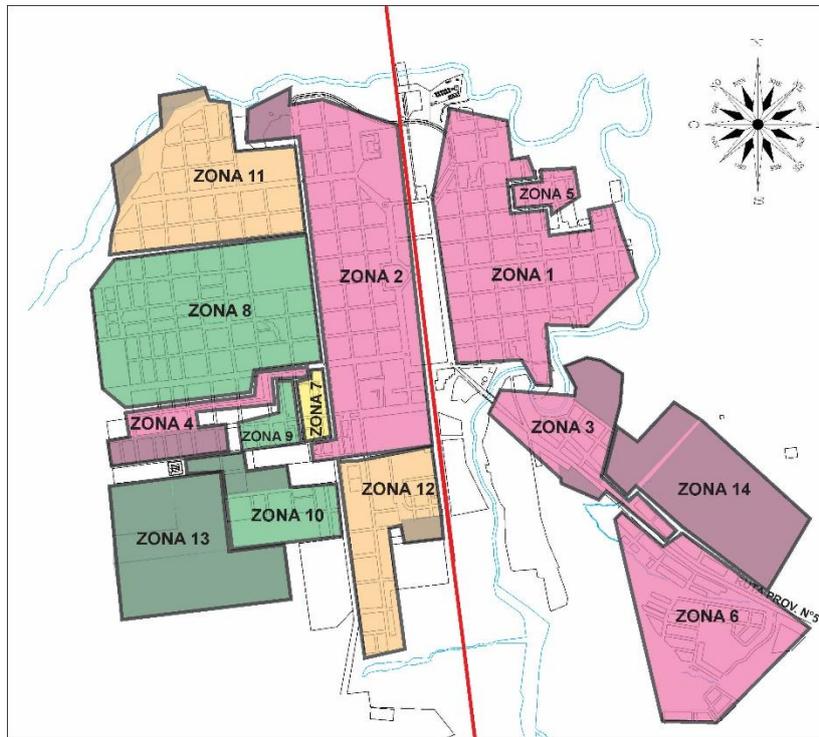


Ilustración 6-1: Zonas de análisis

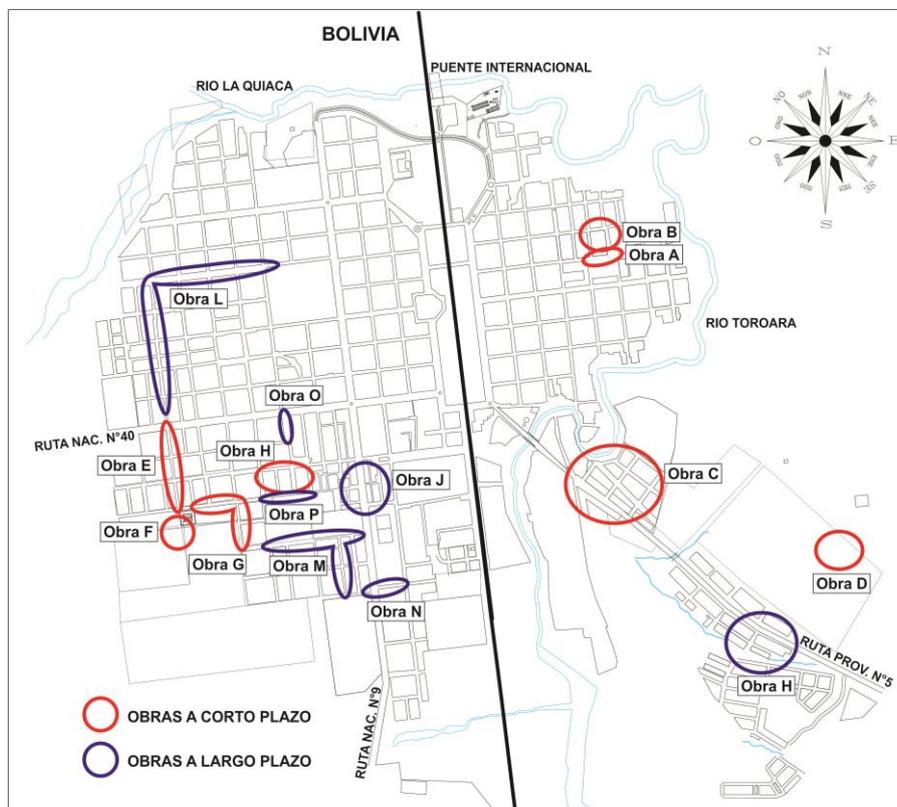


Ilustración 6-2: Ubicación de obras de reacondicionamiento

Una vez que la zona 14 se encuentre consolidada y con el servicio de agua potable funcionando, deberán colocarse las cañerías que vinculen ambas zonas, de modo que se mejore la circulación.

Obra D: Debe colocarse una válvula reductora de presión en la cañería maestra que sale de la cisterna de Sansana con el fin de controlar los valores en las zonas bajas.

Como se observó en el análisis del estado actual y del futuro, las presiones existentes en las zonas 6 y 14 son elevadas. También cuando se vinculó la zona 3 con este sector se observaron valores similares. Esto se debe a que la cisterna se ubica en un punto muy elevado respecto a las viviendas.

Es necesaria la colocación de una válvula reductora de presión, que deberá colocarse en la cañería maestra, previo al punto de empalme de la red de agua de la zona 14.

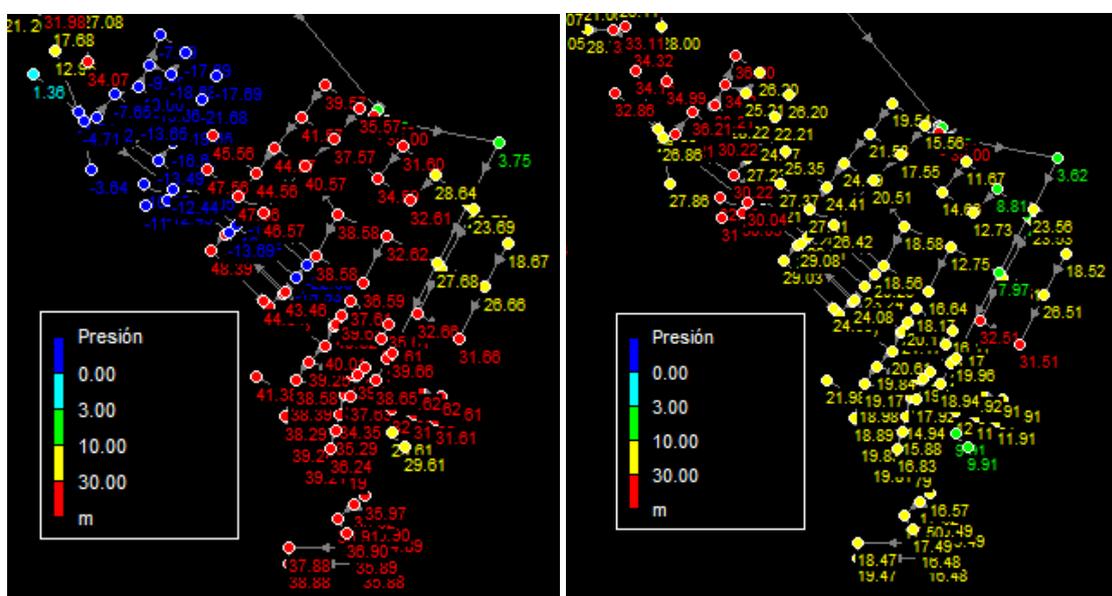


Ilustración 6-4: Presiones antes y después de las obras (C y D)

Obra E: Se debe cambiar la cañería de abastecimiento de la zona 8, que tiene un diámetro de 90 mm., por una de ϕ 200 mm.

Esto se debe a que las pérdidas que se producen en esta cañería son muy elevadas. Como se vio en el análisis del estado actual, cuando se alimenta la zona 11 desde la cisterna de Ojo de Agua, las pérdidas aumentan todavía más produciendo presiones negativas en la zona 8.

Luego de realizar el cambio se observa que ahora se puede alimentar la zona 11 desde la cisterna de Ojo de Agua, obteniendo resultados mucho más favorables que cuando se alimentaba desde la planta potabilizadora, tal como nos hacía suponer la topografía. Con la obra realizada, dicha zona debería abastecerse siempre desde la cisterna de Ojo de Agua.

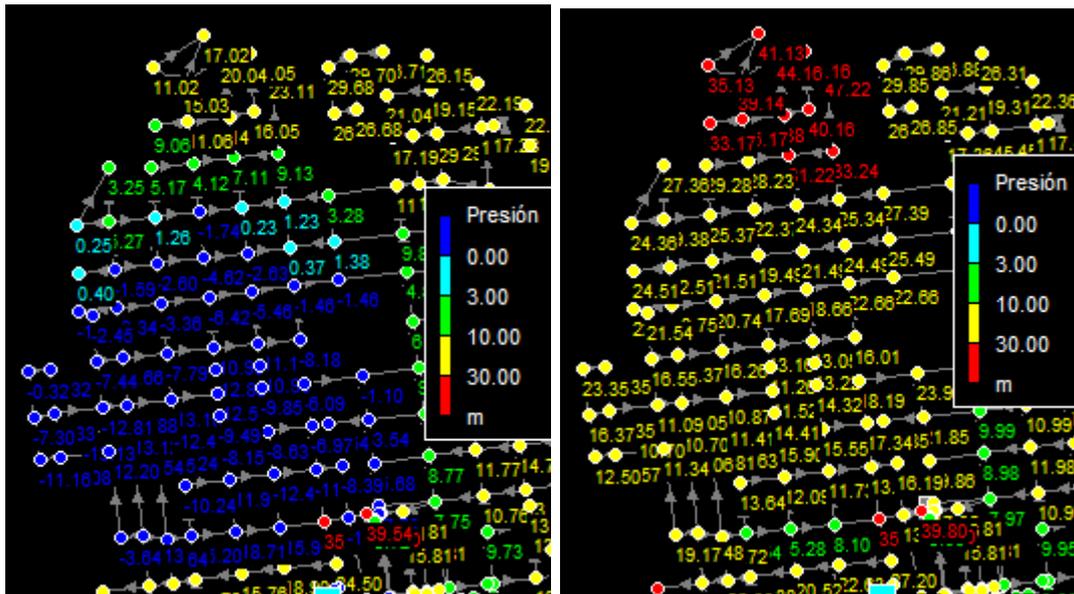


Ilustración 6-5: Presiones antes y después de las obras (E)

Obra F: Se debe instalar un tanque hidroneumático en el predio de la cisterna de Ojo de Agua para alimentar la zona 13 y la ampliación que se había vinculado a la zona 4 (Proyecto de loteo L.3).

Como se había mencionado en el análisis del estado futuro, estas ampliaciones de la red se ubican en sectores elevados, siendo imposible alimentarlos por gravedad desde la cisterna de Ojo de Agua. Si bien en principio se había vinculado el loteo L.3 a la zona 4, se detectó que la cisterna del tanque hidroneumático existente no alcanzaba a cubrir el volumen de almacenamiento mínimo. Además, con la instalación del nuevo tanque hidroneumático en las proximidades del loteo L.3, lo más lógico resulta alimentarlo desde éste.

Se modeló el tanque con una presión de 15 m.c.a., lo que soluciona el problema de presión. El diámetro de la cañería de salida del tanque debe ser por lo menos de 160mm.

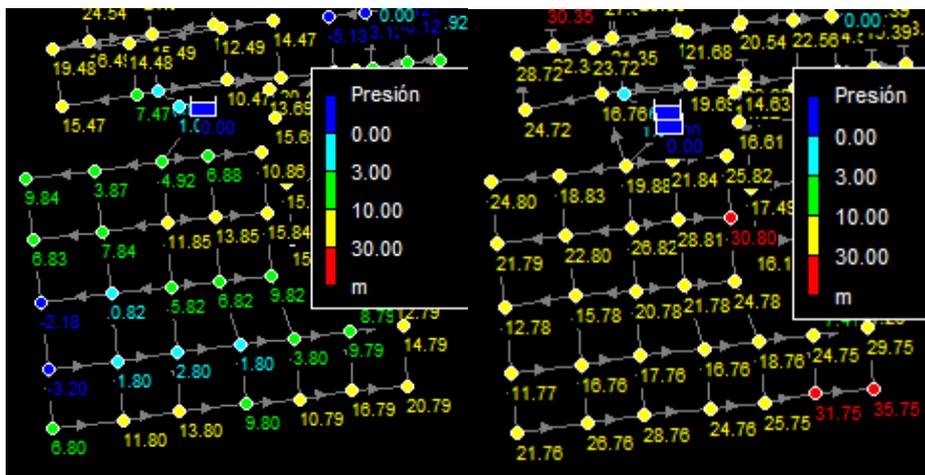


Ilustración 6-6: Presiones antes y después de las obras (F)

Obra G: Debe corregirse la posición de la cañería de abastecimiento de la zona 10. Además, debe modificarse su diámetro.

Actualmente se están vendiendo lotes sobre la ubicación de un tramo de la cañería, por lo que debe modificarse su ubicación para evitar problemas en casos de rotura.

Aprovechando esta situación debe modificarse el diámetro para evitar pérdidas elevadas. Debe reemplazarse la cañería actual de $\phi 90$ mm. por una de $\phi 160$ mm de PVC con junta elástica.

A partir de la realización de esta obra, se decide alimentar la zona 12 desde la cisterna de Ojo de Agua, ya que como se mencionó en los capítulos anteriores, se obtienen valores de presiones más adecuados.

Obra H: Finalmente, para solucionar los problemas de presión observados en la zona 9, se la divide en dos. Los dos nudos de cota más elevada se deben vincular con la zona 4, alimentada por el tanque hidroneumático. Para realizar esta vinculación se deben colocar cañerías de $\phi 63$ de PCV con junta elástica.

Por su parte, los otros nudos se deben alimentar directamente desde la cisterna de Ojo de Agua, a través de la cañería que se modificó en el inciso anterior. El tramo de red a colocar deberá ser de $\phi 90$ de PVC con junta elástica, con el fin de poder alimentar la zona 7 (abastecida por el pozo subterráneo) en un futuro.

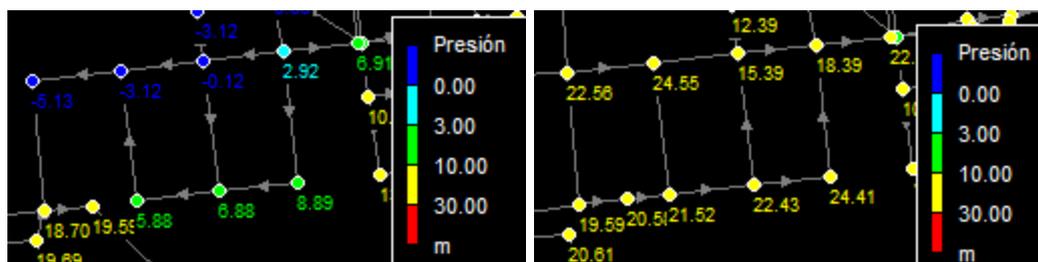


Ilustración 6-7: Presiones antes y después de la obra (H)

6.4. Obras para el reacondicionamiento a largo plazo

Las obras a largo plazo buscan optimizar el funcionamiento de la red. Se plantean soluciones que, si bien no son primordiales, buscan corregir situaciones que debieron ser tenidas en cuenta al momento de elaborar los proyectos de ampliaciones, tales como cañerías principales, sectorizaciones, reemplazo de cañerías maestras por otra de mayor diámetro, entre otras.

Obra J: En la zona 2 se mencionó un problema de presiones existente en las manzanas del sur. Esto se soluciona alimentando el sector desde la cisterna de Ojo de Agua a través de la zona 10, mediante la cañería ubicada en la avenida España. Como la cañería es existente sólo debe preverse la colocación de válvulas exclusas con el fin de sectorizar. Esta solución está ligada al reemplazo de cañerías desarrollado en el inciso M.

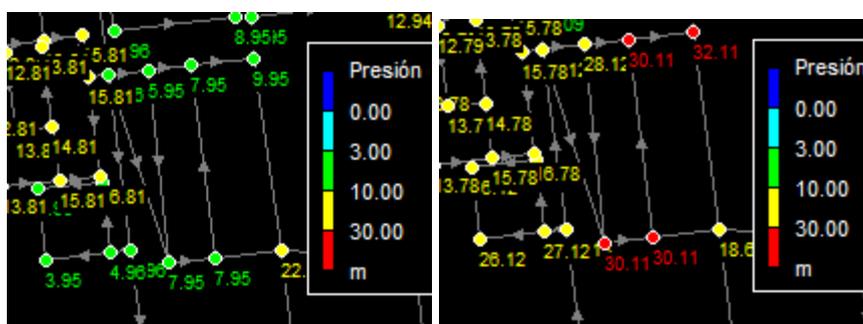


Ilustración 6-8: Presiones antes y después de la obra (J)

Este problema también puede solucionarse alimentando dichas manzanas desde la zona 7 (la del pozo subterráneo), obteniendo resultados favorables en cuanto a presiones. Más adelante se verificará el almacenamiento mínimo en este caso.

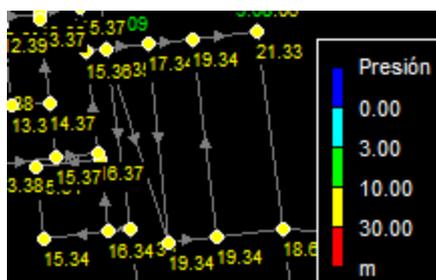


Ilustración 6-9: Presiones cuando se abastece desde la zona 7 (obra J)

Obra K: Se deben colocar cañerías principales en la zona 6. El primer tramo, perpendicular a la cañería maestra, paralelo a la ruta, que abarca hasta la avenida León Gieco, actualmente es de $\phi 90$ mm y debe ser reemplazado por uno de $\phi 160$ mm de PVC con junta elástica, Desde allí debe modificarse el diámetro de la cañería ubicada sobre dicha avenida por una de $\phi 90$ mm de PVC con junta elástica, por una longitud de 220 m. Con esto se soluciona el problema de pérdidas ocasionado por el caudal que transporta.

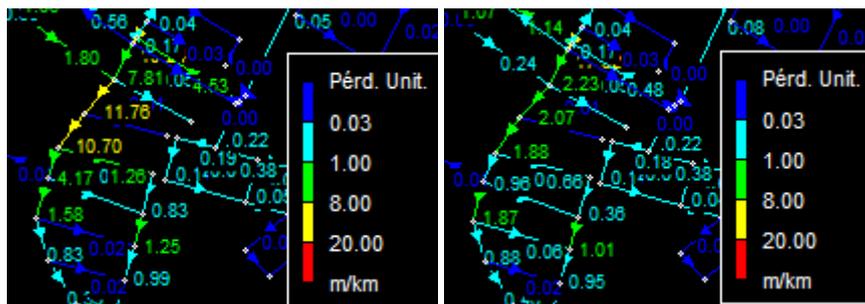


Ilustración 6-10: Pérdidas antes y después de la obra (K)

Obra L: Se deben colocar cañerías principales en la zona 8. Si bien ya se corrigió la cañería de abastecimiento, siguen presentándose pérdidas de importancia y una distribución muy poco controlada. Por esta razón, se deben reemplazar las cañerías existentes de $\phi 63$ por cañerías de $\phi 160$ mm de PVC con junta elástica desde la esquina Oratorio y Paraguay, siguiendo por la calle Oratorio hasta la calle Belgrano, por donde se continúa hasta encontrar la cañería de $\phi 200$ de hierro fundido existente.



Ilustración 6-11: Pérdidas antes y después de la obra (L)

Obra M: Se deben colocar cañerías principales en la zona 10. Al alimentar la zona 12 y las manzanas del sur de la zona 2 desde la cisterna de Ojo de Agua, se necesita una cañería principal que sea capaz de transportar el caudal necesario. Se deben reemplazar las cañerías ubicadas sobre las calle Ejercito del Norte, Cornelio Saavedra y Marqués Campero, de $\phi 63$ mm por otras de $\phi 90$ de PVC con junta elástica.

Obra N: Se debe modificar la cañería de vinculación de la zona 10 con la zona 12. Esta cañería actualmente es de $\phi 63$, por lo cual resulta pequeña para transportar el caudal necesario. Se decide reemplazarla por una de $\phi 90$ mm de PVC con junta elástica, que continué hasta la calle Patricias Argentinas.

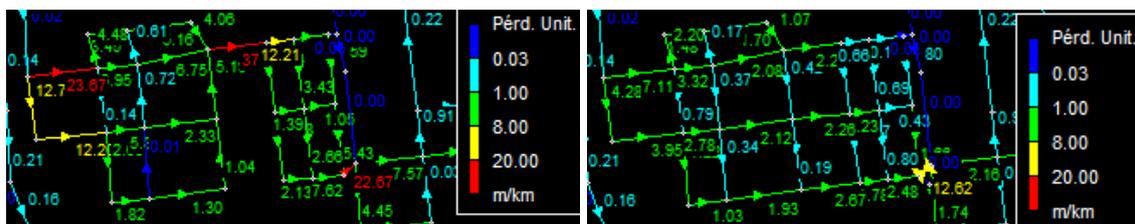


Ilustración 6-12: Pérdidas antes y después de las obras (M y N)

Además, debe colocarse una válvula reductora de presión en esta cañería de vinculación, ya que, debido a las mejoras realizadas, las pérdidas se redujeron y se obtienen valores de presiones muy elevados en las viviendas más bajas.

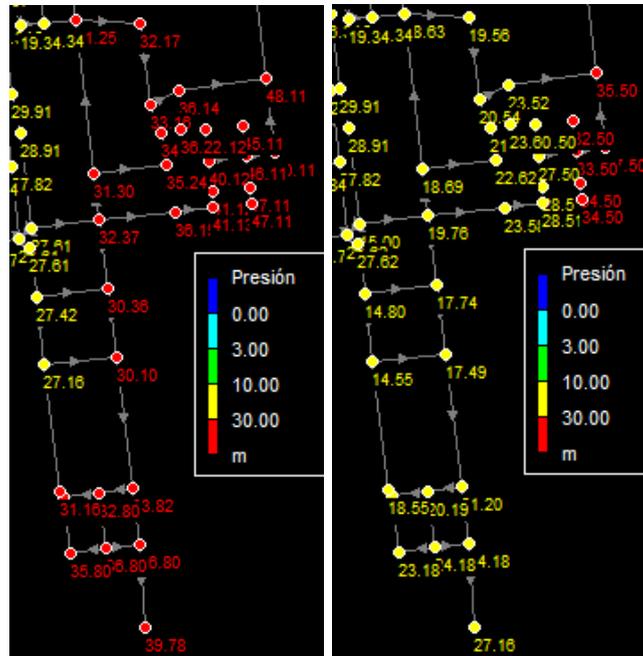


Ilustración 6-13: Presiones antes y después de colocar la válvula reductora (obra N)

Obra O: Se debe modificar un tramo de la cañería de abastecimiento de la zona 4. Actualmente la cañería de salida del tanque hidroneumático es de $\phi 75$ mm, luego se reduce a $\phi 50$ mm y continúa con $\phi 63$ mm. Se pretende modificar el tramo de $\phi 50$ mm por una cañería de $\phi 90$ mm de PVC con junta elástica, de modo que se disminuyan las pérdidas de 12,64 m/km a 0,88 m/km.

Obra P: Se debe colocar una cañería de forma que pueda abastecerse la zona 7 directamente desde la cisterna de Ojo de Agua, en caso de existir un problema en el sistema de bombeo del pozo subterráneo.

Para este fin debe continuarse con la cañería que desciende desde la cisterna por la calle María Dolores de Arrieguez hasta alcanzar la calle Santa Fe. La cañería a colocarse (reemplazarse en tramos que ya poseen cañería) debe ser de $\phi 90$ mm de PVC con junta elástica.

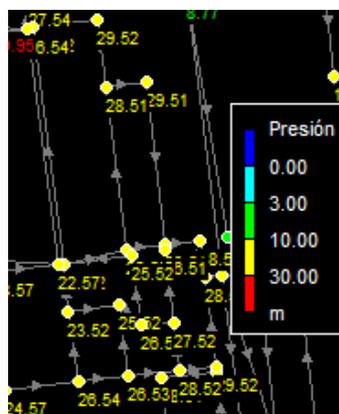


Ilustración 6-14: Presiones en zona 7 cuando se alimenta desde cisterna de Ojo de Agua (obra P)

6.5. Cálculo final de caudales y almacenamientos mínimos

Se calculan los caudales y los almacenamientos mínimos para que la red funcione correctamente luego de haber realizado las obras de reacondicionamiento.

En estas tablas se supone que las zonas 11 y 12, que antes podían abastecerse de cualquiera de las dos cisternas, son alimentadas directamente por la cisterna de Ojo de Agua.

TABLA 6-1: Demanda diaria máxima por sector final

Cisterna		Demanda diaria máxima (lt/seg)		Demanda diaria máxima (m ³ /día)	
Pozo subterráneo "La Loma"		1,15(*)	1,15(*)	99,78(*)	99,78(*)
Planta potabilizadora	Directo	15,21	29,02	1313,77	2507,04
	Sansana	10,87		939,37	
	Tanque Hidroneumático	1,51		130,60	
	Tanque Elevado	1,43		123,30	
Ojo de Agua	Directo	19,54	25,68	1688,17	2218,57
	Nuevo Tanque Hidron.	6,14		530,40	
Total		55,85		4825,39	

(*) En caso de alimentarse las manzanas del sur de la zona 2, la demanda es de 2,09 l/seg o 180,90 m³/día.

TABLA 6-2: Almacenamiento mínimo final por sector comparado con el real

Cisterna		Almacenamiento Mínimo calculado (m3)		Almacenamiento Real (m3)	
Pozo subterráneo "La Loma"		24,94(*)	24,94(*)	46,00	46,00
Planta potabilizadora	Directo	328,44	1125,00	-	1125,00
	Sansana	234,84		300,00	
	Tanque Hidr.	32,65		43,00	
	Tanque Elevado	30,83		10,00	
Ojo de Agua	Directo	422,05	554,64	1000,00	1000,00
	Nuevo T. Hidron.	132,60		-	
Ojo de Agua		512,48(*)	512,48(*)	1000,00	1000,00

(*) En caso de alimentarse las manzanas del sur de la zona 2, el almacenamiento mínimo es de 45,22 m³.

Como se observa, el único depósito que posee problemas de capacidad es el tanque elevado, por lo cual deberá realizarse una ampliación del mismo con el fin de evitar problemas en caso de alguna falla en el sistema de bombeo.

Quedan expresados, en la tabla 24, los caudales mínimos que deben ser bombeados en cada una de las estaciones de bombeo de modo que las cisternas siempre mantengan los niveles adecuados. El funcionamiento de cada bomba no se modeló, ya que, como se mencionó anteriormente, para la verificación de presiones y diámetro de cañerías realizada en este trabajo se supuso una oferta infinita.

6.6. Consideraciones finales

A continuación se presenta un gráfico en donde se puede observar el funcionamiento que tendría la red con las mejoras realizadas.

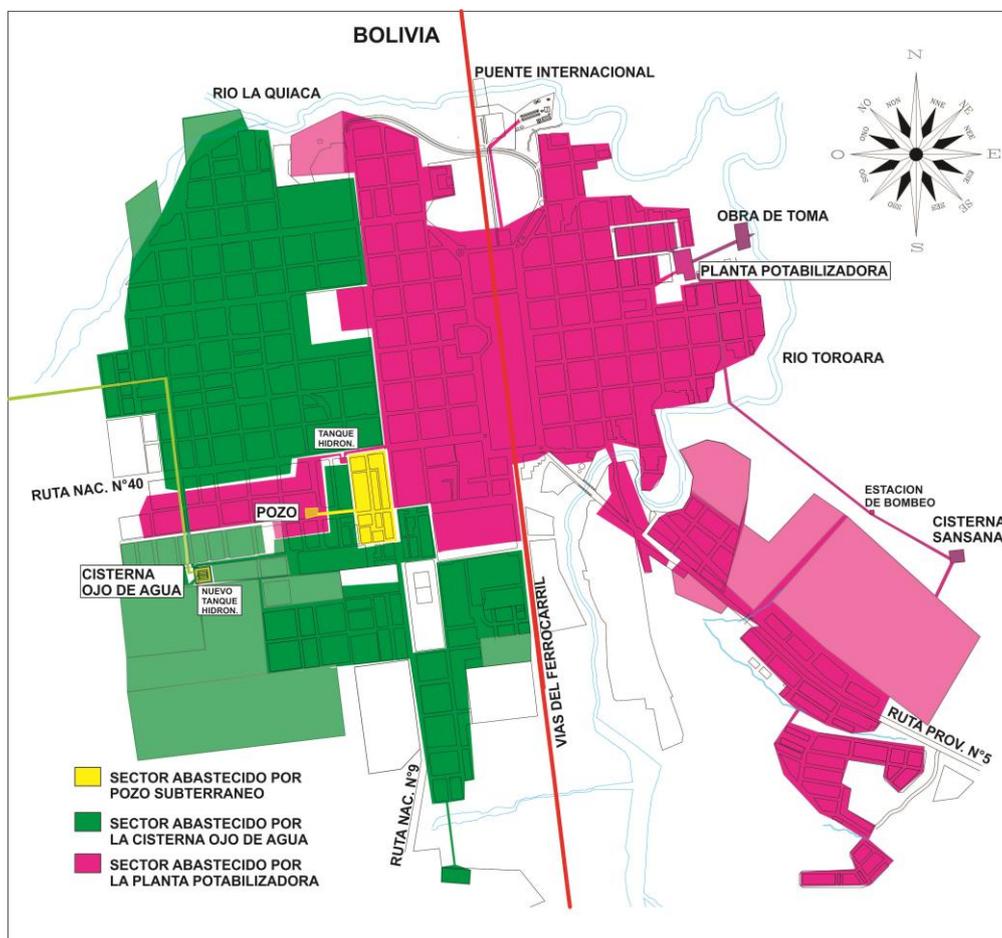


Ilustración 6-15: Esquema final de sectores de distribución de agua potable

Como se observa en el gráfico, luego de realizar las obras de reacondicionamiento se pueden detectar dos grandes sectores, uno hacia el este y otro hacia el oeste, cada uno abastecido por una cisterna independiente de la otra.

Anteriormente se mencionó que la cisterna de Ojo de Agua se encuentra con problemas de caudal, por lo cual para poder concretar este funcionamiento proyectado es necesario que se solucionen dichos problemas en el pueblo de Ojo de Agua o que se dé cumplimiento a un proyecto que consiste en abastecer esta cisterna desde el pueblo de Mina Yurac con un caudal que satisface ampliamente la demanda. Actualmente la ciudad fronteriza de Villazón se abastece desde el pueblo de Mina Yurac.

Finalmente, se recomienda que de manera gradual deberían cambiarse las cañerías de asbesto cemento que se encuentran en el centro por cañería de PVC o PEAD, deberían colocarse más hidrantes de manera de evitar problemas ante incendios y cerrarse las mallas que se encuentran abiertas de forma de mejorar el comportamiento hidráulico de la red, estos ítems no se colocan como propuestas ya que forman parte de un mantenimiento constante de la red.

7. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO DE LAS OBRAS DE REACONDICIONAMIENTO A CORTO PLAZO

Se desarrolla solamente el cómputo y presupuesto de las obras de reacondicionamiento a corto plazo debido a que las obras a largo plazo no poseen fecha fija de ejecución, pudiendo producirse fluctuaciones importantes en los precios existentes en la actualidad.

El cómputo de las obras a corto plazo se realizó a través del análisis detallado de cada una de las obras de forma tal de obtener un listado con las longitudes de las cañerías, cantidad y tipo de piezas especiales, válvulas y otros elementos que forman parte de cada una de ellas. Luego se obtuvieron los precios de estos elementos para conformar el presupuesto.

Para el cálculo de los volúmenes, tanto de excavación como de relleno, se multiplicó la longitud de la cañería por un ancho de 60 cm. (ancho de pala de retroexcavadora) por la profundidad. Como valor de profundidad se tomó: para excavación 1,4 m.; para relleno con arena 0,25 m.; para relleno con suelo seleccionado 1,15 m. Estos valores de profundidad se presentan en el siguiente gráfico.

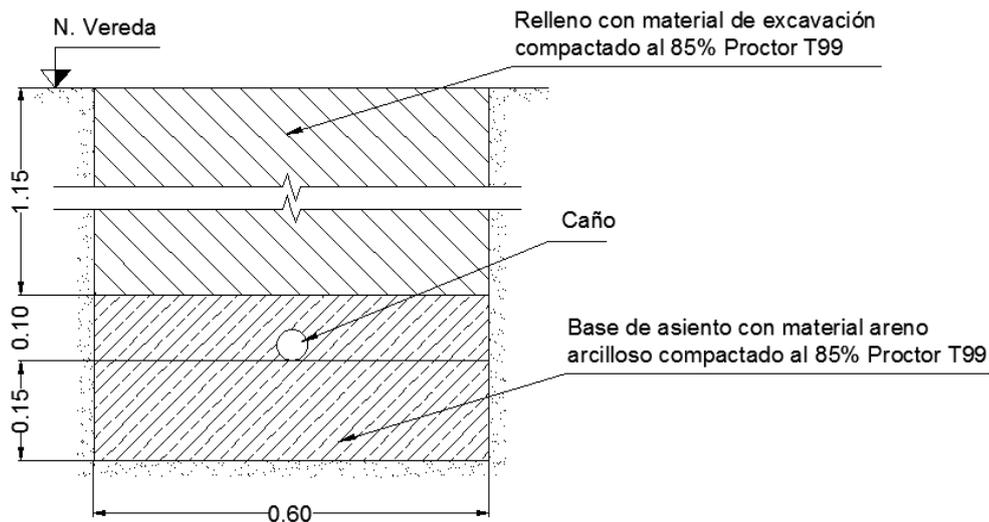


Ilustración 7-1: Sección transversal de excavación

Los precios corresponden a valores de mercado existentes en junio de 2015 en la ciudad de Córdoba.

En los casos de las obras D (válvula reductora) y F (tanque hidroneumático) el presupuesto es estimativo, ya que para obtener un precio certero debe contratarse a la empresa proveedora de los productos para realizar un cálculo detallado en cada caso, lo cual excede a los fines del presente trabajo. De todos modos se solicitaron valores entre los cuales rondaría el precio final.

A continuación se presentan los cómputos y presupuestos de cada una de las obras proyectadas a corto plazo.

TABLA 7-1: Cómputo y presupuesto de obra A

Obra A					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit. (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	2000,00	2000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	173,88	180,00	31298,40
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	31,05	130,00	4036,50
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	142,83	100,00	14283,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN200 x 6m	Un	36	1308,84	47412,73
6	Accesorios				
6.1	Curva 90° PVC JE Ø200mm	Un	2	714,07	1428,14
6.2	Aclopmiento Maxifit Ø198-226mm	Un	2	1150,95	2301,90
					102760,67

TABLA 7-2: Cómputo y presupuesto de obra B

Obra B					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit. (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	2000,00	2000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	127,68	180,00	22982,40
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	22,80	130,00	2964,00
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	104,88	100,00	10488,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN63 x 6m	Un	27	142,62	3793,69
6	Válvulas de corte y sectorización				
6.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø63mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	3	3086,94	9260,82
7	Accesorios				
7.1	Curva 90° PVC JE Ø63mm	Un	1	50,58	50,58
7.2	R.S.N. PVC JE Ø63mm	Un	2	182,38	364,76
7.3	RED. PVC JE Ø63x50mm	Un	1	28,05	28,05
					51932,30

TABLA 7-3: Cómputo y presupuesto de obra C

Obra C					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit. (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	1000,00	1000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	2,52	180,00	453,60
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	0,45	130,00	58,50
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	2,07	100,00	207,00
5	Válvulas de corte y sectorización				
5.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø90mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	3755,71	3755,71
					5474,81

TABLA 7-4: Cómputo y presupuesto de obra D

Obra D					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	1000,00	1000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	25,20	180,00	4536,00
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	4,50	130,00	585,00
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	20,70	100,00	2070,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PEAD -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN250	m	24	458,74	11009,76
6	Válvulas de corte y sectorización				
6.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø250mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	3	14284,04	42852,12
7	Válvulas de alivio				
7.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø250mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	15000,00	15000,00
8	Válvulas reductora de presión				
8.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø250mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	20000,00	20000,00

Obra D					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
9	Accesorios				
9.1	Filtro	Un	1	500,00	500,00
9.2	Manómetro	Un	2	1000,00	2000,00
9.3	TEE PEAD Ø250mm	Un	2	5004,40	10008,80
9.4	Curva 90° PEAD Ø250mm	Un	2	5010,95	10021,90
					119583,58

TABLA 7-5: Cómputo y presupuesto de obra E

Obra E					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	2000,00	2000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	277,20	180,00	49896,00
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	49,50	130,00	6435,00
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	227,70	100,00	22770,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN160 x 6m	Un	58	840,54	48541,19
5.2	DN110 x 6m	Un	1	396,24	396,24
6	Válvulas de corte y sectorización				
6.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø160mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	6807,57	6807,57
7	Accesorios				
7.1	R.S.N. PVC JE Ø160mm	Un	1	1314,40	1314,40
7.2	RED. PVC JE Ø160x110mm	Un	1	251,15	251,15
7.3	RED. PVC JE Ø110x63mm	Un	1	43,59	43,59
					138455,14

TABLA 7-6: Cómputo y presupuesto de obra F

Obra F					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	1000,00	1000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	21,00	180,00	3780,00
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	3,75	130,00	487,50
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	17,25	100,00	1725,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN160 x 6m	Un	5	840,54	4202,70
6	Válvulas de corte y sectorización				
6.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø160mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	6807,57	6807,57
7	Tanque hidroneumático. Incluye bombas y colocación.	Un	1	90000,00	90000,00
					108002,77

TABLA 7-7: Cómputo y presupuesto de obra G

Obra G					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	2000,00	2000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	383,04	180,00	68947,20
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	68,40	130,00	8892,00
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	314,64	140,00	31464,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN160 x 6m	Un	5	840,54	4202,70
5.2	DN110 x 6m	Un	1	396,24	396,24
6	Válvulas de corte y sectorización				
6.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø160mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	6807,57	6807,57
7	Accesorios				
7.1	R.S.N. PVC JE Ø160mm	Un	1	1314,40	1314,40

Obra G					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
7.2	R.S.N. PVC JE Ø63mm	Un	1	182,38	182,38
7.3	RED. PVC JE Ø160x110mm	Un	1	251,15	251,15
7.4	RED. PVC JE Ø160x90mm	Un	1	214,12	214,12
7.5	RED. PVC JE Ø110x63mm	Un	1	43,59	43,59
					124715,35

TABLA 7-8: Cómputo y presupuesto de obra H

Obra H					
Nº	Ítem	Un.	Cant.	Precio Unit (\$)	Total (\$)
1	Movilización de obra. Limpieza del terreno y replanteo.	Gl	1	2000,00	2000,00
2	Excavación mecánica y/o manual, en cualquier clase de terreno, perfilado, limpieza y transporte de suelo sobrante.	m3	325,92	180,00	58665,60
3	Relleno con arena compactada para cama de asiento	m3	58,20	130,00	7566,00
4	Relleno con suelo seleccionado compactado al 95% del valor Proctor Estandar.	m3	267,72	100,00	26770,00
5	Provisión, acarreo y colocación de cañerías PVC -Sello IRAM Clase 6				
5.1	DN63 x 6m	Un	52	142,62	7416,24
5.2	DN90 x 6m	Un	15	285,18	4277,70
6	Válvulas de corte y sectorización				
6.1	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø80mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	5641,02	5641,02
6.2	Provisión e instalación de válvulas esclusas Ø63mm. Incluye accesorios de unión y cámara con caja brasero F°F°.	Un	1	4975,88	4975,88
7	Accesorios				
7.1	R.S.N. PVC JE Ø63mm	Un	5	182,38	911,90
7.2	Curva 90° PVC JE Ø63mm	Un	1	50,58	50,58
7.3	RED. PVC JE Ø90x63mm	Un	2	38,07	76,14
7.4	Adaptador de brida PEAD Ø90mm	Un	2	187,60	375,20
7.5	Cupla PEAD Ø90mm	Un	1	251,15	251,15
7.4	Adap. de brida p/PEAD FF Ø80-90mm	Un	1	414,47	414,47
7.5	Adap. de brida p/PVC FF Ø80mm	Un	1	423,13	423,13
7.6	R.S.N. PVC JE Ø90mm	Un	1	323,62	323,62
					120140,63

8. CONCLUSIONES

El presente trabajo permite detectar tanto fortalezas como debilidades de la red de agua potable de la ciudad de La Quiaca. En el centro de la ciudad la red funciona correctamente, decreciendo en calidad hacia los alrededores donde se observó ausencia de cañerías principales, escasez de hidrantes, diámetros menores a 63mm., entre otros.

Las dimensiones de las cisternas, en su mayoría, son correctas. Aunque habría que realizar mantenimiento permanente para poder garantizar el volumen total disponible en todas.

Es de vital importancia la ejecución del proyecto de abastecimiento desde Mina Yurac, para poder garantizar las demandas calculadas y el funcionamiento propuesto, ya que las propuestas se realizaron sobre el supuesto de oferta infinita. La ejecución de este proyecto mejoraría ampliamente la calidad del servicio prestado.

Se debe resaltar el valor de realizar una planificación adecuada al momento de elaborar un proyecto de ampliación de red de agua potable, ya que sino sucede lo que se observa en la ciudad: la red se expande sin cañerías principales generándose zonas donde las pérdidas son importantes debido a caudales elevados que circulan por cañerías de diámetros pequeños; se hace difícil realizar una sectorización adecuada, teniendo que dejar sin servicio a un cuarto de la ciudad para realizar una reparación.

En cuanto a la modelación en EPANET, se puede decir que la misma resulta una herramienta muy útil para estudiar el comportamiento de una red de agua potable. Ya que es de fácil manejo y los resultados se pueden apreciar de manera rápida y muy comprensible. Tener la red completa de una ciudad modelada es una gran ventaja, debido a que nos permite conocer los puntos de conflicto, estudiar posibles mejoras obteniendo los resultados al instante, analizar el funcionamiento que tendrá la misma a lo largo del tiempo, entre otras cosas.

Por otro lado, la ejecución de esta práctica supervisada resultó ser una experiencia enriquecedora. Además de utilizar y profundizar los conceptos adquiridos en la facultad, se realizaron visitas a distintos establecimientos, tanto públicos como privados, se conversó con profesionales afines al tema, se presenció la ejecución de obras y otras tareas que forman parte de la inserción laboral en el campo de la ingeniería.

Finalmente, y a modo de reflexión, se comprendió, a lo largo del desarrollo del presente trabajo, la importancia que juega la tarea del ingeniero civil en el bienestar de la sociedad. Por lo cual resulta primordial capacitarse permanentemente para poder así desarrollar una actividad profesional que satisfaga las necesidades de nuestra sociedad.

INDICE DE TABLAS

TABLA 1-1: Periodos de diseño. Sistema de agua potable	10
TABLA 1-2: Denominación de caudales.....	15
TABLA 1-3: Definición de caudales de diseño	15
TABLA 1-4: Definición de coeficientes de caudal.....	16
TABLA 1-5: Coeficientes de caudal	17
TABLA 1-6: Velocidades admisibles	21
TABLA 2-1: Fórmulas de Pérdida de Carga para tuberías en presión.....	32
TABLA 2-2: Coeficientes de Rugosidad para Tubería Nueva.....	32
TABLA 4-1: Cálculo de población a servir	38
TABLA 4-2: Cálculo de caudales de diseño	39
TABLA 4-3: Resumen de asignación de caudales por nudo	41
TABLA 4-4: Demanda diaria máxima por sector	42
TABLA 4-5: Almacenamiento mínimo por sector.....	42
TABLA 4-6: Resumen de consumos mensuales (m ³ /mes).....	43
TABLA 4-7: Cálculo del consumo diario máximo	43
TABLA 4-8: Cálculo del consumo diario máximo por sector	43
TABLA 4-9: Capacidad de almacenamiento de cada cisterna.....	44
TABLA 4-10: Comparación entre almacenamiento real y calculado.....	44
TABLA 5-1: Cálculo de población a servir futura.....	66
TABLA 5-2: Cálculo de caudales de diseño futuros	67
TABLA 5-3: Cantidad de lotes por proyecto de loteo.....	69
TABLA 5-4: Distribución de caudales de proyectos de loteo	71
TABLA 5-5: Demanda diaria máxima por sector	72
TABLA 5-6: Almacenamiento mínimo por sector comparado con el real.....	72
TABLA 6-1: Demanda diaria máxima por sector final.....	89
TABLA 6-2: Almacenamiento mínimo final por sector comparado con el real	89
TABLA 7-1: Cómputo y presupuesto de obra A	92
TABLA 7-2: Cómputo y presupuesto de obra B	92
TABLA 7-3: Cómputo y presupuesto de obra C	93
TABLA 7-4: Cómputo y presupuesto de obra D	93
TABLA 7-5: Cómputo y presupuesto de obra E	94
TABLA 7-6: Cómputo y presupuesto de obra F.....	95
TABLA 7-7: Cómputo y presupuesto de obra G	95
TABLA 7-8: Cómputo y presupuesto de obra H	96

INDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 3-1: Ubicación La Quiaca</i>	33
<i>Ilustración 3-2: Ciudad de La Quiaca</i>	34
<i>Ilustración 3-3: Cisternas y pozos, con sectorización</i>	36
<i>Ilustración 4-1: Plano de la red existente en AUTOCAD</i>	45
<i>Ilustración 4-2: Modelo de la red importada a EPANET</i>	46
<i>Ilustración 4-3: Modelo de la red importada a EPANET con fondo</i>	46
<i>Ilustración 4-4: Asignación propiedades Tuberías</i>	47
<i>Ilustración 4-5: Asignación propiedades nodo</i>	48
<i>Ilustración 4-6: Asignación propiedades almacenamiento</i>	48
<i>Ilustración 4-7: Ejecución de modelo en EPANET</i>	49
<i>Ilustración 4-8: Topografía de la ciudad</i>	50
<i>Ilustración 4-9: Zonas definidas para el análisis</i>	51
<i>Ilustración 4-10: Resultados del modelo (zona 1)</i>	52
<i>Ilustración 4-11: Resultados del modelo (zona 2)</i>	53
<i>Ilustración 4-12: Resultados del modelo (zona 3)</i>	54
<i>Ilustración 4-13: Resultados del modelo (zona 4)</i>	55
<i>Ilustración 4-14: Resultados del modelo (zona 5)</i>	56
<i>Ilustración 4-15: Resultados del modelo (zona 6)</i>	57
<i>Ilustración 4-16: Resultados del modelo (zona 7)</i>	58
<i>Ilustración 4-17: Resultados del modelo (zona 8)</i>	59
<i>Ilustración 4-18: Resultados del modelo (zona 9)</i>	60
<i>Ilustración 4-19: Resultados del modelo (zona 10)</i>	61
<i>Ilustración 4-20: Resultados del modelo (zona 11)</i>	62
<i>Ilustración 4-21: Resultados del modelo con suministro desde Ojo de Agua (zona 8 y 11)</i>	63
<i>Ilustración 4-22: Resultados del modelo (zona 12)</i>	64
<i>Ilustración 4-23: Resultados del modelo con suministro desde Ojo de Agua (zona 10 y 12)</i>	65
<i>Ilustración 5-1: Proyectos de loteo</i>	68
<i>Ilustración 5-2: Asignación de suministro a los nuevos proyectos de loteo</i>	70
<i>Ilustración 5-3: Definición de nuevos nudos</i>	71
<i>Ilustración 5-4: Plano de la red futura en EPANET con fondo</i>	73
<i>Ilustración 5-5: Ejecución de modelo en EPANET con nuevos loteos</i>	74
<i>Ilustración 5-6: Topografía de la ciudad con nuevos loteos</i>	75

<i>Ilustración 5-7: Zonas definidas para el análisis futuro</i>	76
<i>Ilustración 5-8: Resultados del modelo (zona 3)</i>	77
<i>Ilustración 5-9: Resultados del modelo (zona 13)</i>	78
<i>Ilustración 5-10: Resultados del modelo (zona 14)</i>	79
<i>Ilustración 6-1: Zonas de análisis</i>	81
<i>Ilustración 6-2: Ubicación de obras de reacondicionamiento</i>	81
<i>Ilustración 6-3: Presiones antes y después de la obra (B)</i>	82
<i>Ilustración 6-4: Presiones antes y después de las obras (C y D)</i>	83
<i>Ilustración 6-5: Presiones antes y después de las obras (E)</i>	84
<i>Ilustración 6-6: Presiones antes y después de las obras (F)</i>	84
<i>Ilustración 6-7: Presiones antes y después de la obra (H)</i>	85
<i>Ilustración 6-8: Presiones antes y después de la obra (J)</i>	86
<i>Ilustración 6-9: Presiones cuando se abastece desde la zona 7 (obra J)</i>	86
<i>Ilustración 6-10: Pérdidas antes y después de la obra (K)</i>	87
<i>Ilustración 6-11: Pérdidas antes y después de la obra (L)</i>	87
<i>Ilustración 6-12: Pérdidas antes y después de las obras (M y N)</i>	87
<i>Ilustración 6-13: Presiones antes y después de colocar la válvula reductora (obra N)</i>	88
<i>Ilustración 6-14: Presiones en zona 7 cuando se alimenta desde cisterna de Ojo de Agua (obra P)</i>	88
<i>Ilustración 6-15: Esquema final de sectores de distribución de agua potable</i>	90
<i>Ilustración 7-1: Sección transversal de excavación</i>	91

BIBLIOGRAFÍA

- Manual de Usuario EPANET VERSION 2.0
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (E.N.O.H.Sa.): *Criterios básicos*. Argentina, 2001.
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (E.N.O.H.Sa.): *Fundamentos*. Argentina, 2001.
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (E.N.O.H.Sa.): *Proyectos típicos*. Argentina, 2001.
- Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (E.N.O.H.Sa.): *Planos tipo*. Argentina.
- Ing VALLEJOS, J. N.: *Distribución de las aguas*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Córdoba, Argentina.
- Ing SIMONIAN, S.: *Conducción de las aguas*. Cátedra de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Córdoba, Argentina.
- ARNALICH, Santiago: *Epanet y Cooperación. Introducción el cálculo de redes de agua por ordenador*. Arnalich, Water and Habitat. 2007.
- ARNALICH, Santiago: *Epanet y Cooperación. 44 ejercicios progresivos comentados paso a paso*. Arnalich, Water and Habitat. 2007.

ANEXO: Planillas y planos

Estado actual - Nudos

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n1	3436	0,05	3471,46	35,46
Conexión n2	3443	0,05	3471,46	28,46
Conexión n3	3443	0,13	3471,41	28,41
Conexión n4	3438	0,05	3471,41	33,41
Conexión n5	3439	0,03	3471,41	32,41
Conexión n6	3434	0,04	3471,41	37,41
Conexión n7	3430	0,04	3471,41	41,41
Conexión n8	3444	0,04	3471,41	27,41
Conexión n9	3446	0,03	3471,41	25,41
Conexión n10	3448	0,04	3471,57	23,57
Conexión n11	3450	0,06	3471,79	21,79
Conexión n12	3449	0,08	3471,91	22,91
Conexión n13	3448	0,17	3471,97	23,97
Conexión n14	3444	0,05	3471,97	27,97
Conexión n15	3454	0,1	3471,98	17,98
Conexión n16	3444	0,12	3471,97	27,97
Conexión n17	3459	0,05	3471,96	12,96
Conexión n18	3446	0,1	3471,96	25,96
Conexión n19	3462	0,05	3471,96	9,96
Conexión n20	3453	0,04	3471,96	18,96
Conexión n21	3460	0,13	3487,99	27,99
Conexión n22	3455	0,13	3487,99	32,99
Conexión n23	3469	0,07	3487,99	18,99
Conexión n24	3473	0,08	3488	15
Conexión n25	3471	0,09	3487,94	16,94
Conexión n26	3462	0,09	3487,94	25,94
Conexión n27	3468	0,09	3487,92	19,92
Conexión n28	3459	0,07	3487,91	28,91
Conexión n29	3462	0,09	3487,91	25,91
Conexión n30	3454	0,09	3487,91	33,9
Conexión n31	3462	0,04	3472,09	10,09
Conexión n32	3468	0,05	3472,08	4,08
Conexión n33	3471	0,08	3472,07	1,07
Conexión n34	3473	0,04	3488	15
Conexión n35	3456	0,14	3472,09	16,09
Conexión n36	3452	0,21	3471,99	19,99
Conexión n37	3450	0,08	3471,8	21,8
Conexión n38	3450	0,03	3471,79	21,79
Conexión n39	3452	0,18	3472,03	20,03

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n40	3452	0,14	3471,93	19,93
Conexión n41	3455	0,13	3471,83	16,83
Conexión n42	3456	0,19	3471,76	15,76
Conexión n43	3451	0,18	3471,55	20,55
Conexión n44	3443	0,05	3470,28	27,28
Conexión n45	3439	0,05	3469,34	30,34
Conexión n46	3437	0,04	3468,51	31,51
Conexión n47	3437	0,05	3467,68	30,68
Conexión n48	3444	0,09	3465,93	21,93
Conexión n49	3437	0,07	3471,65	34,65
Conexión n50	3444	0,2	3471,66	27,66
Conexión n51	3452	0,14	3471,79	19,79
Conexión n52	3456	0,15	3471,86	15,86
Conexión n53	3459	0,15	3472,03	13,03
Conexión n54	3463	0,17	3472,37	9,37
Conexión n55	3456	0,19	3472,17	16,17
Conexión n56	3454	0,25	3471,98	17,98
Conexión n57	3455	0,17	3471,85	16,85
Conexión n58	3454	0,21	3471,77	17,77
Conexión n59	3446	0,1	3471,7	25,7
Conexión n60	3439	0,06	3471,7	32,7
Conexión n61	3449	0,06	3471,59	22,59
Conexión n62	3452	0,09	3471,74	19,74
Conexión n63	3452	0,14	3471,61	19,61
Conexión n64	3450	0,13	3471,51	21,51
Conexión n65	3447	0,03	3471,51	24,51
Conexión n66	3440	0,05	3471,51	31,51
Conexión n67	3460	0,22	3471,47	11,47
Conexión n68	3468	0,2	3471,45	3,45
Conexión n69	3471	0,03	3471,45	0,45
Conexión n70	3469	0,09	3472,07	3,07
Conexión n71	3467	0,05	3472,08	5,08
Conexión n72	3473	0	3473	0
Conexión n73	3451	0,09	3471,91	20,91
Conexión n74	3450	0,03	3471,72	21,72
Conexión n75	3437	0,02	3471,72	34,72
Conexión n76	3451	0,07	3471,88	20,88
Conexión n77	3452	0,12	3471,82	19,82
Conexión n78	3458	0,24	3471,66	13,66
Conexión n79	3457	0,18	3471,32	14,32
Conexión n80	3446	0,13	3471,29	25,29
Conexión n81	3447	0,14	3471,27	24,27
Conexión n82	3436	0,05	3471,27	35,27

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n83	3449	0,13	3471,27	22,27
Conexión n84	3465	0,14	3471,28	6,28
Conexión n85	3463	0,18	3471,32	8,32
Conexión n86	3471	0,01	3471,28	0,28
Conexión n87	3471	0,03	3471,28	0,28
Conexión n88	3470	0,03	3471,27	1,27
Conexión n89	3469	0,07	3472,08	3,08
Conexión n90	3463	0,2	3471,84	8,84
Conexión n91	3444	0,01	3471,61	27,61
Conexión n92	3447	0,14	3471,52	24,52
Conexión n93	3452	0,02	3471,41	19,41
Conexión n94	3453	0,1	3471,37	18,37
Conexión n95	3453	0,08	3471,38	18,38
Conexión n96	3454	0,11	3471,4	17,4
Conexión n97	3454	0,04	3471,43	17,43
Conexión n98	3453	0,1	3471,45	18,45
Conexión n99	3453	0,14	3471,49	18,49
Conexión n100	3454	0,09	3471,53	17,53
Conexión n101	3473	0	3473	0
Conexión n102	3465	0	3472,97	7,97
Conexión n103	3430	0	3472,89	42,89
Conexión n104	3467	0	3472,63	5,63
Conexión n105	3498	0	3501,94	3,94
Conexión n106	3462	0,06	3498,38	36,38
Conexión n107	3459	0,08	3498,37	39,37
Conexión n108	3460	0,08	3498,37	38,37
Conexión n109	3461	0,05	3498,38	37,38
Conexión n110	3462	0,08	3498,38	36,38
Conexión n111	3463	0,08	3498,38	35,38
Conexión n112	3462	0,07	3498,39	36,39
Conexión n113	3461	0,03	3498,41	37,41
Conexión n114	3461	0,03	3498,4	37,4
Conexión n115	3461	0,06	3498,39	37,39
Conexión n116	3462	0,06	3498,46	36,46
Conexión n117	3460	0,1	3498,66	38,66
Conexión n118	3459	0,04	3498,68	39,68
Conexión n119	3459	0,1	3498,71	39,71
Conexión n120	3460	0,14	3498,76	38,76
Conexión n121	3460	0,17	3498,84	38,84
Conexión n122	3457	0,05	3498,84	41,84
Conexión n123	3464	0,13	3498,81	34,81
Conexión n124	3463	0,13	3498,75	35,75
Conexión n125	3462	0,09	3498,71	36,71

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n126	3464	0,12	3498,86	34,86
Conexión n127	3460	0,16	3499,02	39,02
Conexión n128	3460	0,05	3499,65	39,65
Conexión n129	3462	0,05	3499,64	37,64
Conexión n130	3460	0,22	3500,36	40,36
Conexión n131	3461	0,11	3500,35	39,35
Conexión n132	3456	0,32	3500,66	44,66
Conexión n133	3456	0	3500,66	44,66
Conexión n134	3452	0,19	3500,71	48,71
Conexión n135	3452	0,12	3500,75	48,75
Conexión n136	3457	0,19	3500,76	43,76
Conexión n137	3462	0,03	3501,87	39,87
Conexión n138	3464	0,06	3501,86	37,86
Conexión n139	3469	0,09	3501,85	32,85
Conexión n140	3470	0,08	3501,85	31,85
Conexión n141	3472	0,04	3501,85	29,85
Conexión n142	3472	0,04	3501,84	29,84
Conexión n143	3470	0,06	3501,84	31,84
Conexión n144	3467	0,03	3501,85	34,85
Conexión n145	3466	0,05	3501,85	35,85
Conexión n146	3464	0,05	3501,85	37,85
Conexión n147	3463	0,07	3501,88	38,88
Conexión n148	3462	0	3501,89	39,89
Conexión n149	3473	0	3501,92	28,92
Conexión n150	3460	0,14	3500,8	40,8
Conexión n151	3460	0	3500,92	40,92
Conexión n152	3461	0,06	3500,91	39,91
Conexión n153	3463	0,05	3500,91	37,91
Conexión n154	3465	0,05	3500,91	35,91
Conexión n155	3463	0,05	3500,91	37,91
Conexión n156	3458	0,09	3465,76	7,76
Conexión n157	3461	0,09	3465,76	4,76
Conexión n158	3453	0,09	3465,77	12,77
Conexión n159	3452	0,09	3465,77	13,77
Conexión n160	3452	0	3465,81	13,81
Conexión n161	3452	0,03	3465,76	13,76
Conexión n162	3451	0,02	3465,74	14,74
Conexión n163	3454	0,02	3465,74	11,74
Conexión n164	3457	0,02	3465,74	8,74
Conexión n165	3453	0,02	3465,73	12,73
Conexión n166	3448	0,02	3465,73	17,73
Conexión n167	3447	0,02	3465,73	18,73
Conexión n168	3456	0,02	3465,73	9,73

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n169	3451	0,02	3465,74	14,74
Conexión n170	3445	0,07	3465,74	20,74
Conexión n171	3444	0,16	3465,92	21,92
Conexión n172	3443	0,06	3465,93	22,93
Conexión n173	3438	0,05	3465,93	27,93
Conexión n174	3450	0,03	3471,32	21,32
Conexión n175	3448	0,07	3471,26	23,26
Conexión n176	3446	0,02	3471,25	25,25
Conexión n177	3446	0,22	3470,44	24,44
Conexión n178	3444	0,03	3470,4	26,4
Conexión n179	3448	0,07	3470,39	22,39
Conexión n180	3449	0,04	3470,39	21,39
Conexión n181	3454	0,05	3470,39	16,39
Conexión n182	3455	0,03	3470,39	15,39
Conexión n183	3453	0,03	3470,39	17,39
Conexión n184	3447	0,05	3470,39	23,39
Conexión n185	3458	0,09	3470,57	12,57
Conexión n186	3461	0,11	3470,63	9,63
Conexión n187	3460	0,01	3470,71	10,71
Conexión n188	3458	0,01	3470,71	12,71
Conexión n189	3459	0,05	3470,74	11,74
Conexión n190	3463	0,12	3470,82	7,82
Conexión n191	3462	0,15	3470,8	8,8
Conexión n192	3458	0,09	3470,8	12,8
Conexión n193	3464	0,12	3470,77	6,77
Conexión n194	3464	0,19	3470,5	6,5
Conexión n195	3460	0,11	3470,24	10,24
Conexión n196	3457	0,04	3470,22	13,22
Conexión n197	3454	0,2	3470,2	16,2
Conexión n198	3457	0,07	3470,22	13,22
Conexión n199	3458	0,05	3470,22	12,22
Conexión n200	3463	0,05	3470,22	7,22
Conexión n201	3461	0,09	3470,22	9,22
Conexión n202	3463	0	3470,55	7,55
Conexión n203	3467	0,07	3470,55	3,55
Conexión n204	3467	0,05	3470,77	3,77
Conexión n205	3467	0,09	3470,85	3,85
Conexión n206	3462	0,13	3470,82	8,82
Conexión n207	3463	0,21	3471,08	8,08
Conexión n208	3462	0,08	3471,2	9,2
Conexión n209	3459	0,11	3471,22	12,22
Conexión n210	3450	0,05	3471,24	21,24
Conexión n211	3451	0,1	3471,26	20,26

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n212	3452	0,06	3471,32	19,32
Conexión n213	3458	0,11	3471,35	13,35
Conexión n214	3457	0,22	3471,35	14,35
Conexión n215	3457	0,18	3471,36	14,36
Conexión n216	3458	0,1	3471,37	13,37
Conexión n217	3457	0,05	3471,41	14,41
Conexión n218	3457	0,11	3471,45	14,45
Conexión n219	3457	0,04	3471,48	14,48
Conexión n220	3455	0,04	3471,5	16,5
Conexión n221	3456	0,06	3471,36	15,36
Conexión n222	3461	0,13	3471,44	10,44
Conexión n223	3463	0,09	3471,42	8,42
Conexión n224	3460	0,12	3471,39	11,39
Conexión n225	3461	0,21	3471,36	10,36
Conexión n226	3461	0,15	3471,35	10,35
Conexión n227	3460	0,16	3471,33	11,33
Conexión n228	3461	0,21	3471,32	10,32
Conexión n229	3462	0,12	3471,24	9,24
Conexión n230	3458	0,14	3471,22	13,22
Conexión n231	3458	0,05	3471,22	13,22
Conexión n232	3457	0,05	3471,26	14,26
Conexión n233	3479	0,04	3495,85	16,85
Conexión n234	3479	0,05	3495,85	16,85
Conexión n235	3477	0,07	3495,85	18,85
Conexión n236	3486	0,05	3495,85	9,85
Conexión n237	3482	0,08	3495,85	13,85
Conexión n238	3475	0,07	3495,85	20,85
Conexión n239	3472	0,09	3495,86	23,86
Conexión n240	3475	0,14	3495,85	20,85
Conexión n241	3474	0,04	3495,85	21,85
Conexión n242	3471	0,06	3495,85	24,85
Conexión n243	3467	0,14	3495,91	28,91
Conexión n244	3466	0,13	3495,66	29,66
Conexión n245	3470	0,11	3495,61	25,61
Conexión n246	3472	0,05	3495,61	23,61
Conexión n247	3470	0,11	3495,61	25,61
Conexión n248	3468	0,05	3495,61	27,61
Conexión n249	3467	0,11	3495,61	28,61
Conexión n250	3468	0,22	3495,61	27,61
Conexión n251	3466	0,09	3495,63	29,63
Conexión n252	3465	0,04	3495,62	30,62
Conexión n253	3465	0	3471,24	6,24
Conexión n254	3466	0,05	3471,24	5,24

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n255	3466	0	3471,24	5,24
Conexión n256	3467	0,04	3471,24	4,24
Conexión n257	3468	0,1	3471,24	3,24
Conexión n258	3468	0,05	3471,24	3,24
Conexión n259	3467	0,03	3471,24	4,24
Conexión n260	3467	0,07	3471,25	4,25
Conexión n261	3466	0,08	3471,21	5,21
Conexión n262	3464	0,14	3471,19	7,19
Conexión n263	3464	0,14	3471,15	7,15
Conexión n264	3464	0,07	3471,18	7,18
Conexión n265	3462	0,13	3471,18	9,18
Conexión n266	3464	0,26	3471,31	7,31
Conexión n267	3467	0,05	3471,3	4,3
Conexión n268	3463	0,06	3471,29	8,29
Conexión n269	3463	0,14	3471,33	8,33
Conexión n270	3462	0,23	3471,34	9,34
Conexión n271	3462	0,19	3471,36	9,36
Conexión n272	3465	0,06	3471,38	6,38
Conexión n273	3467	0,14	3471,4	4,4
Conexión n274	3462	0,21	3471,41	9,41
Conexión n275	3460	0,08	3471,21	11,21
Conexión n276	3460	0,08	3471,21	11,21
Conexión n277	3459	0,11	3471,25	12,25
Conexión n278	3456	0,05	3471,37	15,37
Conexión n279	3465	0,23	3482,22	17,22
Conexión n280	3469	0,04	3482,22	13,22
Conexión n281	3467	0,19	3482,07	15,07
Conexión n282	3469	0,09	3482,04	13,04
Conexión n283	3471	0	3511	40
Conexión n284	3468	0,04	3483,82	15,82
Conexión n285	3470	0,05	3483,82	13,82
Conexión n286	3467	0,05	3483,82	16,82
Conexión n287	3468	0,08	3483,82	15,82
Conexión n288	3467	0,03	3483,82	16,82
Conexión n289	3470	0,07	3483,82	13,82
Conexión n290	3474	0,11	3483,83	9,83
Conexión n291	3471	0,06	3483,82	12,82
Conexión n292	3468	0,05	3483,82	15,82
Conexión n293	3467	0,05	3483,82	16,82
Conexión n294	3468	0,04	3483,82	15,82
Conexión n295	3470	0,05	3483,82	13,82
Conexión n296	3471	0,05	3483,82	12,82
Conexión n297	3470	0,05	3483,82	13,82

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n298	3469	0,09	3483,82	14,82
Conexión n299	3470	0,05	3483,82	13,82
Conexión n300	3471	0,06	3483,82	12,82
Conexión n301	3473	0,07	3483,82	10,82
Conexión n302	3470	0,07	3483,82	13,82
Conexión n303	3484	0	3484	0
Conexión n304	3476	0	3496,34	20,34
Conexión n305	3477	0	3496,41	19,41
Conexión n306	3456	0,16	3471,12	15,12
Conexión n307	3452	0,23	3471,08	19,08
Conexión n308	3450	0,12	3471,08	21,08
Conexión n309	3444	0,05	3471,07	27,07
Conexión n310	3445	0,04	3471,08	26,08
Conexión n311	3449	0,11	3471,09	22,09
Conexión n312	3455	0,1	3471,12	16,12
Conexión n313	3457	0,08	3471,12	14,12
Conexión n314	3454	0,07	3471,1	17,1
Conexión n315	3454	0,06	3471,11	17,11
Conexión n316	3449	0,05	3471,11	22,11
Conexión n317	3452	0,05	3471,11	19,11
Conexión n318	3459	0,15	3471,15	12,15
Conexión n319	3461	0,14	3471	10
Conexión n320	3453	0,19	3470,86	17,86
Conexión n321	3439	0,12	3470,85	31,85
Conexión n322	3455	0,17	3470,82	15,82
Conexión n323	3448	0,1	3470,81	22,81
Conexión n324	3446	0,04	3470,8	24,8
Conexión n325	3439	0,05	3470,8	31,8
Conexión n326	3442	0,05	3470,8	28,8
Conexión n327	3447	0,03	3470,8	23,8
Conexión n328	3451	0,08	3470,81	19,81
Conexión n329	3458	0,16	3470,82	12,82
Conexión n330	3464	0,17	3470,85	6,85
Conexión n331	3462	0,2	3470,9	8,9
Conexión n332	3457	0,11	3470,82	13,82
Conexión n333	3461	0,12	3470,84	9,84
Conexión n334	3465	0,13	3470,85	5,85
Conexión n335	3464	0,14	3470,83	6,83
Conexión n336	3457	0,12	3470,83	13,83
Conexión n337	3467	0,16	3470,9	3,9
Conexión n338	3465	0,16	3471,07	6,07
Conexión n339	3462	0,17	3471,16	9,16
Conexión n340	3461	0,19	3471,25	10,25

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n341	3464	0,09	3471,38	7,38
Conexión n342	3464	0,14	3471,38	7,38
Conexión n343	3468	0,16	3471,38	3,38
Conexión n344	3469	0,17	3471	2
Conexión n345	3466	0,14	3470,87	4,87
Conexión n346	3466	0,1	3470,84	4,84
Conexión n347	3462	0,1	3470,83	8,83
Conexión n348	3453	0,05	3470,8	17,8
Conexión n349	3474	0,18	3483,83	9,83
Conexión n350	3474	0,14	3483,91	9,91
Conexión n351	3471	0,16	3484,11	13,11
Conexión n352	3471	0,12	3484,19	13,19
Conexión n353	3464	0,09	3470,83	6,83
Conexión n354	3471	0,14	3483,73	12,73
Conexión n355	3474	0,12	3483,83	9,83
Conexión n356	3476	0,11	3483,91	7,91
Conexión n357	3476	0,15	3483,96	7,96
Conexión n358	3472	0,14	3484,02	12,02
Conexión n359	3476	0,17	3484,06	8,06
Conexión n360	3476	0,17	3483,86	7,86
Conexión n361	3480	0,2	3484,02	4,02
Conexión n362	3475	0,21	3510,73	35,73
Conexión n363	3482	0,17	3509,8	27,8
Conexión n364	3486	0,18	3509,45	23,45
Conexión n365	3483	0,18	3484,11	1,11
Conexión n366	3488	0,16	3509,25	21,25
Conexión n367	3463	0,2	3482,67	19,67
Conexión n368	3469	0,2	3483,67	14,67
Conexión n369	3470	0,11	3483,67	13,67
Conexión n370	3474	0,22	3483,54	9,54
Conexión n371	3471	0,14	3483,2	12,2
Conexión n372	3473	0,25	3482,63	9,63
Conexión n373	3472	0,18	3483,84	11,84
Conexión n374	3473	0,14	3483,83	10,83
Conexión n375	3474	0,14	3484,35	10,35
Conexión n376	3476	0,21	3484,84	8,84
Conexión n377	3477	0,21	3484,97	7,97
Conexión n378	3478	0,16	3484,46	6,46
Conexión n379	3477	0,16	3484,31	7,31
Conexión n380	3477	0,14	3484,18	7,18
Conexión n381	3478	0,14	3484,28	6,28
Conexión n382	3471	0,1	3484,2	13,2
Conexión n383	3466	0,07	3484,19	18,19

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n384	3477	0,1	3484,3	7,3
Conexión n385	3478	0,09	3484,45	6,45
Conexión n386	3474	0,1	3484,3	10,3
Conexión n387	3475	0,17	3484,34	9,34
Conexión n388	3481	0,21	3484,68	3,68
Conexión n389	3485	0,14	3509,12	24,12
Conexión n390	3490	0,07	3509,11	19,11
Conexión n391	3487	0,07	3509,1	22,1
Conexión n392	3486	0,04	3509,1	23,1
Conexión n393	3478	0,04	3509,1	31,1
Conexión n394	3481	0,15	3509,1	28,1
Conexión n395	3483	0,09	3509,1	26,1
Conexión n396	3478	0,22	3485,65	7,65
Conexión n397	3477	0,23	3487,81	10,81
Conexión n398	3476	0,08	3487,21	11,21
Conexión n399	3479	0,13	3485,08	6,08
Conexión n400	3478	0,06	3484,74	6,74
Conexión n401	3475	0,13	3484,65	9,65
Conexión n402	3467	0,06	3484,65	17,65
Conexión n403	3466	0,05	3484,65	18,65
Conexión n404	3473	0,1	3484,65	11,65
Conexión n405	3477	0,05	3484,7	7,7
Conexión n406	3470	0,08	3482,04	12,04
Conexión n407	3474	0,11	3482,04	8,04
Conexión n408	3478	0,23	3482,04	4,04
Conexión n409	3472	0,08	3482,02	10,02
Conexión n410	3474	0,07	3482,01	8,01
Conexión n411	3475	0,07	3482,01	7,01
Conexión n412	3484	0,15	3482,01	-1,99
Conexión n413	3481	0,1	3482,01	1,01
Conexión n414	3484	0,05	3482,01	-1,99
Conexión n415	3484	0	3482,01	-1,99
Conexión n416	3486	0,08	3482,01	-3,99
Conexión n417	3496	0	3497	1
Conexión n418	3496	0	3497	1
Conexión n419	3457	0	3500,77	43,77
Conexión n420	3461	0,08	3500,79	39,79
Conexión 5	3471	0	3544,51	73,51
Conexión 6	3463	0	3471,3	8,3
Conexión 7	3467	0	3533,33	66,33
Conexión 8	3467	0	3502	35
Conexión 3	3471	0	3510,86	39,86
Conexión 12	3462	0	3501,89	39,89

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Embalse 1	3473	-28,24	3473	0
Embalse 2	3497	-9,84	3497	0
Embalse 4	3484	-1,12	3484	0
Embalse 10	3485	0	3485	0
Embalse 11	3488	-0,97	3488	0

Estado actual - Tuberías

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p1	120,6	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p2	111,5	59,2	0,36	0,13	0,45	Abierto
Tubería p3	59,54	59,2	0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p4	38,88	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p5	56,61	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p6	129,8	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p7	132,9	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p8	54,19	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p9	155,1	59,2	-0,46	0,17	0,71	Abierto
Tubería p10	115,8	50	-0,5	0,25	1,89	Abierto
Tubería p11	70,81	50	-0,47	0,24	1,71	Abierto
Tubería p12	109,6	50	-0,26	0,13	0,57	Abierto
Tubería p13	84,72	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p14	112,9	59,2	-0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p15	109,2	59,2	0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p16	62,52	59,2	0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p17	101,7	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p18	63,19	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p19	68,67	59,2	0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p20	65,64	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p21	54,87	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p22	96,97	59,2	-0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p23	57,24	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería p24	106,6	59,2	0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p25	64,01	59,2	0,52	0,19	0,9	Abierto
Tubería p26	102,5	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p27	57,66	59,2	0,34	0,12	0,4	Abierto
Tubería p28	103,3	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p29	63,82	59,2	0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p30	102,3	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p31	112,2	59,2	-0,56	0,21	1,04	Abierto
Tubería p32	63,73	59,2	0,27	0,1	0,26	Abierto
Tubería p33	62,35	59,2	0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería p34	64,33	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p35	4.808	59,2	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p36	114,3	50	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p37	109,7	50	0,35	0,18	0,99	Abierto
Tubería p38	115,5	50	0,46	0,23	1,59	Abierto
Tubería p39	59,47	50	0,12	0,06	0,13	Abierto
Tubería p40	62,54	50	0,09	0,04	0,08	Abierto
Tubería p41	108,4	50	-0,29	0,15	0,69	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p42	114,2	75	-0,6	0,14	0,37	Abierto
Tubería p43	113,6	75	0,97	0,22	0,9	Abierto
Tubería p44	117,5	75	0,91	0,21	0,79	Abierto
Tubería p45	113,5	75	0,81	0,18	0,64	Abierto
Tubería p46	110,7	46,4	0,41	0,24	1,87	Abierto
Tubería p47	96,58	46,4	1,17	0,69	13,15	Abierto
Tubería p48	77,33	46,4	1,12	0,66	12,13	Abierto
Tubería p49	74,92	46,4	1,07	0,63	11,15	Abierto
Tubería p50	79,57	46,4	1,03	0,61	10,39	Abierto
Tubería p51	184,7	46,4	0,98	0,58	9,47	Abierto
Tubería p52	162,3	59,2	-0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p53	221,2	50	-0,27	0,14	0,6	Abierto
Tubería p54	112	100	-1,71	0,22	0,63	Abierto
Tubería p55	117,5	100	-2,65	0,34	1,42	Abierto
Tubería p56	114	100	-3,94	0,5	2,96	Abierto
Tubería p57	109,2	59,2	0,9	0,33	2,49	Abierto
Tubería p58	107,8	50	-0,38	0,19	1,12	Abierto
Tubería p59	113,8	75	-0,84	0,19	0,69	Abierto
Tubería p60	113,8	75	1,37	0,31	1,69	Abierto
Tubería p61	117,5	75	1,08	0,24	1,1	Abierto
Tubería p62	112,8	75	0,84	0,19	0,69	Abierto
Tubería p63	110,9	75	0,81	0,18	0,64	Abierto
Tubería p64	96,89	75	0,06	0,01	0	Abierto
Tubería p65	110,5	59,2	0,65	0,24	1,34	Abierto
Tubería p66	117,6	59,2	-0,3	0,11	0,31	Abierto
Tubería p67	110,4	100	-2,57	0,33	1,34	Abierto
Tubería p68	116,3	100	-0,88	0,11	0,18	Abierto
Tubería p69	109,7	100	-0,67	0,09	0,11	Abierto
Tubería p70	112,1	100	-0,84	0,11	0,17	Abierto
Tubería p71	113,1	50	0,45	0,23	1,58	Abierto
Tubería p72	110,2	59,2	0,52	0,19	0,91	Abierto
Tubería p73	110,2	59,2	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p74	83,57	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p75	111,1	59,2	0,31	0,11	0,35	Abierto
Tubería p76	113,7	50	0,14	0,07	0,18	Abierto
Tubería p77	110,5	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p78	103,7	59,2	-0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p79	102,9	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p80	218,6	200	24,05	0,77	2,88	Abierto
Tubería p81	114,4	200	18,11	0,58	1,7	Abierto
Tubería p82	109,7	200	15,71	0,5	1,31	Abierto
Tubería p83	116,5	200	13,95	0,44	1,05	Abierto
Tubería p84	114,6	200	12,87	0,41	0,9	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p85	86,26	200	13,12	0,42	0,94	Abierto
Tubería p86	398,2	50	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p87	113,4	100	1	0,13	0,23	Abierto
Tubería p88	117,5	100	1,56	0,2	0,53	Abierto
Tubería p89	116,5	75	-0,35	0,08	0,14	Abierto
Tubería p90	109,6	75	-0,38	0,09	0,16	Abierto
Tubería p91	112,9	75	-0,31	0,07	0,11	Abierto
Tubería p92	113,9	50	0,49	0,25	1,79	Abierto
Tubería p93	110,2	50	0,47	0,24	1,68	Abierto
Tubería p94	110	50	0,42	0,21	1,38	Abierto
Tubería p95	80,76	59,2	0,33	0,12	0,38	Abierto
Tubería p96	110,5	59,2	0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería p97	54,12	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p98	129,8	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p99	64,28	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p100	118,3	59,2	-0,33	0,12	0,39	Abierto
Tubería p101	110	59,2	-0,6	0,22	1,16	Abierto
Tubería p102	113,8	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p103	44,68	50	-0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p104	73,95	50	0,03	0,02	0,01	Abierto
Tubería p105	65,51	50	-0,07	0,04	0,05	Abierto
Tubería p106	110,1	59,2	0,92	0,34	2,59	Abierto
Tubería p107	109,1	59,2	0,85	0,31	2,24	Abierto
Tubería p108	118,3	50	0,44	0,23	1,51	Abierto
Tubería p109	110,9	50	0,22	0,11	0,41	Abierto
Tubería p110	77,07	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p111	112,5	50	-0,69	0,35	3,42	Abierto
Tubería p112	110,7	50	-0,48	0,24	1,74	Abierto
Tubería p113	113,6	75	0,66	0,15	0,44	Abierto
Tubería p114	109,7	75	0,7	0,16	0,49	Abierto
Tubería p115	116,4	75	0,63	0,14	0,4	Abierto
Tubería p116	114,2	100	1,78	0,23	0,68	Abierto
Tubería p117	70,98	100	2,22	0,28	1,02	Abierto
Tubería p118	185,9	100	1,62	0,21	0,57	Abierto
Tubería p119	70,04	100	1,6	0,2	0,56	Abierto
Tubería p120	113,9	150	-1,59	0,09	0,08	Abierto
Tubería p121	112,7	150	-2,17	0,12	0,14	Abierto
Tubería p122	168,8	150	-2,83	0,16	0,22	Abierto
Tubería p123	61,46	150	-2,87	0,16	0,23	Abierto
Tubería p124	113,1	150	-3,51	0,2	0,33	Abierto
Tubería p125	87,45	150	-4,25	0,24	0,47	Abierto
Tubería p126	208	200	-13,07	0,42	0,93	Abierto
Tubería p127	106	162,8	4,19	0,2	0,31	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p128	262,2	162,8	4,19	0,2	0,31	Abierto
Tubería p129	831,5	162,8	4,19	0,2	0,31	Abierto
Tubería p130	350,9	180,8	4,19	0,16	0,18	Abierto
Tubería p131	208,8	59,2	0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p132	47,11	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p133	176,9	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p134	13,49	59,2	-0,14	0,05	0,07	Abierto
Tubería p135	45,55	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p136	93,94	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p137	49,73	59,2	-0,2	0,07	0,14	Abierto
Tubería p138	51,42	59,2	-0,34	0,12	0,41	Abierto
Tubería p139	61,68	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p140	51,95	59,2	0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería p141	78,08	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p142	50,27	59,2	0,23	0,09	0,21	Abierto
Tubería p143	37,9	59,2	-0,62	0,23	1,24	Abierto
Tubería p144	139,6	59,2	-0,68	0,25	1,47	Abierto
Tubería p145	56,59	59,2	-0,28	0,1	0,28	Abierto
Tubería p146	74,49	59,2	-0,32	0,12	0,36	Abierto
Tubería p147	61,51	59,2	-0,48	0,17	0,77	Abierto
Tubería p148	60,04	59,2	-0,68	0,25	1,47	Abierto
Tubería p149	112,3	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p150	145,7	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p151	48,86	59,2	0,6	0,22	1,17	Abierto
Tubería p152	51,32	59,2	0,53	0,19	0,92	Abierto
Tubería p153	49,71	59,2	0,5	0,18	0,83	Abierto
Tubería p154	111,9	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p155	145,3	59,2	-0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p156	58,16	59,2	-0,48	0,18	0,77	Abierto
Tubería p157	141,8	59,2	-0,6	0,22	1,17	Abierto
Tubería p158	45,93	59,2	1,15	0,42	3,88	Abierto
Tubería p159	62,78	59,2	-1,91	0,69	9,95	Abierto
Tubería p160	122,8	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p161	64,99	59,2	-2,01	0,73	10,94	Abierto
Tubería p162	125,5	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p163	192	59,2	-0,7	0,26	1,56	Abierto
Tubería p164	19,9	59,2	-0,25	0,09	0,24	Abierto
Tubería p165	207	59,2	-0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p166	58,49	59,2	-0,44	0,16	0,66	Abierto
Tubería p167	229,7	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p168	58,14	59,2	0,77	0,28	1,85	Abierto
Tubería p169	64,28	59,2	0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p170	120,6	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p171	61,65	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p172	79,44	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p173	51,7	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p174	114,1	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p175	63,7	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p176	60,46	59,2	-0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p177	65,28	59,2	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p178	61,58	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería p179	64,83	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p180	64,78	59,2	-0,32	0,11	0,35	Abierto
Tubería p181	54,78	59,2	0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería p182	75,44	84,6	-0,6	0,11	0,21	Abierto
Tubería p183	374,5	226,2	-4,19	0,1	0,06	Abierto
Tubería p184	303	226,2	-4,19	0,1	0,06	Abierto
Tubería p185	58,91	59,2	-1,64	0,6	7,49	Abierto
Tubería p186	10,29	59,2	-2,09	0,76	11,72	Abierto
Tubería p187	25,6	59,2	0,21	0,08	0,16	Abierto
Tubería p188	47,97	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p189	128	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p190	43,79	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p191	127,9	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p192	48,19	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p193	224,6	59,2	-0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p194	53,35	59,2	-0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p195	225,2	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p196	32,42	59,2	0,62	0,23	1,24	Abierto
Tubería p197	171	84,6	0,26	0,05	0,04	Abierto
Tubería p198	109	59,2	0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p199	63,71	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p200	74,3	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p201	112	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p202	55,37	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p203	67,48	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p204	77,09	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p205	62,03	59,2	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p206	112,9	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p207	212,1	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p208	516,8	84,6	-0,62	0,11	0,22	Abierto
Tubería p209	29	84,6	-0,78	0,14	0,34	Abierto
Tubería p210	167,9	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p211	166,1	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p212	121,8	50	-0,45	0,23	1,58	Abierto
Tubería p213	75,37	50	0,33	0,17	0,88	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p214	68,67	59,2	0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería p216	123,1	59,2	0,3	0,11	0,32	Abierto
Tubería p217	45,34	59,2	0,27	0,1	0,26	Abierto
Tubería p218	50,45	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p219	61,99	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p220	50,51	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p221	51,87	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p222	52,76	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p223	144,8	59,2	-0,52	0,19	0,89	Abierto
Tubería p224	52,41	59,2	-0,61	0,22	1,2	Abierto
Tubería p225	50,18	46,4	-0,38	0,22	1,61	Abierto
Tubería p226	32,49	46,4	0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p227	51,26	59,2	-0,4	0,14	0,54	Abierto
Tubería p228	118,7	59,2	-0,45	0,16	0,67	Abierto
Tubería p229	77,09	75	0,47	0,11	0,23	Abierto
Tubería p230	125,2	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p231	113,8	75	0,57	0,13	0,34	Abierto
Tubería p232	113,4	46,4	0,46	0,27	2,33	Abierto
Tubería p233	219,6	59,2	0,61	0,22	1,2	Abierto
Tubería p234	93,38	59,2	0,23	0,08	0,19	Abierto
Tubería p235	137	59,2	0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería p236	54,62	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p237	60,43	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p238	93,38	59,2	-0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p239	60,43	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p240	93,38	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p241	54,62	59,2	-0,27	0,1	0,27	Abierto
Tubería p242	211,6	46,4	0	0	0	Abierto
Tubería p243	113,4	46,4	-0,41	0,24	1,9	Abierto
Tubería p244	114	59,2	-0,47	0,17	0,74	Abierto
Tubería p245	111,7	59,2	0,34	0,12	0,41	Abierto
Tubería p246	119,1	50	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p247	120,1	59,2	-0,34	0,12	0,41	Abierto
Tubería p248	136,1	46,4	-0,34	0,2	1,36	Abierto
Tubería p249	106,3	46,4	-0,47	0,28	2,47	Abierto
Tubería p250	256,9	75	1,03	0,23	1,01	Abierto
Tubería p251	155,66	70,4	-0,7	0,18	0,66	Abierto
Tubería p252	108,1	70,4	-0,34	0,09	0,17	Abierto
Tubería p253	113,3	70,4	-0,36	0,09	0,19	Abierto
Tubería p254	67,14	59,2	-0,23	0,08	0,19	Abierto
Tubería p255	76,31	50	-0,31	0,16	0,8	Abierto
Tubería p256	82,42	50	-0,28	0,14	0,66	Abierto
Tubería p257	113,1	150	2,81	0,16	0,22	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p258	112,2	75	-0,17	0,04	0,04	Abierto
Tubería p259	111,5	75	-0,27	0,06	0,09	Abierto
Tubería p260	113	75	-0,23	0,05	0,06	Abierto
Tubería p261	118,7	75	-0,61	0,14	0,38	Abierto
Tubería p262	112	75	-0,52	0,12	0,28	Abierto
Tubería p263	115	75	-0,52	0,12	0,28	Abierto
Tubería p264	65,71	200	-8,28	0,26	0,4	Abierto
Tubería p265	51,4	200	-8,73	0,28	0,44	Abierto
Tubería p266	105,9	50	0,42	0,21	1,35	Abierto
Tubería p267	83,73	50	-0,42	0,22	1,39	Abierto
Tubería p268	112,1	200	7,29	0,23	0,32	Abierto
Tubería p269	115,2	75	0,45	0,1	0,22	Abierto
Tubería p270	111,6	75	0,45	0,1	0,22	Abierto
Tubería p271	118,7	70,4	0,42	0,11	0,26	Abierto
Tubería p272	113,9	75	0,33	0,08	0,13	Abierto
Tubería p273	110,6	75	0,33	0,07	0,12	Abierto
Tubería p274	114,8	75	0,3	0,07	0,1	Abierto
Tubería p275	92,89	70,4	0,83	0,21	0,9	Abierto
Tubería p276	132,8	70,4	0,42	0,11	0,26	Abierto
Tubería p277	133,2	70,4	-0,09	0,02	0,02	Abierto
Tubería p278	115,9	70,4	-0,28	0,07	0,12	Abierto
Tubería p279	53,11	70,4	0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería p280	66,18	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p281	78,71	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p282	78,95	70,4	-0,18	0,05	0,05	Abierto
Tubería p283	80,44	50	-0,09	0,05	0,09	Abierto
Tubería p284	107,3	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p285	120,8	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p286	120,7	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p287	65,06	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p288	126,5	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p289	119,5	59,2	-0,13	0,05	0,06	Abierto
Tubería p290	123,7	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p291	62,3	59,2	0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p292	110,4	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p293	66,29	59,2	-0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p294	108,7	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p295	121,1	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p296	119,4	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p297	121,5	59,2	-0,34	0,13	0,42	Abierto
Tubería p298	117,5	59,2	0,35	0,13	0,42	Abierto
Tubería p299	97,12	59,2	0,91	0,33	2,52	Abierto
Tubería p300	120,8	59,2	0,33	0,12	0,38	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p301	117,3	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p302	49,31	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p303	52,37	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p304	121,3	59,2	-0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p305	54,83	59,2	-0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p306	119,8	59,2	-0,19	0,07	0,13	Abierto
Tubería p307	57,58	59,2	0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p308	118,5	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p309	119,2	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p310	48,49	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p311	47,4	59,2	0,45	0,16	0,69	Abierto
Tubería p312	16,11	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p313	66,16	150,6	0,95	0,05	0,03	Abierto
Tubería p314	157,3	59,2	0,9	0,33	2,48	Abierto
Tubería p315	124,7	150,6	-0,95	0,05	0,03	Abierto
Tubería p316	16,57	59,2	0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería p317	50,32	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p318	56,61	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p319	50,35	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p320	56,71	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p321	142,3	150,6	-1,17	0,07	0,04	Abierto
Tubería p322	32,55	70,4	1,04	0,27	1,4	Abierto
Tubería p323	34,35	70,4	0,66	0,17	0,59	Abierto
Tubería p324	155,8	70,4	0,37	0,1	0,21	Abierto
Tubería p325	53,2	70,4	1,02	0,26	1,35	Abierto
Tubería p326	36,82	70,4	-0,79	0,2	0,83	Abierto
Tubería p327	155,8	70,4	-0,31	0,08	0,14	Abierto
Tubería p328	158,8	70,4	0,55	0,14	0,43	Abierto
Tubería p329	50,46	70,4	0,14	0,04	0,04	Abierto
Tubería p330	253,4	150,6	-2,84	0,16	0,22	Abierto
Tubería p331	220,2	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p332	97,39	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p333	121,9	150	-2,14	0,12	0,13	Abierto
Tubería p334	108,2	150	-2,87	0,16	0,23	Abierto
Tubería p335	118,3	150	-2,39	0,14	0,16	Abierto
Tubería p336	110,9	150	-2,28	0,13	0,15	Abierto
Tubería p337	113,6	150	-2,33	0,13	0,15	Abierto
Tubería p338	118,8	150	-2,41	0,14	0,17	Abierto
Tubería p339	127,4	150	-2,16	0,12	0,14	Abierto
Tubería p340	99,75	200	-5,24	0,17	0,17	Abierto
Tubería p341	121,6	50	0,47	0,24	1,67	Abierto
Tubería p342	56,78	50	0,08	0,04	0,06	Abierto
Tubería p343	62,31	50	-0,3	0,15	0,73	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p344	121,9	50	-0,45	0,23	1,55	Abierto
Tubería p345	118,9	200	6,26	0,2	0,24	Abierto
Tubería p346	119,3	75	-0,4	0,09	0,17	Abierto
Tubería p347	112	75	-0,49	0,11	0,25	Abierto
Tubería p348	110,4	75	-0,6	0,14	0,36	Abierto
Tubería p349	110,9	75	0,55	0,12	0,31	Abierto
Tubería p350	112,1	75	0,41	0,09	0,18	Abierto
Tubería p351	118,3	75	0,32	0,07	0,11	Abierto
Tubería p352	118,3	75	-0,1	0,02	0,02	Abierto
Tubería p353	112,7	75	-0,22	0,05	0,06	Abierto
Tubería p354	79,21	75	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería p355	112,3	75	0,55	0,12	0,31	Abierto
Tubería p356	111,5	75	0,33	0,07	0,12	Abierto
Tubería p357	118,4	75	0,19	0,04	0,04	Abierto
Tubería p358	140,4	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p359	104	46,4	0,04	0,02	0,03	Abierto
Tubería p360	111,3	75	0,5	0,11	0,26	Abierto
Tubería p361	110,9	75	0,38	0,09	0,16	Abierto
Tubería p362	118,5	75	0,25	0,06	0,07	Abierto
Tubería p363	139,3	50	0	0	0	Cerrado
Tubería p364	106,2	46,4	0,15	0,09	0,31	Abierto
Tubería p365	141,1	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p366	159,4	150	1,32	0,07	0,05	Abierto
Tubería p367	31,6	75	-0,16	0,04	0,03	Abierto
Tubería p368	147	75	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p369	35,89	75	-0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería p370	60,67	75	-0,13	0,03	0,02	Abierto
Tubería p371	58,13	100	-0,16	0,02	0,01	Abierto
Tubería p372	213,5	100	-0,23	0,03	0,02	Abierto
Tubería p373	57,29	75	0,27	0,06	0,08	Abierto
Tubería p374	35,2	75	0,16	0,04	0,03	Abierto
Tubería p375	146,2	75	0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p376	15,79	70,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p377	80,67	70,6	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p378	32,66	70,6	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p379	46,65	70,6	-0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería p380	63,93	70,6	-0,06	0,02	0	Abierto
Tubería p381	25,78	70,6	0,01	0	0	Abierto
Tubería p382	29,16	70,6	0,11	0,03	0,02	Abierto
Tubería p383	43,6	70,6	0,01	0	0	Abierto
Tubería p384	43,41	70,6	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p385	64,73	70,6	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p386	62,8	70,6	-0,15	0,04	0,04	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p387	61,27	70,6	-0,21	0,05	0,07	Abierto
Tubería p388	42,91	70,6	0,3	0,08	0,14	Abierto
Tubería p389	46,02	70,6	0,12	0,03	0,03	Abierto
Tubería p390	63,63	70,6	0,11	0,03	0,02	Abierto
Tubería p391	44,14	70,6	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p392	146,8	75	-1,12	0,25	1,17	Abierto
Tubería p393	244,1	81,4	-1,74	0,33	1,78	Abierto
Tubería p394	39,47	81,4	-1,74	0,33	1,77	Abierto
Tubería p395	119	50	0,34	0,17	0,91	Abierto
Tubería p396	119,7	50	0,38	0,19	1,11	Abierto
Tubería p397	109,1	50	0,21	0,11	0,39	Abierto
Tubería p398	111,7	50	0,02	0,01	0,01	Abierto
Tubería p399	114	50	0,05	0,03	0,03	Abierto
Tubería p400	88,24	50	-0,04	0,02	0,02	Abierto
Tubería p401	114,6	50	-0,08	0,04	0,06	Abierto
Tubería p402	109,7	50	-0,19	0,1	0,31	Abierto
Tubería p403	114,2	50	0	0	0	Abierto
Tubería p404	60,43	50	0	0	0	Abierto
Tubería p405	52,5	50	0,22	0,11	0,41	Abierto
Tubería p406	108,3	50	0,15	0,08	0,2	Abierto
Tubería p407	119,8	50	-0,3	0,15	0,73	Abierto
Tubería p408	157,6	50	0,45	0,23	1,53	Abierto
Tubería p409	31,03	50	0,16	0,08	0,23	Abierto
Tubería p410	94,52	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p411	102,3	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p412	174,4	59,2	0,31	0,11	0,34	Abierto
Tubería p413	110,5	59,2	0,66	0,24	1,38	Abierto
Tubería p414	125,1	59,2	0,59	0,22	1,14	Abierto
Tubería p415	208,9	59,2	0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p416	112,5	59,2	0,28	0,1	0,29	Abierto
Tubería p417	105,2	59,2	0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería p418	62,34	59,2	0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p419	151,6	59,2	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p420	68,25	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p421	121,9	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p422	94,85	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p423	105,6	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p424	155,6	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p425	104,9	59,2	-0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p426	126,1	46,4	-0,15	0,09	0,28	Abierto
Tubería p427	106,9	46,4	-0,19	0,12	0,48	Abierto
Tubería p428	124,8	46,4	0,23	0,14	0,64	Abierto
Tubería p429	104,9	59,2	0,12	0,04	0,06	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p430	106,9	59,2	-0,07	0,03	0,03	Abierto
Tubería p431	127,4	59,2	-0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p432	118,9	59,2	-0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p433	108	59,2	0,21	0,07	0,16	Abierto
Tubería p434	120	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p435	114,4	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p436	112,1	59,2	-0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería p437	117,5	59,2	-0,32	0,12	0,36	Abierto
Tubería p438	111,2	50	-0,45	0,23	1,58	Abierto
Tubería p439	117,8	46,4	0,35	0,21	1,42	Abierto
Tubería p440	109,9	46,4	-0,27	0,16	0,87	Abierto
Tubería p441	116,9	46,4	-0,35	0,21	1,4	Abierto
Tubería p442	111,3	50	-0,31	0,16	0,77	Abierto
Tubería p443	116,6	59,2	0,5	0,18	0,83	Abierto
Tubería p444	173,7	50	0,34	0,18	0,95	Abierto
Tubería p445	98,61	59,2	-0,65	0,24	1,36	Abierto
Tubería p446	113	200	2,6	0,08	0,04	Abierto
Tubería p447	99,7	50	0,54	0,27	2,16	Abierto
Tubería p448	108,3	50	0,32	0,17	0,85	Abierto
Tubería p449	101,2	50	-0,64	0,33	3	Abierto
Tubería p450	109,5	60	1,12	0,4	3,46	Abierto
Tubería p451	100,3	50	0,35	0,18	1	Abierto
Tubería p452	115,2	59,2	0,33	0,12	0,38	Abierto
Tubería p453	99,69	59,2	-0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p454	111	59,2	0,27	0,1	0,26	Abierto
Tubería p455	96,03	59,2	0,08	0,03	0,02	Abierto
Tubería p456	95,63	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p457	81,6	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p458	172,7	200	-3,34	0,11	0,08	Abierto
Tubería p459	102,9	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p460	107,3	200	1,92	0,06	0,03	Abierto
Tubería p461	129,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p462	110,4	59,2	-0,49	0,18	0,8	Abierto
Tubería p463	128,3	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p464	122,2	60	0,59	0,21	1,07	Abierto
Tubería p465	127,2	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p466	110,8	59,2	-0,46	0,17	0,71	Abierto
Tubería p467	131,2	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p468	95,82	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p469	132,9	57,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p470	107,1	59,2	-0,51	0,18	0,86	Abierto
Tubería p471	55,08	59,2	-0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería p472	111,2	59,2	-0,46	0,17	0,7	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p473	59,17	59,2	-0,48	0,17	0,76	Abierto
Tubería p474	110	59,2	-0,41	0,15	0,58	Abierto
Tubería p475	108,3	59,2	-0,3	0,11	0,33	Abierto
Tubería p476	111,36	59,2	0,76	0,28	1,8	Abierto
Tubería p477	132,92	59,2	-0,61	0,22	1,19	Abierto
Tubería p478	112,04	70,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p479	111,4	50	1,11	0,57	8,29	Abierto
Tubería p480	131,4	59,2	0,94	0,34	2,68	Abierto
Tubería p481	108,21	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p482	109,45	70,6	-0,81	0,21	0,86	Abierto
Tubería p483	108	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p484	110,5	59,2	-0,76	0,28	1,8	Abierto
Tubería p485	140,1	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p486	112,7	46,4	0,61	0,36	3,98	Abierto
Tubería p487	111,8	46,4	0,34	0,2	1,36	Abierto
Tubería p488	148,9	46,4	-0,81	0,48	6,71	Abierto
Tubería p489	110,3	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p490	110,2	59,2	0,6	0,22	1,16	Abierto
Tubería p491	65,65	59,2	1,35	0,49	5,21	Abierto
Tubería p492	134,2	59,2	1,21	0,44	4,25	Abierto
Tubería p493	61,97	70,4	1,32	0,34	2,16	Abierto
Tubería p494	133,5	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p495	110,87	59,2	-0,97	0,35	2,82	Abierto
Tubería p496	110,33	59,2	0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p497	112,2	59,2	0,68	0,25	1,45	Abierto
Tubería p498	112,6	57,4	0,37	0,14	0,55	Abierto
Tubería p499	107,3	59,2	-0,68	0,25	1,47	Abierto
Tubería p500	110,8	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p501	112,2	59,2	-0,73	0,26	1,66	Abierto
Tubería p502	114	59,2	-0,97	0,35	2,85	Abierto
Tubería p503	60,43	59,2	-1,72	0,63	8,2	Abierto
Tubería p504	54,76	59,2	-0,86	0,31	2,29	Abierto
Tubería p505	52,77	59,2	1,88	0,68	9,66	Abierto
Tubería p506	115,3	59,2	0,64	0,23	1,3	Abierto
Tubería p507	58,4	59,2	0,84	0,31	2,17	Abierto
Tubería p508	113,2	59,2	0,8	0,29	1,97	Abierto
Tubería p509	116,4	59,2	0,58	0,21	1,1	Abierto
Tubería p510	58,62	59,2	-0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p511	58,01	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p512	119,9	59,2	-0,72	0,26	1,63	Abierto
Tubería p513	117,5	59,2	-0,42	0,15	0,6	Abierto
Tubería p514	114,2	59,2	-0,52	0,19	0,88	Abierto
Tubería p515	117,7	59,2	0,48	0,18	0,78	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p516	66,95	46,4	-0,1	0,06	0,13	Abierto
Tubería p517	116,5	46,4	0,07	0,04	0,07	Abierto
Tubería p518	115,2	46,4	-0,27	0,16	0,86	Abierto
Tubería p519	61,74	46,4	0,14	0,09	0,27	Abierto
Tubería p520	59,67	59,2	-0,99	0,36	2,96	Abierto
Tubería p521	113,5	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p522	113,7	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p523	54,14	59,2	-0,46	0,17	0,72	Abierto
Tubería p524	109,4	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p525	112,7	59,2	0,9	0,33	2,49	Abierto
Tubería p527	133,3	59,2	-0,33	0,12	0,39	Abierto
Tubería p528	114	59,2	-1,32	0,48	5	Abierto
Tubería p529	112,8	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p530	113,8	59,2	-0,6	0,22	1,17	Abierto
Tubería p531	91,19	59,2	0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería p532	119,3	59,2	0,13	0,05	0,06	Abierto
Tubería p533	118,4	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p534	93,32	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p535	118,7	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p536	60,63	59,2	-0,17	0,06	0,12	Abierto
Tubería p537	58,87	59,2	-0,26	0,1	0,26	Abierto
Tubería p538	112,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p539	61,09	59,2	2,46	0,89	15,86	Abierto
Tubería p540	130,3	59,2	0,93	0,34	2,62	Abierto
Tubería p541	238,1	59,2	1,07	0,39	3,38	Abierto
Tubería p542	223,5	59,2	-2,18	0,79	12,7	Abierto
Tubería p543	62,42	59,2	3,74	1,36	34,59	Abierto
Tubería p544	57,7	59,2	1,95	0,71	10,32	Abierto
Tubería p545	223,1	59,2	1,87	0,68	9,55	Abierto
Tubería p546	59,96	59,2	0,77	0,28	1,87	Abierto
Tubería p547	122,4	59,2	0,96	0,35	2,8	Abierto
Tubería p548	114,7	59,2	0,49	0,18	0,79	Abierto
Tubería p549	121,5	46,4	0,51	0,3	2,87	Abierto
Tubería p550	110,9	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p551	55,13	59,2	-0,05	0,02	0,02	Abierto
Tubería p552	113	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p553	53,71	59,2	0,16	0,06	0,11	Abierto
Tubería p554	112	59,2	-0,37	0,13	0,47	Abierto
Tubería p555	54,03	59,2	-0,42	0,15	0,59	Abierto
Tubería p556	32,79	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p557	213,4	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p558	59,26	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p559	106,5	59,2	0,24	0,09	0,22	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p560	61,98	59,2	0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p561	67,08	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p562	105,8	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p563	66,8	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería p564	105,8	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p565	64,28	59,2	0,36	0,13	0,45	Abierto
Tubería p566	212,7	59,2	-0,96	0,35	2,77	Abierto
Tubería p567	39,86	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p568	62,36	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p569	21,06	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p570	70,31	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p571	105,8	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p572	332,7	81,4	-1,74	0,33	1,78	Abierto
Tubería p573	300	81,4	8,1	1,56	30,64	Abierto
Tubería p574	94,3	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p575	127,5	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p577	173,1	84,6	3,59	0,64	5,63	Abierto
Tubería p578	170,8	84,6	1,29	0,23	0,85	Abierto
Tubería p579	171,7	59,2	-0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p580	169,7	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p581	229,3	84,6	0,43	0,08	0,11	Abierto
Tubería p582	4.463	59,2	0,86	0,31	2,27	Abierto
Tubería p583	7.982	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p584	23,38	59,2	0,06	0,02	0,03	Abierto
Tubería p585	65,25	70,6	1,32	0,34	2,13	Abierto
Tubería p586	32,67	70,6	-0,68	0,17	0,62	Abierto
Tubería p587	33,25	70,6	0,12	0,03	0,02	Abierto
Tubería 1	1	200	-24,05	0,77	2,98	Abierto
Tubería 2	1	180,8	-9,84	0,38	0,89	Abierto
Tubería 3	1	162,8	-4,19	0,2	0,6	Abierto
Tubería 4	1	75	-1,12	0,25	1,19	Abierto
Tubería 11	45	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería 12	1	59,2	0,97	0,35	2,68	Abierto
Tubería 13	16,16	59,2	0	0	0	Cerrado
Bomba 6	No Disponible	No Disponible	1,32	0	-73,21	Abierto
Bomba 7	No Disponible	No Disponible	4,19	0	-60,7	Abierto
Válvula 5	No Disponible	300	1,32	0,02	33,51	Activo
Válvula 8	No Disponible	300	4,19	0,06	31,33	Activo
Válvula 10	No Disponible	180,8	9,84	0,38	0	Abierto
Válvula 14	No Disponible	226,2	4,19	0,1	0	Abierto

Estado futuro – Nudos

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n1	3436	0,05	3470,9	34,9
Conexión n2	3443	0,05	3470,9	27,9
Conexión n3	3443	0,14	3470,85	27,85
Conexión n4	3438	0,05	3470,84	32,84
Conexión n5	3439	0,03	3470,84	31,84
Conexión n6	3434	0,04	3470,84	36,84
Conexión n7	3430	0,04	3470,85	40,85
Conexión n8	3444	0,04	3470,84	26,84
Conexión n9	3446	0,03	3470,84	24,84
Conexión n10	3448	0,04	3471,02	23,02
Conexión n11	3450	0,06	3471,25	21,25
Conexión n12	3449	0,08	3471,44	22,44
Conexión n13	3448	0,18	3471,56	23,56
Conexión n14	3444	0,05	3471,56	27,56
Conexión n15	3454	0,1	3471,57	17,57
Conexión n16	3444	0,12	3471,56	27,56
Conexión n17	3459	0,05	3471,56	12,56
Conexión n18	3446	0,1	3471,55	25,55
Conexión n19	3462	0,05	3471,55	9,55
Conexión n20	3453	0,04	3471,55	18,55
Conexión n21	3460	0,14	3487,99	27,99
Conexión n22	3455	0,14	3487,99	32,99
Conexión n23	3469	0,07	3487,99	18,99
Conexión n24	3473	0,08	3488	15
Conexión n25	3471	0,09	3487,94	16,94
Conexión n26	3462	0,09	3487,93	25,93
Conexión n27	3468	0,09	3487,91	19,91
Conexión n28	3459	0,07	3487,91	28,91
Conexión n29	3462	0,09	3487,9	25,9
Conexión n30	3454	0,09	3487,9	33,9
Conexión n31	3462	0,04	3471,72	9,72
Conexión n32	3468	0,05	3471,7	3,7
Conexión n33	3471	0,08	3471,69	0,69
Conexión n34	3473	0,04	3488	15
Conexión n35	3456	0,15	3471,71	15,71
Conexión n36	3452	0,22	3471,54	19,54
Conexión n37	3450	0,08	3471,25	21,25
Conexión n38	3450	0,03	3471,25	21,25
Conexión n39	3452	0,19	3471,59	19,59
Conexión n40	3452	0,15	3471,43	19,43
Conexión n41	3455	0,14	3471,28	16,28

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n42	3456	0,2	3471,15	15,15
Conexión n43	3451	0,19	3470,5	19,5
Conexión n44	3443	0,05	3464,16	21,16
Conexión n45	3439	0,05	3459,26	20,26
Conexión n46	3437	0,04	3454,68	17,68
Conexión n47	3437	0,05	3449,95	12,95
Conexión n48	3444	0,09	3439,36	-4,64
Conexión n49	3437	0,07	3471,07	34,07
Conexión n50	3444	0,21	3471,08	27,08
Conexión n51	3452	0,15	3471,22	19,22
Conexión n52	3456	0,16	3471,34	15,34
Conexión n53	3459	0,16	3471,59	12,59
Conexión n54	3463	0,18	3472,09	9,09
Conexión n55	3456	0,2	3471,8	15,8
Conexión n56	3454	0,26	3471,52	17,52
Conexión n57	3455	0,18	3471,31	16,31
Conexión n58	3454	0,22	3471,17	17,17
Conexión n59	3446	0,1	3470,98	24,98
Conexión n60	3439	0,06	3470,98	31,98
Conexión n61	3449	0,06	3470,86	21,86
Conexión n62	3452	0,09	3471,11	19,11
Conexión n63	3452	0,15	3471,08	19,08
Conexión n64	3450	0,14	3470,98	20,98
Conexión n65	3447	0,03	3470,98	23,98
Conexión n66	3440	0,05	3470,98	30,98
Conexión n67	3460	0,23	3470,95	10,95
Conexión n68	3468	0,21	3470,93	2,93
Conexión n69	3471	0,03	3470,93	-0,07
Conexión n70	3469	0,09	3471,69	2,69
Conexión n71	3467	0,05	3471,7	4,7
Conexión n72	3473	0	3473	0
Conexión n73	3451	0,09	3471,41	20,41
Conexión n74	3450	0,03	3471,13	21,13
Conexión n75	3437	0,02	3471,13	34,13
Conexión n76	3451	0,07	3471,36	20,36
Conexión n77	3452	0,12	3471,25	19,25
Conexión n78	3458	0,25	3471,14	13,14
Conexión n79	3457	0,19	3470,79	13,79
Conexión n80	3446	0,14	3470,76	24,76
Conexión n81	3447	0,15	3470,74	23,74
Conexión n82	3436	0,05	3470,74	34,74
Conexión n83	3449	0,14	3470,74	21,74
Conexión n84	3465	0,15	3470,74	5,74

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n85	3463	0,19	3470,79	7,79
Conexión n86	3471	0,01	3470,74	-0,26
Conexión n87	3471	0,03	3470,74	-0,26
Conexión n88	3470	0,03	3470,74	0,74
Conexión n89	3468	0,07	3471,71	3,71
Conexión n90	3463	0,21	3471,39	8,39
Conexión n91	3444	0,01	3471,08	27,08
Conexión n92	3447	0,15	3470,77	23,77
Conexión n93	3452	0,02	3470,65	18,65
Conexión n94	3453	0,1	3470,61	17,61
Conexión n95	3453	0,08	3470,62	17,62
Conexión n96	3454	0,11	3470,65	16,65
Conexión n97	3454	0,04	3470,7	16,7
Conexión n98	3453	0,1	3470,73	17,73
Conexión n99	3453	0,15	3470,78	17,78
Conexión n100	3454	0,09	3470,84	16,84
Conexión n101	3473	0	3473	0
Conexión n102	3465	0	3472,87	7,87
Conexión n103	3430	0	3472,56	42,56
Conexión n104	3467	0	3471,58	4,58
Conexión n105	3498	0	3501,75	3,75
Conexión n106	3462	0,06	3497,88	35,88
Conexión n107	3459	0,08	3497,88	38,88
Conexión n108	3460	0,08	3497,88	37,88
Conexión n109	3461	0,05	3497,88	36,88
Conexión n110	3462	0,08	3497,89	35,89
Conexión n111	3463	0,08	3497,89	34,89
Conexión n112	3462	0,07	3497,9	35,9
Conexión n113	3461	0,03	3497,92	36,92
Conexión n114	3461	0,03	3497,91	36,91
Conexión n115	3461	0,06	3497,9	36,9
Conexión n116	3462	0,06	3497,97	35,97
Conexión n117	3460	0,1	3498,19	38,19
Conexión n118	3459	0,04	3498,21	39,21
Conexión n119	3459	0,1	3498,24	39,24
Conexión n120	3460	0,15	3498,29	38,29
Conexión n121	3460	0,18	3498,39	38,39
Conexión n122	3457	0,05	3498,38	41,38
Conexión n123	3464	0,14	3498,35	34,35
Conexión n124	3463	0,14	3498,29	35,29
Conexión n125	3462	0,09	3498,24	36,24
Conexión n126	3464	0,12	3498,4	34,4
Conexión n127	3460	0,17	3498,58	38,58

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n128	3460	0,05	3499,25	39,25
Conexión n129	3462	0,05	3499,25	37,25
Conexión n130	3460	0,23	3500,01	40,01
Conexión n131	3461	0,11	3500,01	39,01
Conexión n132	3456	0,33	3500,33	44,33
Conexión n133	3456	0	3500,34	44,34
Conexión n134	3452	0,2	3500,39	48,39
Conexión n135	3452	0,12	3500,43	48,43
Conexión n136	3457	0,2	3500,45	43,45
Conexión n137	3462	0,03	3501,64	39,64
Conexión n138	3464	0,06	3501,63	37,63
Conexión n139	3469	0,09	3501,62	32,62
Conexión n140	3470	0,08	3501,62	31,62
Conexión n141	3472	0,04	3501,61	29,61
Conexión n142	3472	0,04	3501,61	29,61
Conexión n143	3470	0,06	3501,61	31,61
Conexión n144	3467	0,03	3501,61	34,61
Conexión n145	3466	0,05	3501,62	35,62
Conexión n146	3464	0,05	3501,62	37,62
Conexión n147	3463	0,07	3501,65	38,65
Conexión n148	3462	0	3501,66	39,66
Conexión n149	3478	0	3501,7	23,7
Conexión n150	3460	0,15	3500,49	40,49
Conexión n151	3460	0	3500,62	40,62
Conexión n152	3461	0,06	3500,61	39,61
Conexión n153	3463	0,05	3500,61	37,61
Conexión n154	3465	0,05	3500,61	35,61
Conexión n155	3463	0,05	3500,61	37,61
Conexión n156	3458	0,09	3438,07	-19,93
Conexión n157	3461	0,09	3438,07	-22,93
Conexión n158	3453	0,09	3438,08	-14,92
Conexión n159	3452	0,09	3438,08	-13,92
Conexión n160	3452	0	3438,31	-13,69
Conexión n161	3452	0,03	3437,95	-14,05
Conexión n162	3451	0,02	3437,51	-13,49
Conexión n163	3454	0,02	3437,39	-16,61
Conexión n164	3457	0,02	3437,35	-19,65
Conexión n165	3453	0,02	3437,34	-15,66
Conexión n166	3448	0,02	3437,34	-10,66
Conexión n167	3447	0,02	3437,32	-9,68
Conexión n168	3456	0,02	3437,32	-18,68
Conexión n169	3451	0,02	3437,35	-13,65
Conexión n170	3445	0,07	3437,39	-7,62

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n171	3444	0,17	3439,29	-4,71
Conexión n172	3443	0,06	3439,36	-3,64
Conexión n173	3438	0,05	3439,36	1,36
Conexión n174	3450	0,03	3470,55	20,55
Conexión n175	3448	0,07	3470,47	22,47
Conexión n176	3446	0,02	3470,45	24,45
Conexión n177	3446	0,23	3469,69	23,69
Conexión n178	3444	0,03	3469,68	25,68
Conexión n179	3448	0,07	3469,68	21,68
Conexión n180	3449	0,04	3469,68	20,68
Conexión n181	3454	0,05	3469,68	15,68
Conexión n182	3455	0,03	3469,68	14,68
Conexión n183	3453	0,03	3469,68	16,68
Conexión n184	3447	0,05	3469,68	22,68
Conexión n185	3458	0,09	3469,76	11,76
Conexión n186	3461	0,11	3469,79	8,79
Conexión n187	3460	0,01	3469,83	9,83
Conexión n188	3458	0,01	3469,83	11,83
Conexión n189	3459	0,05	3469,84	10,84
Conexión n190	3463	0,12	3469,88	6,88
Conexión n191	3462	0,16	3469,83	7,83
Conexión n192	3458	0,09	3469,72	11,72
Conexión n193	3464	0,12	3469,8	5,8
Conexión n194	3464	0,2	3469,51	5,51
Conexión n195	3460	0,11	3469,23	9,23
Conexión n196	3457	0,04	3469,21	12,21
Conexión n197	3454	0,21	3469,19	15,19
Conexión n198	3457	0,07	3469,21	12,21
Conexión n199	3458	0,05	3469,21	11,21
Conexión n200	3463	0,05	3469,21	6,21
Conexión n201	3461	0,09	3469,21	8,21
Conexión n202	3463	0	3469,57	6,57
Conexión n203	3467	0,07	3469,57	2,57
Conexión n204	3467	0,05	3469,8	2,8
Conexión n205	3467	0,09	3469,9	2,9
Conexión n206	3462	0,14	3469,98	7,98
Conexión n207	3463	0,22	3470,24	7,24
Conexión n208	3462	0,08	3470,39	8,39
Conexión n209	3459	0,11	3470,42	11,42
Conexión n210	3450	0,05	3470,45	20,45
Conexión n211	3451	0,1	3470,47	19,47
Conexión n212	3452	0,06	3470,54	18,54
Conexión n213	3458	0,11	3470,57	12,57

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n214	3457	0,23	3470,58	13,58
Conexión n215	3457	0,19	3470,6	13,6
Conexión n216	3458	0,1	3470,61	12,61
Conexión n217	3457	0,05	3470,68	13,68
Conexión n218	3457	0,11	3470,72	13,72
Conexión n219	3457	0,04	3470,77	13,77
Conexión n220	3455	0,04	3470,81	15,81
Conexión n221	3456	0,06	3470,55	14,55
Conexión n222	3461	0,14	3470,72	9,72
Conexión n223	3463	0,09	3470,68	7,68
Conexión n224	3460	0,12	3470,65	10,65
Conexión n225	3461	0,22	3470,6	9,6
Conexión n226	3461	0,16	3470,58	9,58
Conexión n227	3460	0,17	3470,55	10,55
Conexión n228	3461	0,22	3470,53	9,53
Conexión n229	3462	0,12	3470,44	8,44
Conexión n230	3458	0,15	3470,42	12,42
Conexión n231	3458	0,05	3470,42	12,42
Conexión n232	3457	0,05	3470,46	13,46
Conexión n233	3479	0,04	3494,79	15,79
Conexión n234	3479	0,05	3494,79	15,79
Conexión n235	3477	0,07	3494,79	17,79
Conexión n236	3486	0,05	3494,79	8,79
Conexión n237	3482	0,08	3494,79	12,79
Conexión n238	3475	0,07	3494,79	19,79
Conexión n239	3472	0,09	3494,8	22,8
Conexión n240	3475	0,15	3494,79	19,79
Conexión n241	3474	0,04	3494,79	20,79
Conexión n242	3471	0,06	3494,8	23,8
Conexión n243	3467	0,15	3494,86	27,86
Conexión n244	3466	0,14	3494,6	28,6
Conexión n245	3470	0,11	3494,55	24,55
Conexión n246	3472	0,05	3494,55	22,55
Conexión n247	3470	0,11	3494,54	24,54
Conexión n248	3468	0,05	3494,54	26,54
Conexión n249	3467	0,11	3494,55	27,55
Conexión n250	3468	0,23	3494,55	26,55
Conexión n251	3466	0,09	3494,56	28,56
Conexión n252	3465	0,04	3494,56	29,56
Conexión n253	3465	0	3470,43	5,43
Conexión n254	3466	0,05	3470,43	4,43
Conexión n255	3466	0	3470,43	4,43
Conexión n256	3467	0,04	3470,43	3,43

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n257	3468	0,1	3470,43	2,43
Conexión n258	3468	0,05	3470,43	2,43
Conexión n259	3467	0,03	3470,43	3,43
Conexión n260	3467	0,07	3470,44	3,44
Conexión n261	3466	0,08	3470,39	4,39
Conexión n262	3464	0,15	3470,37	6,37
Conexión n263	3464	0,15	3470,33	6,33
Conexión n264	3464	0,07	3470,36	6,36
Conexión n265	3462	0,14	3470,37	8,37
Conexión n266	3464	0,27	3470,51	6,51
Conexión n267	3467	0,05	3470,5	3,5
Conexión n268	3463	0,06	3470,49	7,49
Conexión n269	3463	0,15	3470,54	7,54
Conexión n270	3462	0,24	3470,57	8,57
Conexión n271	3462	0,2	3470,59	8,6
Conexión n272	3465	0,06	3470,62	5,62
Conexión n273	3467	0,15	3470,65	3,65
Conexión n274	3462	0,22	3470,67	8,67
Conexión n275	3460	0,08	3470,33	10,33
Conexión n276	3460	0,08	3470,3	10,3
Conexión n277	3459	0,11	3470,37	11,37
Conexión n278	3456	0,05	3470,61	14,61
Conexión n279	3465	0,24	3481,11	16,11
Conexión n280	3469	0,04	3481,11	12,11
Conexión n281	3467	0,2	3480,95	13,95
Conexión n282	3469	0,09	3480,91	11,91
Conexión n283	3471	0	3511	40
Conexión n284	3468	0,04	3483,81	15,81
Conexión n285	3470	0,05	3483,81	13,81
Conexión n286	3467	0,05	3483,81	16,81
Conexión n287	3468	0,08	3483,81	15,81
Conexión n288	3467	0,03	3483,81	16,81
Conexión n289	3470	0,07	3483,81	13,81
Conexión n290	3474	0,11	3483,81	9,81
Conexión n291	3471	0,06	3483,81	12,81
Conexión n292	3468	0,05	3483,81	15,81
Conexión n293	3467	0,05	3483,81	16,81
Conexión n294	3468	0,04	3483,81	15,81
Conexión n295	3470	0,05	3483,81	13,81
Conexión n296	3471	0,05	3483,81	12,81
Conexión n297	3470	0,05	3483,81	13,81
Conexión n298	3469	0,09	3483,81	14,81
Conexión n299	3470	0,05	3483,81	13,81

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n300	3471	0,06	3483,81	12,81
Conexión n301	3473	0,07	3483,81	10,81
Conexión n302	3470	0,07	3483,81	13,81
Conexión n303	3484	0	3484	0
Conexión n304	3476	0	3495,59	19,59
Conexión n305	3477	0	3495,7	18,7
Conexión n306	3456	0,17	3470,07	14,07
Conexión n307	3452	0,24	3469,93	17,93
Conexión n308	3450	0,12	3469,83	19,83
Conexión n309	3444	0,05	3469,49	25,49
Conexión n310	3445	0,04	3469,93	24,93
Conexión n311	3449	0,11	3469,97	20,97
Conexión n312	3455	0,1	3470,07	15,07
Conexión n313	3457	0,08	3470,07	13,07
Conexión n314	3454	0,07	3469,97	15,97
Conexión n315	3454	0,06	3470,06	16,06
Conexión n316	3449	0,05	3470,06	21,06
Conexión n317	3452	0,05	3470,06	18,06
Conexión n318	3459	0,16	3470,26	11,26
Conexión n319	3461	0,15	3470,03	9,03
Conexión n320	3453	0,2	3469,79	16,79
Conexión n321	3439	0,12	3469,77	30,77
Conexión n322	3455	0,18	3469,7	14,7
Conexión n323	3448	0,1	3469,64	21,64
Conexión n324	3446	0,04	3469,63	23,63
Conexión n325	3439	0,05	3469,63	30,63
Conexión n326	3442	0,05	3469,63	27,63
Conexión n327	3447	0,03	3469,62	22,62
Conexión n328	3451	0,08	3469,64	18,64
Conexión n329	3458	0,17	3469,69	11,69
Conexión n330	3464	0,18	3469,76	5,76
Conexión n331	3462	0,21	3469,86	7,86
Conexión n332	3457	0,11	3469,7	12,7
Conexión n333	3461	0,12	3469,72	8,72
Conexión n334	3465	0,14	3469,76	4,76
Conexión n335	3464	0,15	3469,72	5,72
Conexión n336	3457	0,12	3469,69	12,69
Conexión n337	3467	0,17	3469,84	2,84
Conexión n338	3465	0,17	3470,14	5,14
Conexión n339	3462	0,18	3470,3	8,3
Conexión n340	3461	0,2	3470,43	9,43
Conexión n341	3464	0,09	3470,63	6,63
Conexión n342	3464	0,15	3470,62	6,62

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n343	3468	0,17	3470,62	2,62
Conexión n344	3469	0,18	3470,01	1,01
Conexión n345	3466	0,15	3469,79	3,79
Conexión n346	3466	0,1	3469,73	3,73
Conexión n347	3462	0,1	3469,72	7,72
Conexión n348	3453	0,05	3469,64	16,64
Conexión n349	3474	0,19	3482,83	8,83
Conexión n350	3474	0,15	3482,93	8,93
Conexión n351	3471	0,17	3483,14	12,14
Conexión n352	3471	0,12	3483,23	12,23
Conexión n353	3464	0,09	3469,73	5,73
Conexión n354	3471	0,15	3482,74	11,74
Conexión n355	3474	0,12	3482,84	8,84
Conexión n356	3476	0,11	3482,93	6,93
Conexión n357	3476	0,16	3482,98	6,98
Conexión n358	3472	0,15	3483,04	11,04
Conexión n359	3476	0,18	3483,08	7,08
Conexión n360	3476	0,18	3482,87	6,87
Conexión n361	3480	0,21	3483,04	3,04
Conexión n362	3475	0,22	3510,1	35,1
Conexión n363	3482	0,18	3506,5	24,5
Conexión n364	3486	0,19	3504,9	18,9
Conexión n365	3483	0,19	3483,14	0,14
Conexión n366	3488	0,17	3503,76	15,76
Conexión n367	3463	0,21	3481,59	18,59
Conexión n368	3469	0,21	3482,67	13,67
Conexión n369	3470	0,11	3482,67	12,67
Conexión n370	3474	0,23	3482,53	8,53
Conexión n371	3471	0,15	3482,16	11,16
Conexión n372	3473	0,26	3481,55	8,55
Conexión n373	3472	0,19	3482,84	10,84
Conexión n374	3473	0,15	3482,84	9,84
Conexión n375	3474	0,15	3483,39	9,39
Conexión n376	3476	0,22	3483,93	7,93
Conexión n377	3477	0,22	3484,06	7,06
Conexión n378	3478	0,17	3483,51	5,51
Conexión n379	3477	0,17	3483,35	6,35
Conexión n380	3477	0,15	3483,22	6,22
Conexión n381	3478	0,15	3483,32	5,32
Conexión n382	3471	0,1	3483,24	12,24
Conexión n383	3466	0,07	3483,23	17,23
Conexión n384	3477	0,1	3483,34	6,34
Conexión n385	3478	0,09	3483,51	5,51

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n386	3474	0,1	3483,35	9,35
Conexión n387	3475	0,18	3483,38	8,38
Conexión n388	3481	0,22	3483,75	2,75
Conexión n389	3485	0,15	3502,76	17,76
Conexión n390	3490	0,07	3502,51	12,51
Conexión n391	3487	0,07	3502,49	15,49
Conexión n392	3486	0,04	3502,49	16,49
Conexión n393	3478	0,04	3502,54	24,54
Conexión n394	3481	0,16	3502,61	21,61
Conexión n395	3483	0,09	3502,68	19,68
Conexión n396	3478	0,23	3484,79	6,79
Conexión n397	3477	0,24	3487,12	10,12
Conexión n398	3476	0,08	3486,47	10,47
Conexión n399	3479	0,14	3484,18	5,18
Conexión n400	3478	0,06	3483,81	5,81
Conexión n401	3475	0,14	3483,72	8,72
Conexión n402	3467	0,06	3483,72	16,72
Conexión n403	3466	0,05	3483,72	17,72
Conexión n404	3473	0,1	3483,72	10,72
Conexión n405	3477	0,05	3483,78	6,78
Conexión n406	3470	0,08	3480,91	10,91
Conexión n407	3474	0,11	3480,91	6,91
Conexión n408	3478	0,24	3480,92	2,92
Conexión n409	3472	0,08	3480,89	8,89
Conexión n410	3474	0,07	3480,89	6,89
Conexión n411	3475	0,07	3480,88	5,88
Conexión n412	3484	0,16	3480,88	-3,12
Conexión n413	3481	0,1	3480,89	-0,11
Conexión n414	3484	0,05	3480,89	-3,11
Conexión n416	3486	0,08	3480,88	-5,12
Conexión n417	3496	0	3497	1
Conexión n418	3496	0	3497	1
Conexión n419	3457	0	3500,46	43,46
Conexión n420	3461	0,08	3500,48	39,48
Conexión 5	3471	0	3543,35	72,35
Conexión 6	3463	0	3470,48	7,48
Conexión 7	3467	0	3512,78	45,78
Conexión 8	3467	0	3502	35
Conexión 3	3471	0	3510,54	39,54
Conexión 12	3462	0	3501,66	39,66
Conexión n500	3453	0,13	3469,68	16,68
Conexión n501	3447	0,13	3469,68	22,68
Conexión n502	3441	0,14	3469,48	28,48

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n503	3441	0,14	3469,46	28,46
Conexión n504	3444	0,14	3469,46	25,46
Conexión n505	3444	0,14	3469,46	25,46
Conexión n506	3487	0,14	3502,47	15,47
Conexión n507	3483	0,14	3502,48	19,48
Conexión n508	3495	0,14	3502,47	7,47
Conexión n509	3488	0,14	3502,48	14,48
Conexión n510	3492	0,14	3502,47	10,47
Conexión n511	3490	0,14	3502,49	12,49
Conexión n512	3482	0,14	3502,47	20,47
Conexión n513	3488	0,14	3502,47	14,47
Conexión n514	3482	0,09	3495,69	13,69
Conexión n515	3480	0,09	3495,69	15,69
Conexión n516	3476	0,09	3495,69	19,69
Conexión n517	3474	0,09	3495,69	21,69
Conexión n518	3474	0,16	3494,79	20,79
Conexión n519	3471	0,16	3494,8	23,8
Conexión n520	3467	0,16	3494,83	27,83
Conexión n521	3487	0,21	3496,84	9,84
Conexión n522	3493	0,21	3496,87	3,87
Conexión n523	3492	0,21	3496,92	4,92
Conexión n524	3490	0,21	3496,83	6,83
Conexión n525	3489	0,21	3496,84	7,84
Conexión n526	3485	0,21	3496,85	11,85
Conexión n527	3490	0,16	3496,88	6,88
Conexión n528	3486	0,16	3496,86	10,86
Conexión n529	3483	0,16	3496,85	13,85
Conexión n530	3481	0,16	3496,84	15,84
Conexión n531	3499	0,16	3496,82	-2,18
Conexión n532	3496	0,16	3496,82	0,82
Conexión n533	3491	0,16	3496,82	5,82
Conexión n534	3490	0,16	3496,82	6,82
Conexión n535	3487	0,16	3496,82	9,82
Conexión n536	3500	0,16	3496,8	-3,2
Conexión n537	3495	0,16	3496,8	1,8
Conexión n538	3494	0,16	3496,8	2,8
Conexión n539	3495	0,16	3496,8	1,8
Conexión n540	3493	0,16	3496,8	3,8
Conexión n541	3487	0,16	3496,79	9,79
Conexión n542	3482	0,16	3496,79	14,79
Conexión n543	3490	0,16	3496,8	6,8
Conexión n544	3485	0,16	3496,8	11,8
Conexión n545	3483	0,16	3496,8	13,8

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n546	3487	0,16	3496,8	9,8
Conexión n547	3486	0,16	3496,79	10,79
Conexión n548	3480	0,16	3496,79	16,79
Conexión n549	3476	0,16	3496,79	20,79
Conexión n550	3449	0,21	3438,55	-10,45
Conexión n551	3450	0,21	3438,55	-11,45
Conexión n552	3451	0,21	3438,55	-12,45
Conexión n553	3445	0,19	3437,31	-7,69
Conexión n554	3455	0,19	3437,31	-17,69
Conexión n555	3455	0,19	3437,31	-17,69
Conexión n556	3459	0,19	3437,32	-21,68
Conexión n557	3445	0,19	3437,35	-7,65
Conexión n558	3456	0,13	3501,56	45,56
Conexión n559	3454	0,13	3501,56	47,56
Conexión n560	3454	0,13	3501,56	47,56
Conexión n561	3457	0,13	3501,56	44,56
Conexión n562	3457	0,13	3501,57	44,57
Conexión n563	3460	0,13	3501,57	41,57
Conexión n564	3462	0,13	3501,57	39,57
Conexión n565	3461	0,19	3501,57	40,57
Conexión n566	3464	0,19	3501,57	37,57
Conexión n567	3466	0,19	3501,57	35,57
Conexión n568	3467	0,19	3501,59	34,59
Conexión n569	3470	0,19	3501,6	31,6
Conexión n570	3469	0,19	3501,61	32,61
Conexión n571	3473	0,19	3501,64	28,64
Conexión n572	3455	0,19	3501,57	46,57
Conexión n573	3463	0,19	3501,58	38,58
Conexión n574	3463	0,19	3501,58	38,58
Conexión n575	3465	0,19	3501,59	36,59
Conexión n576	3469	0,19	3501,62	32,62
Conexión n577	3478	0,19	3501,69	23,69
Conexión n578	3483	0,19	3501,67	18,67
Conexión n579	3475	0,19	3501,66	26,66
Conexión n580	3475	0,19	3501,66	26,66
Conexión n581	3469	0,19	3501,66	32,66
Conexión n582	3470	0,19	3501,66	31,66
Conexión n583	3462	0,19	3469,68	7,68
Conexión n584	3459	0,19	3469,68	10,68
Conexión n585	3451	0,19	3469,6	18,6
Conexión n586	3445	0,19	3469,6	24,6
Conexión n595	3451	0	3438,56	-12,44
Conexión n596	3474	0	3501,68	27,68

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Embalse 1	3473	-37,98	3473	0
Embalse 2	3497	-16,06	3497	0
Embalse 4	3484	-1,16	3484	0
Embalse 10	3485	0	3485	0
Embalse 11	3488	-1,01	3488	0

Estado futuro – Tuberías

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p1	120,6	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p2	111,5	59,2	0,37	0,14	0,49	Abierto
Tubería p3	59,54	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto
Tubería p4	38,88	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p5	56,61	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p6	129,8	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p7	132,9	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p8	54,19	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p9	155,1	59,2	-0,48	0,17	0,77	Abierto
Tubería p10	115,8	50	-0,52	0,26	2,04	Abierto
Tubería p11	70,81	50	-0,6	0,31	2,68	Abierto
Tubería p12	109,6	50	-0,36	0,18	1,03	Abierto
Tubería p13	84,72	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p14	112,9	59,2	-0,16	0,06	0,11	Abierto
Tubería p15	109,2	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto
Tubería p16	62,52	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p17	101,7	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p18	63,19	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p19	68,67	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p20	65,64	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p21	54,87	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p22	96,97	59,2	-0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p23	57,24	59,2	-0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p24	106,6	59,2	0,16	0,06	0,11	Abierto
Tubería p25	64,01	59,2	0,54	0,2	0,96	Abierto
Tubería p26	102,5	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p27	57,66	59,2	0,35	0,13	0,44	Abierto
Tubería p28	103,3	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p29	63,82	59,2	0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p30	102,3	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p31	112,2	59,2	-0,64	0,23	1,33	Abierto
Tubería p32	63,73	59,2	0,28	0,1	0,28	Abierto
Tubería p33	62,35	59,2	0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p34	64,33	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p35	4.808	59,2	-0,04	0,02	0	Abierto
Tubería p36	114,3	50	0,1	0,05	0,09	Abierto
Tubería p37	109,7	50	0,45	0,23	1,55	Abierto
Tubería p38	115,5	50	0,57	0,29	2,45	Abierto
Tubería p39	59,47	50	0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p40	62,54	50	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p41	108,4	50	-0,33	0,17	0,86	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p42	114,2	75	-0,67	0,15	0,45	Abierto
Tubería p43	113,6	75	1,23	0,28	1,39	Abierto
Tubería p44	117,5	75	1,18	0,27	1,29	Abierto
Tubería p45	113,5	75	1,11	0,25	1,15	Abierto
Tubería p46	110,7	46,4	0,75	0,45	5,83	Abierto
Tubería p47	96,58	46,4	2,79	1,65	65,65	Abierto
Tubería p48	77,33	46,4	2,74	1,62	63,4	Abierto
Tubería p49	74,92	46,4	2,68	1,59	61,18	Abierto
Tubería p50	79,57	46,4	2,64	1,56	59,44	Abierto
Tubería p51	184,7	46,4	2,59	1,53	57,29	Abierto
Tubería p52	162,3	59,2	-0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p53	221,2	50	-0,28	0,14	0,65	Abierto
Tubería p54	112	100	-2,24	0,29	1,04	Abierto
Tubería p55	117,5	100	-3,34	0,43	2,18	Abierto
Tubería p56	114	100	-4,83	0,62	4,32	Abierto
Tubería p57	109,2	59,2	1,06	0,39	3,36	Abierto
Tubería p58	107,8	50	-0,42	0,22	1,39	Abierto
Tubería p59	113,8	75	-0,92	0,21	0,82	Abierto
Tubería p60	113,8	75	1,69	0,38	2,52	Abierto
Tubería p61	117,5	75	1,39	0,31	1,74	Abierto
Tubería p62	112,8	75	1,15	0,26	1,23	Abierto
Tubería p63	110,9	75	1,38	0,31	1,73	Abierto
Tubería p64	96,89	75	0,06	0,01	0,01	Abierto
Tubería p65	110,5	59,2	1,22	0,44	4,32	Abierto
Tubería p66	117,6	59,2	-1	0,36	3,02	Abierto
Tubería p67	110,4	100	-3,46	0,44	2,32	Abierto
Tubería p68	116,3	100	-1,12	0,14	0,29	Abierto
Tubería p69	109,7	100	-0,96	0,12	0,22	Abierto
Tubería p70	112,1	100	-1,41	0,18	0,44	Abierto
Tubería p71	113,1	50	0,4	0,2	1,26	Abierto
Tubería p72	110,2	59,2	0,51	0,19	0,87	Abierto
Tubería p73	110,2	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p74	83,57	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p75	111,1	59,2	0,29	0,11	0,31	Abierto
Tubería p76	113,7	50	0,12	0,06	0,12	Abierto
Tubería p77	110,5	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p78	103,7	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p79	102,9	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p80	218,6	200	29,33	0,93	4,16	Abierto
Tubería p81	114,4	200	22,19	0,71	2,48	Abierto
Tubería p82	109,7	200	19,38	0,62	1,93	Abierto
Tubería p83	116,5	200	17,29	0,55	1,56	Abierto
Tubería p84	114,6	200	15,83	0,5	1,33	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p85	86,26	200	16,31	0,52	1,4	Abierto
Tubería p86	398,2	50	0,02	0,01	0,01	Abierto
Tubería p87	113,4	100	1,37	0,17	0,42	Abierto
Tubería p88	117,5	100	2,09	0,27	0,91	Abierto
Tubería p89	116,5	75	-0,46	0,11	0,23	Abierto
Tubería p90	109,6	75	-0,53	0,12	0,29	Abierto
Tubería p91	112,9	75	-0,47	0,11	0,24	Abierto
Tubería p92	113,9	50	0,47	0,24	1,7	Abierto
Tubería p93	110,2	50	0,48	0,25	1,77	Abierto
Tubería p94	110	50	0,43	0,22	1,44	Abierto
Tubería p95	80,76	59,2	0,34	0,12	0,41	Abierto
Tubería p96	110,5	59,2	0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería p97	54,12	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p98	129,8	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p99	64,28	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p100	118,3	59,2	-0,35	0,13	0,42	Abierto
Tubería p101	110	59,2	-0,63	0,23	1,27	Abierto
Tubería p102	113,8	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p103	44,68	50	-0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p104	73,95	50	0,03	0,02	0,01	Abierto
Tubería p105	65,51	50	-0,07	0,04	0,05	Abierto
Tubería p106	110,1	59,2	1,07	0,39	3,38	Abierto
Tubería p107	109,1	59,2	0,99	0,36	2,97	Abierto
Tubería p108	118,3	50	0,53	0,27	2,08	Abierto
Tubería p109	110,9	50	0,27	0,14	0,59	Abierto
Tubería p110	77,07	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p111	112,5	50	-0,75	0,38	4,04	Abierto
Tubería p112	110,7	50	-0,49	0,25	1,84	Abierto
Tubería p113	113,6	75	0,84	0,19	0,69	Abierto
Tubería p114	109,7	75	0,89	0,2	0,77	Abierto
Tubería p115	116,4	75	0,79	0,18	0,61	Abierto
Tubería p116	114,2	100	2,43	0,31	1,21	Abierto
Tubería p117	70,98	100	2,39	0,3	1,17	Abierto
Tubería p118	185,9	100	1,75	0,22	0,66	Abierto
Tubería p119	70,04	100	1,73	0,22	0,65	Abierto
Tubería p120	113,9	150	-2,11	0,12	0,13	Abierto
Tubería p121	112,7	150	-2,79	0,16	0,22	Abierto
Tubería p122	168,8	150	-3,57	0,2	0,34	Abierto
Tubería p123	61,46	150	-3,61	0,2	0,35	Abierto
Tubería p124	113,1	150	-4,38	0,25	0,5	Abierto
Tubería p125	87,45	150	-5,26	0,3	0,7	Abierto
Tubería p126	208	200	-16,26	0,52	1,4	Abierto
Tubería p127	106	162,8	8,65	0,42	1,19	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p128	262,2	162,8	8,65	0,42	1,18	Abierto
Tubería p129	831,5	162,8	8,65	0,42	1,18	Abierto
Tubería p130	350,9	180,8	8,65	0,34	0,71	Abierto
Tubería p131	208,8	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p132	47,11	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p133	176,9	59,2	-0,1	0,03	0,04	Abierto
Tubería p134	13,49	59,2	-0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p135	45,55	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p136	93,94	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p137	49,73	59,2	-0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería p138	51,42	59,2	-0,36	0,13	0,44	Abierto
Tubería p139	61,68	59,2	0,26	0,09	0,24	Abierto
Tubería p140	51,95	59,2	0,23	0,08	0,19	Abierto
Tubería p141	78,08	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p142	50,27	59,2	0,24	0,09	0,22	Abierto
Tubería p143	37,9	59,2	-0,64	0,23	1,34	Abierto
Tubería p144	139,6	59,2	-0,71	0,26	1,58	Abierto
Tubería p145	56,59	59,2	-0,29	0,11	0,31	Abierto
Tubería p146	74,49	59,2	-0,33	0,12	0,39	Abierto
Tubería p147	61,51	59,2	-0,5	0,18	0,83	Abierto
Tubería p148	60,04	59,2	-0,71	0,26	1,58	Abierto
Tubería p149	112,3	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p150	145,7	59,2	0,26	0,09	0,25	Abierto
Tubería p151	48,86	59,2	0,62	0,23	1,26	Abierto
Tubería p152	51,32	59,2	0,55	0,2	0,99	Abierto
Tubería p153	49,71	59,2	0,52	0,19	0,89	Abierto
Tubería p154	111,9	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p155	145,3	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p156	58,16	59,2	-0,5	0,18	0,83	Abierto
Tubería p157	141,8	59,2	-0,63	0,23	1,26	Abierto
Tubería p158	45,93	59,2	1,19	0,43	4,17	Abierto
Tubería p159	62,78	59,2	-1,99	0,72	10,7	Abierto
Tubería p160	122,8	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p161	64,99	59,2	-2,09	0,76	11,76	Abierto
Tubería p162	125,5	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p163	192	59,2	-0,73	0,27	1,68	Abierto
Tubería p164	19,9	59,2	-0,26	0,1	0,25	Abierto
Tubería p165	207	59,2	-0,26	0,1	0,25	Abierto
Tubería p166	58,49	59,2	-0,46	0,17	0,71	Abierto
Tubería p167	229,7	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p168	58,14	59,2	0,8	0,29	1,99	Abierto
Tubería p169	64,28	59,2	0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p170	120,6	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p171	61,65	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p172	79,44	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p173	51,7	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p174	114,1	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p175	63,7	59,3	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p176	60,46	59,2	-0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p177	65,28	59,2	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p178	61,58	59,2	-0,17	0,06	0,12	Abierto
Tubería p179	64,83	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p180	64,78	59,2	-0,33	0,12	0,38	Abierto
Tubería p181	54,78	59,2	0,22	0,08	0,19	Abierto
Tubería p182	75,44	84,6	-0,62	0,11	0,22	Abierto
Tubería p183	287,42	226,2	-4,36	0,11	0,07	Abierto
Tubería p184	194,61	226,2	-8,65	0,22	0,24	Abierto
Tubería p185	58,91	59,2	-1,7	0,62	8,05	Abierto
Tubería p186	10,29	59,2	-2,17	0,79	12,61	Abierto
Tubería p187	25,6	59,2	0,22	0,08	0,17	Abierto
Tubería p188	47,97	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p189	128	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p190	43,79	59,2	-0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p191	127,9	59,2	-0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p192	48,19	59,2	0,02	0,01	0,01	Abierto
Tubería p193	224,6	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p194	53,35	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería p195	225,2	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p196	32,42	59,2	1,59	0,58	7,1	Abierto
Tubería p197	171	84,6	1,22	0,22	0,76	Abierto
Tubería p198	109	59,2	1,19	0,43	4,12	Abierto
Tubería p199	63,71	59,2	0,76	0,28	1,79	Abierto
Tubería p200	74,3	59,2	0,43	0,15	0,62	Abierto
Tubería p201	112	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p202	55,37	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p203	67,48	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p204	77,09	59,2	-0,24	0,09	0,22	Abierto
Tubería p205	62,03	59,2	-0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p206	112,9	59,2	-0,31	0,11	0,34	Abierto
Tubería p207	212,1	59,2	0,41	0,15	0,57	Abierto
Tubería p208	316,34	84,6	-2,22	0,39	2,3	Abierto
Tubería p209	28,38	84,6	-2,38	0,42	2,63	Abierto
Tubería p210	167,9	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p211	166,1	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p212	121,8	50	-0,5	0,25	1,87	Abierto
Tubería p213	75,37	50	0,37	0,19	1,07	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p214	68,67	59,2	0,23	0,08	0,19	Abierto
Tubería p215	321,5	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p216	123,1	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p217	45,34	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p218	50,45	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p219	61,99	59,2	-0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p220	50,51	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p221	51,87	59,2	-0,12	0,04	0,05	Abierto
Tubería p222	52,76	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p223	144,8	59,2	-0,37	0,13	0,47	Abierto
Tubería p224	52,41	59,2	-0,46	0,17	0,72	Abierto
Tubería p225	50,18	46,4	-0,24	0,14	0,68	Abierto
Tubería p226	32,49	46,4	0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p227	51,26	59,2	-0,26	0,09	0,24	Abierto
Tubería p228	118,7	59,2	-0,31	0,11	0,34	Abierto
Tubería p229	77,09	75	0,8	0,18	0,62	Abierto
Tubería p230	125,2	59,2	0,52	0,19	0,9	Abierto
Tubería p231	113,8	75	0,55	0,13	0,32	Abierto
Tubería p232	113,4	46,4	0,48	0,28	2,49	Abierto
Tubería p233	219,6	59,2	0,63	0,23	1,29	Abierto
Tubería p234	93,38	59,2	0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p235	137	59,2	0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería p236	54,62	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p237	60,43	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p238	93,38	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p239	60,43	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p240	93,38	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p241	54,62	59,2	-0,28	0,1	0,29	Abierto
Tubería p242	211,6	46,4	0	0	0	Abierto
Tubería p243	113,4	46,4	-0,43	0,25	2,05	Abierto
Tubería p244	114	59,2	-0,53	0,19	0,92	Abierto
Tubería p245	111,7	59,2	0,43	0,16	0,64	Abierto
Tubería p246	119,1	50	-0,05	0,02	0,02	Abierto
Tubería p247	120,1	59,2	-0,36	0,13	0,44	Abierto
Tubería p248	136,1	46,4	-0,34	0,2	1,33	Abierto
Tubería p249	106,3	46,4	-0,47	0,28	2,48	Abierto
Tubería p250	256,9	75	1,23	0,28	1,39	Abierto
Tubería p251	155,66	70,4	-0,78	0,2	0,82	Abierto
Tubería p252	108,1	70,4	-0,4	0,1	0,24	Abierto
Tubería p253	113,3	70,4	-0,42	0,11	0,26	Abierto
Tubería p254	67,14	59,2	-0,26	0,1	0,25	Abierto
Tubería p255	76,31	50	-0,35	0,18	0,99	Abierto
Tubería p256	82,42	50	-0,32	0,16	0,81	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p257	113,1	150	3,42	0,19	0,31	Abierto
Tubería p258	112,2	75	-0,27	0,06	0,08	Abierto
Tubería p259	111,5	75	-0,37	0,08	0,15	Abierto
Tubería p260	113	75	-0,31	0,07	0,11	Abierto
Tubería p261	118,7	75	-0,75	0,17	0,56	Abierto
Tubería p262	112	75	-0,64	0,15	0,42	Abierto
Tubería p263	115	75	-0,63	0,14	0,4	Abierto
Tubería p264	65,71	200	-10,3	0,33	0,6	Abierto
Tubería p265	51,4	200	-10,91	0,35	0,67	Abierto
Tubería p266	105,9	50	0,57	0,29	2,41	Abierto
Tubería p267	83,73	50	-0,59	0,3	2,57	Abierto
Tubería p268	112,1	200	9,03	0,29	0,47	Abierto
Tubería p269	115,2	75	0,55	0,12	0,31	Abierto
Tubería p270	111,6	75	0,55	0,13	0,32	Abierto
Tubería p271	118,7	70,4	0,53	0,14	0,4	Abierto
Tubería p272	113,9	75	0,43	0,1	0,2	Abierto
Tubería p273	110,6	75	0,43	0,1	0,2	Abierto
Tubería p274	114,8	75	0,4	0,09	0,17	Abierto
Tubería p275	92,89	70,4	0,9	0,23	1,05	Abierto
Tubería p276	132,8	70,4	0,48	0,12	0,33	Abierto
Tubería p277	133,2	70,4	-0,1	0,03	0,02	Abierto
Tubería p278	115,9	70,4	-0,29	0,08	0,13	Abierto
Tubería p279	53,11	70,4	0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería p280	66,18	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p281	78,71	59,2	-0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p282	78,95	70,4	-0,21	0,05	0,07	Abierto
Tubería p283	80,44	50	-0,1	0,05	0,09	Abierto
Tubería p284	107,3	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p285	120,8	59,2	-0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p286	120,7	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p287	65,06	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p288	126,5	59,2	-0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p289	119,5	59,2	-0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p290	123,7	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p291	62,3	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p292	110,4	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p293	66,29	59,2	-0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p294	108,7	59,2	0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p295	121,1	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p296	119,4	59,2	-0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p297	121,5	59,2	-0,39	0,14	0,52	Abierto
Tubería p298	117,5	59,2	0,38	0,14	0,51	Abierto
Tubería p299	97,12	59,2	0,95	0,34	2,71	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p300	120,8	59,2	0,34	0,12	0,41	Abierto
Tubería p301	117,3	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p302	49,31	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p303	52,37	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p304	121,3	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p305	54,83	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p306	119,8	59,2	-0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p307	57,58	59,2	0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p308	118,5	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p309	119,2	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p310	48,49	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p311	47,4	59,2	0,47	0,17	0,74	Abierto
Tubería p312	16,11	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p313	66,16	150,6	1,11	0,06	0,04	Abierto
Tubería p314	157,3	59,2	1,06	0,38	3,32	Abierto
Tubería p315	124,7	150,6	-1,11	0,06	0,04	Abierto
Tubería p316	16,57	59,2	0,23	0,08	0,18	Abierto
Tubería p317	50,32	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p318	56,61	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p319	50,35	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p320	56,71	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p321	142,3	150,6	-1,34	0,07	0,05	Abierto
Tubería p322	32,55	70,4	1,11	0,29	1,57	Abierto
Tubería p323	34,35	70,4	0,69	0,18	0,65	Abierto
Tubería p324	155,8	70,4	0,42	0,11	0,26	Abierto
Tubería p325	53,2	70,4	1,14	0,29	1,65	Abierto
Tubería p326	36,82	70,4	-0,86	0,22	0,98	Abierto
Tubería p327	155,8	70,4	-0,34	0,09	0,18	Abierto
Tubería p328	158,8	70,4	0,6	0,15	0,49	Abierto
Tubería p329	50,46	70,4	0,12	0,03	0,03	Abierto
Tubería p330	253,4	150,6	-3,12	0,18	0,26	Abierto
Tubería p331	220,2	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p332	97,39	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p333	121,9	150	-2,85	0,16	0,22	Abierto
Tubería p334	108,2	150	-3,57	0,2	0,34	Abierto
Tubería p335	118,3	150	-3,18	0,18	0,28	Abierto
Tubería p336	110,9	150	-2,99	0,17	0,25	Abierto
Tubería p337	113,6	150	-2,97	0,17	0,24	Abierto
Tubería p338	118,8	150	-3	0,17	0,25	Abierto
Tubería p339	127,4	150	-2,66	0,15	0,2	Abierto
Tubería p340	99,75	200	-6,46	0,21	0,25	Abierto
Tubería p341	121,6	50	0,63	0,32	2,87	Abierto
Tubería p342	56,78	50	0,22	0,11	0,42	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p343	62,31	50	-0,37	0,19	1,1	Abierto
Tubería p344	121,9	50	-0,62	0,32	2,84	Abierto
Tubería p345	118,9	200	7,73	0,25	0,35	Abierto
Tubería p346	119,3	75	-0,5	0,11	0,26	Abierto
Tubería p347	112	75	-0,6	0,14	0,37	Abierto
Tubería p348	110,4	75	-0,73	0,17	0,53	Abierto
Tubería p349	110,9	75	0,67	0,15	0,45	Abierto
Tubería p350	112,1	75	0,51	0,11	0,27	Abierto
Tubería p351	118,3	75	0,41	0,09	0,18	Abierto
Tubería p352	118,3	75	-0,17	0,04	0,03	Abierto
Tubería p353	112,7	75	-0,29	0,06	0,1	Abierto
Tubería p354	79,21	75	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería p355	112,3	75	0,66	0,15	0,44	Abierto
Tubería p356	111,5	75	0,42	0,09	0,19	Abierto
Tubería p357	118,4	75	0,26	0,06	0,08	Abierto
Tubería p358	140,4	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p359	104	46,4	0,04	0,02	0,03	Abierto
Tubería p360	111,3	75	0,6	0,14	0,37	Abierto
Tubería p361	110,9	75	0,47	0,11	0,24	Abierto
Tubería p362	118,5	75	0,33	0,08	0,12	Abierto
Tubería p363	139,3	50	0	0	0	Cerrado
Tubería p364	106,2	46,4	0,16	0,09	0,33	Abierto
Tubería p365	141,1	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p366	159,4	150	2,53	0,14	0,18	Abierto
Tubería p367	31,6	75	-0,16	0,04	0,03	Abierto
Tubería p368	147	75	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p369	35,89	75	-0,1	0,02	0,01	Abierto
Tubería p370	60,67	75	-0,14	0,03	0,02	Abierto
Tubería p371	58,13	100	-0,17	0,02	0,01	Abierto
Tubería p372	213,5	100	-0,24	0,03	0,02	Abierto
Tubería p373	57,29	75	0,28	0,06	0,09	Abierto
Tubería p374	35,2	75	0,17	0,04	0,03	Abierto
Tubería p375	146,2	75	0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p376	15,79	70,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p377	80,67	70,6	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p378	32,66	70,6	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p379	46,65	70,6	-0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería p380	63,93	70,6	-0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p381	25,78	70,6	0,01	0	0	Abierto
Tubería p382	29,16	70,6	0,12	0,03	0,02	Abierto
Tubería p383	43,6	70,6	0,01	0	0,01	Abierto
Tubería p384	43,41	70,6	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p385	64,73	70,6	-0,01	0	0	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p386	62,8	70,6	-0,16	0,04	0,04	Abierto
Tubería p387	61,27	70,6	-0,22	0,06	0,08	Abierto
Tubería p388	42,91	70,6	0,31	0,08	0,15	Abierto
Tubería p389	46,02	70,6	0,12	0,03	0,03	Abierto
Tubería p390	63,63	70,6	0,12	0,03	0,02	Abierto
Tubería p391	44,14	70,6	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p392	146,8	75	-1,16	0,26	1,26	Abierto
Tubería p393	244,1	81,4	-2,3	0,44	2,97	Abierto
Tubería p394	39,47	81,4	-2,3	0,44	2,96	Abierto
Tubería p395	119	50	0,45	0,23	1,55	Abierto
Tubería p396	119,7	50	0,58	0,3	2,52	Abierto
Tubería p397	109,1	50	0,4	0,21	1,28	Abierto
Tubería p398	111,7	50	0,34	0,17	0,92	Abierto
Tubería p399	114	50	0,63	0,32	2,91	Abierto
Tubería p400	88,24	50	-0,04	0,02	0,02	Abierto
Tubería p401	114,6	50	-0,22	0,11	0,4	Abierto
Tubería p402	109,7	50	-0,33	0,17	0,88	Abierto
Tubería p403	114,2	50	0,05	0,02	0,03	Abierto
Tubería p404	60,43	50	0,06	0,03	0,03	Abierto
Tubería p405	52,5	50	0,49	0,25	1,81	Abierto
Tubería p406	108,3	50	0,42	0,21	1,34	Abierto
Tubería p407	119,8	50	-0,51	0,26	1,97	Abierto
Tubería p408	157,6	50	0,65	0,33	3,07	Abierto
Tubería p409	31,03	50	0,17	0,08	0,25	Abierto
Tubería p410	94,52	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p411	102,3	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p412	174,4	59,2	0,32	0,12	0,37	Abierto
Tubería p413	110,5	59,2	0,83	0,3	2,13	Abierto
Tubería p414	125,1	59,2	0,79	0,29	1,92	Abierto
Tubería p415	208,9	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto
Tubería p416	112,5	59,2	0,46	0,17	0,72	Abierto
Tubería p417	105,2	59,2	0,42	0,15	0,62	Abierto
Tubería p418	62,34	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p419	151,6	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p420	68,25	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p421	121,9	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p422	94,85	59,2	-0,26	0,09	0,25	Abierto
Tubería p423	105,6	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p424	155,6	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p425	104,9	59,2	-0,37	0,13	0,47	Abierto
Tubería p426	126,1	46,4	-0,22	0,13	0,6	Abierto
Tubería p427	106,9	46,4	-0,28	0,17	0,94	Abierto
Tubería p428	124,8	46,4	0,33	0,2	1,28	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p429	104,9	59,2	0,19	0,07	0,15	Abierto
Tubería p430	106,9	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p431	127,4	59,2	-0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p432	118,9	59,2	-0,29	0,11	0,31	Abierto
Tubería p433	108	59,2	0,32	0,11	0,36	Abierto
Tubería p434	120	59,2	0,24	0,09	0,22	Abierto
Tubería p435	114,4	59,2	-0,26	0,09	0,25	Abierto
Tubería p436	112,1	59,2	-0,33	0,12	0,38	Abierto
Tubería p437	117,5	59,2	-0,44	0,16	0,67	Abierto
Tubería p438	111,2	50	-0,61	0,31	2,72	Abierto
Tubería p439	117,8	46,4	0,46	0,27	2,38	Abierto
Tubería p440	109,9	46,4	-0,36	0,21	1,47	Abierto
Tubería p441	116,9	46,4	-0,46	0,27	2,31	Abierto
Tubería p442	111,3	50	-0,39	0,2	1,17	Abierto
Tubería p443	116,6	59,2	0,67	0,24	1,41	Abierto
Tubería p444	173,7	50	0,43	0,22	1,43	Abierto
Tubería p445	98,61	59,2	-0,82	0,3	2,07	Abierto
Tubería p446	113	200	3,24	0,1	0,07	Abierto
Tubería p447	99,7	50	0,67	0,34	3,28	Abierto
Tubería p448	108,3	50	0,42	0,22	1,39	Abierto
Tubería p449	101,2	50	-0,81	0,42	4,68	Abierto
Tubería p450	109,5	60	1,44	0,51	5,55	Abierto
Tubería p451	100,3	50	0,47	0,24	1,68	Abierto
Tubería p452	115,2	59,2	0,47	0,17	0,73	Abierto
Tubería p453	99,69	59,2	-0,28	0,1	0,27	Abierto
Tubería p454	111	59,2	0,38	0,14	0,49	Abierto
Tubería p455	96,03	59,2	0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p456	95,63	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p457	81,6	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p458	172,7	200	-4,15	0,13	0,11	Abierto
Tubería p459	102,9	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p460	107,3	200	2,42	0,08	0,04	Abierto
Tubería p461	129,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p462	110,4	59,2	-0,51	0,19	0,86	Abierto
Tubería p463	128,3	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p464	122,2	60	0,8	0,28	1,85	Abierto
Tubería p465	127,2	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p466	110,8	59,2	-0,48	0,17	0,77	Abierto
Tubería p467	131,2	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p468	95,82	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p469	132,9	57,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p470	107,1	59,2	-0,53	0,19	0,92	Abierto
Tubería p471	55,08	59,2	-0,21	0,07	0,16	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p472	111,2	59,2	-0,47	0,17	0,75	Abierto
Tubería p473	59,17	59,2	-0,5	0,18	0,82	Abierto
Tubería p474	110	59,2	-0,43	0,16	0,62	Abierto
Tubería p475	108,3	59,2	-0,32	0,12	0,36	Abierto
Tubería p476	111,89	59,2	0,79	0,29	1,94	Abierto
Tubería p477	134,37	59,2	-0,63	0,23	1,27	Abierto
Tubería p478	110,91	70,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p479	111,4	50	2,31	1,18	32,25	Abierto
Tubería p480	131,4	59,2	2,13	0,78	12,22	Abierto
Tubería p481	106,68	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p482	110,61	70,6	-0,84	0,21	0,92	Abierto
Tubería p483	108	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p484	110,5	59,2	-1,95	0,71	10,31	Abierto
Tubería p485	140,1	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p486	112,7	46,4	0,64	0,38	4,28	Abierto
Tubería p487	111,8	46,4	0,36	0,21	1,46	Abierto
Tubería p488	148,9	46,4	-0,85	0,5	7,22	Abierto
Tubería p489	110,3	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p490	110,2	59,2	0,62	0,23	1,25	Abierto
Tubería p491	65,65	59,2	1,4	0,51	5,6	Abierto
Tubería p492	134,2	59,2	1,25	0,46	4,57	Abierto
Tubería p493	61,97	70,6	2,53	0,65	7,1	Abierto
Tubería p494	133,5	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p495	110,34	59,2	-1,01	0,37	3,04	Abierto
Tubería p496	110,44	59,2	0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p497	112,2	59,2	0,7	0,25	1,56	Abierto
Tubería p498	112,6	57,4	0,38	0,15	0,59	Abierto
Tubería p499	107,3	59,2	-0,71	0,26	1,58	Abierto
Tubería p500	110,8	59,2	-0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p501	112,2	59,2	-0,76	0,27	1,79	Abierto
Tubería p502	114	59,2	-1,01	0,37	3,07	Abierto
Tubería p503	60,43	59,2	-1,79	0,65	8,82	Abierto
Tubería p504	54,76	59,2	-0,9	0,33	2,46	Abierto
Tubería p505	52,77	59,2	1,95	0,71	10,39	Abierto
Tubería p506	115,3	59,2	0,66	0,24	1,4	Abierto
Tubería p507	58,4	59,2	0,87	0,32	2,34	Abierto
Tubería p508	113,2	59,2	0,83	0,3	2,12	Abierto
Tubería p509	116,4	59,2	0,6	0,22	1,18	Abierto
Tubería p510	58,62	59,2	-0,14	0,05	0,09	Abierto
Tubería p511	58,01	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p512	119,9	59,2	-0,75	0,27	1,76	Abierto
Tubería p513	117,5	59,2	-0,44	0,16	0,64	Abierto
Tubería p514	114,2	59,2	-0,54	0,19	0,95	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p515	117,7	59,2	0,5	0,18	0,84	Abierto
Tubería p516	66,95	46,4	-0,1	0,06	0,15	Abierto
Tubería p517	116,5	46,4	0,07	0,04	0,08	Abierto
Tubería p518	115,2	46,4	-0,28	0,17	0,93	Abierto
Tubería p519	61,74	46,4	0,15	0,09	0,29	Abierto
Tubería p520	59,67	59,2	-1,03	0,38	3,18	Abierto
Tubería p521	113,5	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p522	113,7	59,2	-0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p523	54,14	59,2	-0,48	0,17	0,78	Abierto
Tubería p524	109,4	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p525	112,7	59,2	0,94	0,34	2,67	Abierto
Tubería p527	133,3	59,2	-0,34	0,13	0,42	Abierto
Tubería p528	114	59,2	-1,37	0,5	5,38	Abierto
Tubería p529	112,8	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p530	113,8	59,2	-1,78	0,65	8,74	Abierto
Tubería p531	91,19	59,2	0,96	0,35	2,79	Abierto
Tubería p532	119,3	59,2	0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería p533	118,4	59,2	-0,1	0,03	0,04	Abierto
Tubería p534	93,32	59,2	-0,38	0,14	0,5	Abierto
Tubería p535	118,7	59,2	-0,42	0,15	0,61	Abierto
Tubería p536	60,63	59,2	-0,58	0,21	1,09	Abierto
Tubería p537	58,87	59,2	-0,67	0,24	1,44	Abierto
Tubería p538	112,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p539	61,09	59,2	2,55	0,93	17,05	Abierto
Tubería p540	130,3	59,2	0,97	0,35	2,82	Abierto
Tubería p541	238,1	59,2	1,11	0,4	3,64	Abierto
Tubería p542	223,5	59,2	-2,27	0,82	13,66	Abierto
Tubería p543	62,42	59,2	3,89	1,41	37,2	Abierto
Tubería p544	57,7	59,2	2,03	0,74	11,1	Abierto
Tubería p545	223,1	59,2	1,94	0,71	10,27	Abierto
Tubería p546	59,96	59,2	0,81	0,29	2,01	Abierto
Tubería p547	122,4	59,2	1	0,36	3,01	Abierto
Tubería p548	114,7	59,2	0,51	0,18	0,85	Abierto
Tubería p549	121,5	46,4	0,53	0,32	3,08	Abierto
Tubería p550	110,9	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p551	55,13	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p552	113	59,2	-0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p553	53,71	59,2	0,17	0,06	0,12	Abierto
Tubería p554	112	59,2	-0,38	0,14	0,5	Abierto
Tubería p555	54,03	59,2	-0,43	0,16	0,64	Abierto
Tubería p556	32,79	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p557	213,4	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p558	59,26	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p559	106,5	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p560	61,98	59,2	0,17	0,06	0,12	Abierto
Tubería p561	67,08	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería p562	105,8	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p563	66,8	59,2	-0,17	0,06	0,12	Abierto
Tubería p564	105,8	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p565	64,28	59,2	0,37	0,14	0,48	Abierto
Tubería p566	212,7	59,2	-0,99	0,36	2,97	Abierto
Tubería p567	39,86	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p568	62,36	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p570	70,31	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p571	105,8	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p572	332,7	81,4	-2,66	0,51	3,89	Abierto
Tubería p573	300	81,4	8,42	1,62	32,95	Abierto
Tubería p574	94,3	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p575	127,5	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p577	173,1	84,6	3,73	0,66	6,05	Abierto
Tubería p578	170,8	84,6	1,34	0,24	0,91	Abierto
Tubería p579	171,7	59,2	-0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p580	169,7	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p581	229,3	84,6	0,45	0,08	0,12	Abierto
Tubería p582	4.463	59,2	0,89	0,32	2,4	Abierto
Tubería p583	7.982	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p584	23,38	59,2	0,07	0,02	0,03	Abierto
Tubería p585	65,25	70,6	2,53	0,65	7,1	Abierto
Tubería p586	32,67	70,6	-0,8	0,2	0,84	Abierto
Tubería p587	33,25	70,6	0,12	0,03	0,03	Abierto
Tubería 1	1	200	-29,33	0,93	4,17	Abierto
Tubería 2	1	180,8	-11,08	0,43	0,89	Abierto
Tubería 3	1	162,8	-8,65	0,42	1,19	Abierto
Tubería 4	1	75	-1,16	0,26	1,19	Abierto
Tubería 11	45	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería 12	1	59,2	1,01	0,37	2,98	Abierto
Tubería 13	16,16	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería a10	61,35	59,2	0,43	0,16	0,62	Abierto
Tubería a11	63,92	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería a12	28,18	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a13	26,73	59,2	-0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería a14	55,85	59,2	-0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería a15	139,04	59,2	-0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería a16	58,52	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería a17	118,72	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería a18	85,71	84,6	0,58	0,1	0,19	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería a19	109,69	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería a20	144,56	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería a21	170,72	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería a22	101,48	59,2	0,07	0,03	0,03	Abierto
Tubería a23	108,05	59,2	-0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería a24	97,69	59,2	-0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a25	98,18	59,2	0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a26	177,89	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería a27	144,29	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería a28	97,86	59,2	0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería a29	69,96	59,2	-0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería a30	45,52	59,2	-0,24	0,09	0,22	Abierto
Tubería a31	16,93	59,2	0,67	0,24	1,42	Abierto
Tubería a32	56,2	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería a33	113,26	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería a34	60,68	59,2	-0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería a35	114,72	59,2	0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería a36	24,61	59,2	-0,36	0,13	0,46	Abierto
Tubería a37	66,27	59,2	-0,15	0,06	0,09	Abierto
Tubería a38	107,19	59,2	-0,27	0,1	0,26	Abierto
Tubería a39	59,85	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería a40	60,35	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería a41	56,74	59,2	-0,43	0,16	0,63	Abierto
Tubería a42	116	84,6	0,48	0,09	0,14	Abierto
Tubería a43	99,13	84,6	-0,29	0,05	0,05	Abierto
Tubería a44	114,94	84,6	-0,73	0,13	0,3	Abierto
Tubería a45	100,37	84,6	0,64	0,11	0,23	Abierto
Tubería a46	89,19	103,6	-1,54	0,18	0,44	Abierto
Tubería a47	117,41	103,6	1,76	0,21	0,56	Abierto
Tubería a48	88,37	84,6	0,37	0,07	0,08	Abierto
Tubería a49	127,05	84,6	0,43	0,08	0,11	Abierto
Tubería a50	113,77	84,6	-0,67	0,12	0,25	Abierto
Tubería a51	126,36	103,6	-1,47	0,17	0,4	Abierto
Tubería a52	131,48	84,6	0,59	0,11	0,2	Abierto
Tubería a53	114,94	84,6	0,38	0,07	0,09	Abierto
Tubería a54	131,6	84,6	-0,3	0,05	0,06	Abierto
Tubería a55	123,54	84,6	0,48	0,09	0,13	Abierto
Tubería a56	136,04	84,6	-0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería a57	117,04	84,6	-0,6	0,11	0,2	Abierto
Tubería a58	112,28	84,6	-0,08	0,01	0	Abierto
Tubería a59	122,68	84,6	-0,74	0,13	0,31	Abierto
Tubería a60	93,86	84,6	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería a61	125,39	84,6	-0,65	0,12	0,24	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería a62	95,94	84,6	0,07	0,01	0,01	Abierto
Tubería a63	120,44	84,6	-0,61	0,11	0,21	Abierto
Tubería a64	125,74	84,6	0,41	0,07	0,1	Abierto
Tubería a65	113,55	84,6	0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a66	134,21	84,6	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería a67	107,55	84,6	0,1	0,02	0,01	Abierto
Tubería a68	126,67	84,6	0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería a69	101,92	84,6	0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a70	98,05	84,6	0,28	0,05	0,05	Abierto
Tubería a71	110,9	84,6	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería a72	103,22	84,6	-0,37	0,07	0,08	Abierto
Tubería a73	104,54	84,6	-0,23	0,04	0,03	Abierto
Tubería a74	119,76	84,6	-0,15	0,03	0,02	Abierto
Tubería a75	111,04	84,6	-0,08	0,01	0	Abierto
Tubería a76	134,07	84,6	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería a77	131,48	84,6	-0,42	0,07	0,11	Abierto
Tubería a78	121,87	84,6	-0,45	0,08	0,12	Abierto
Tubería a79	125,66	84,6	-0,47	0,08	0,13	Abierto
Tubería a80	125	84,6	0,52	0,09	0,16	Abierto
Tubería a81	116	84,6	0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a82	113,9	84,6	-0,23	0,04	0,03	Abierto
Tubería a83	112,13	84,6	0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a84	112,38	84,6	-0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a85	104,69	84,6	0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería a86	116,99	84,6	0	0	0	Abierto
Tubería a87	107,58	84,6	-0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería a88	128,87	150,6	-4,98	0,28	0,62	Abierto
Tubería a89	62,87	84,6	-0,01	0	0	Abierto
Tubería a90	62,34	84,6	-0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a91	81,41	84,6	-0,19	0,03	0,03	Abierto
Tubería a92	34,42	84,6	-0,62	0,11	0,22	Abierto
Tubería a93	199,04	84,6	1,59	0,28	1,25	Abierto
Tubería a94	84,84	59,2	0,33	0,12	0,4	Abierto
Tubería a95	99,15	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería a96	71,99	59,2	0,21	0,07	0,16	Abierto
Tubería a97	66,57	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería a98	91,07	59,2	0,19	0,07	0,13	Abierto
Tubería a99	88,18	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería a100	107,98	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería a101	72,63	59,2	-0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería a102	114,53	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería a103	78,08	59,2	0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería a104	71,62	59,2	-0,31	0,11	0,33	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería a105	137,53	84,6	0,48	0,08	0,13	Abierto
Tubería a106	141,86	84,6	0,29	0,05	0,05	Abierto
Tubería a107	131,56	84,6	-0,08	0,01	0	Abierto
Tubería a108	193,52	84,6	-0,47	0,08	0,13	Abierto
Tubería a109	138,13	84,6	0,2	0,04	0,03	Abierto
Tubería a110	136,07	84,6	0,02	0	0	Abierto
Tubería a111	159,74	84,6	-0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería a112	21,65	84,6	1,14	0,2	0,66	Abierto
Tubería a113	184,14	226,2	-5,8	0,14	0,11	Abierto
Tubería a114	120,44	103,6	1,72	0,2	0,54	Abierto
Tubería a115	97,52	84,6	0,72	0,13	0,28	Abierto
Tubería a116	121,87	84,6	0,82	0,15	0,36	Abierto
Tubería a117	112,3	84,6	0,14	0,02	0,01	Abierto
Tubería a118	112,8	84,6	-0,53	0,09	0,16	Abierto
Tubería a119	162,79	84,6	0,49	0,09	0,14	Abierto
Tubería a120	112,3	84,6	0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería a121	162,79	84,6	-0,48	0,08	0,14	Abierto
Tubería a122	113,46	84,6	0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería a123	116,07	84,6	0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a124	112,69	84,6	0,08	0,01	0,01	Abierto
Tubería a125	112,8	84,6	-0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a126	115,21	84,6	0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería a127	101,71	84,6	-0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a128	87,96	84,6	0,24	0,04	0,04	Abierto
Tubería a129	164,45	84,6	0,11	0,02	0,01	Abierto
Tubería a130	101,19	84,6	-0,01	0	0	Abierto
Tubería a131	110,34	84,6	-0,14	0,02	0,01	Abierto
Tubería a132	81,95	84,6	0	0	0	Abierto
Tubería a133	85	84,6	-0,27	0,05	0,05	Abierto
Tubería a134	192,58	84,6	-0,33	0,06	0,07	Abierto
Tubería a135	132,32	84,6	-0,14	0,02	0,01	Abierto
Tubería a136	150,44	84,6	-0,68	0,12	0,26	Abierto
Tubería a137	150,77	84,6	0,57	0,1	0,18	Abierto
Tubería a138	153,23	84,6	0,38	0,07	0,09	Abierto
Tubería a139	161,72	103,6	-1,44	0,17	0,38	Abierto
Tubería a140	173,65	84,6	-0,13	0,02	0,01	Abierto
Tubería a141	163,49	84,6	-0,35	0,06	0,08	Abierto
Tubería a142	84,7	59,2	-0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a143	166,38	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a144	136,58	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería a145	88,19	59,2	0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a146	151,7	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a147	133,97	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Bomba 6	No Disponible	No Disponible	2,53	0	-72,88	Abierto
Bomba 7	No Disponible	No Disponible	8,65	0	-41,2	Abierto
Válvula 5	No Disponible	300	2,53	0,04	32,35	Activo
Válvula 8	No Disponible	300	8,65	0,12	10,78	Activo
Válvula 10	No Disponible	180,8	11,08	0,43	0	Abierto
Válvula 14	No Disponible	226,2	4,36	0,11	0	Abierto

Estado futuro con mejoras – Nudos

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n1	3436	0,05	3471,86	35,86
Conexión n2	3443	0,05	3471,86	28,86
Conexión n3	3443	0,14	3471,81	28,81
Conexión n4	3438	0,05	3471,8	33,8
Conexión n5	3439	0,03	3471,8	32,8
Conexión n6	3434	0,04	3471,8	37,8
Conexión n7	3430	0,04	3471,8	41,8
Conexión n8	3444	0,04	3471,8	27,8
Conexión n9	3446	0,03	3471,8	25,8
Conexión n10	3448	0,04	3471,98	23,98
Conexión n11	3450	0,06	3472,21	22,21
Conexión n12	3449	0,08	3472,28	23,28
Conexión n13	3448	0,18	3472,3	24,3
Conexión n14	3444	0,05	3472,3	28,3
Conexión n15	3454	0,1	3472,3	18,3
Conexión n16	3444	0,12	3472,3	28,3
Conexión n17	3459	0,05	3472,29	13,29
Conexión n18	3446	0,1	3472,28	26,28
Conexión n19	3462	0,05	3472,29	10,29
Conexión n20	3453	0,04	3472,29	19,29
Conexión n21	3460	0,14	3487,98	27,98
Conexión n22	3455	0,14	3487,98	32,98
Conexión n23	3469	0,07	3487,99	18,99
Conexión n24	3473	0,08	3487,99	14,99
Conexión n25	3471	0,09	3487,93	16,93
Conexión n26	3462	0,09	3487,93	25,93
Conexión n27	3468	0,09	3487,91	19,91
Conexión n28	3459	0,07	3487,91	28,91
Conexión n29	3462	0,09	3487,9	25,9
Conexión n30	3454	0,09	3487,9	33,9
Conexión n31	3462	0,04	3472,41	10,41
Conexión n32	3468	0,05	3487,97	19,97
Conexión n33	3471	0,08	3487,97	16,97
Conexión n34	3473	0,04	3487,99	14,99
Conexión n35	3456	0,15	3472,4	16,4
Conexión n36	3452	0,22	3472,35	20,35
Conexión n37	3450	0,08	3472,28	22,28
Conexión n38	3450	0,03	3472,25	22,25
Conexión n39	3452	0,19	3472,38	20,38
Conexión n40	3452	0,15	3472,31	20,31
Conexión n41	3455	0,14	3472,25	17,25

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n42	3456	0,2	3472,22	16,22
Conexión n43	3451	0,19	3472,15	21,15
Conexión n44	3443	0,05	3471,81	28,81
Conexión n45	3439	0,05	3471,58	32,58
Conexión n46	3437	0,04	3471,4	34,4
Conexión n47	3437	0,05	3471,24	34,24
Conexión n48	3444	0,09	3470,95	26,95
Conexión n49	3437	0,07	3472,07	35,07
Conexión n50	3444	0,21	3472,08	28,08
Conexión n51	3452	0,15	3472,22	20,22
Conexión n52	3456	0,16	3472,26	16,26
Conexión n53	3459	0,16	3472,35	13,35
Conexión n54	3463	0,18	3472,55	9,55
Conexión n55	3456	0,2	3472,45	16,45
Conexión n56	3454	0,26	3472,33	18,33
Conexión n57	3455	0,18	3472,26	17,26
Conexión n58	3454	0,22	3472,22	18,22
Conexión n59	3446	0,1	3472,19	26,19
Conexión n60	3439	0,06	3472,19	33,19
Conexión n61	3449	0,06	3472,17	23,17
Conexión n62	3452	0,09	3472,21	20,21
Conexión n63	3452	0,15	3471,99	19,99
Conexión n64	3450	0,14	3471,88	21,88
Conexión n65	3447	0,03	3471,88	24,88
Conexión n66	3440	0,05	3471,88	31,88
Conexión n67	3460	0,23	3471,84	11,84
Conexión n68	3468	0,21	3471,82	3,82
Conexión n70	3469	0,09	3487,97	18,97
Conexión n71	3467	0,05	3487,97	20,97
Conexión n72	3472,5	0	3472,9	0,4
Conexión n73	3451	0,09	3472,32	21,32
Conexión n74	3450	0,03	3472,25	22,25
Conexión n75	3437	0,02	3472,25	35,25
Conexión n76	3451	0,07	3472,3	21,3
Conexión n77	3452	0,12	3472,25	20,25
Conexión n78	3458	0,25	3472,02	14,02
Conexión n79	3457	0,19	3471,69	14,69
Conexión n80	3446	0,14	3471,67	25,67
Conexión n81	3447	0,15	3471,65	24,65
Conexión n82	3436	0,05	3471,65	35,65
Conexión n83	3449	0,14	3471,65	22,65
Conexión n84	3465	0,15	3471,66	6,66
Conexión n85	3463	0,19	3471,7	8,7

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n86	3471	0,01	3487,99	16,99
Conexión n87	3471	0,03	3487,99	16,99
Conexión n88	3470	0,03	3487,99	17,99
Conexión n89	3468	0,07	3472,33	4,33
Conexión n90	3463	0,21	3472,15	9,15
Conexión n91	3444	0,01	3471,99	27,99
Conexión n92	3447	0,15	3472,15	25,15
Conexión n93	3452	0,02	3472,12	20,12
Conexión n94	3453	0,1	3472,11	19,11
Conexión n95	3453	0,08	3472,12	19,12
Conexión n96	3454	0,11	3472,12	18,12
Conexión n97	3454	0,04	3472,14	18,14
Conexión n98	3453	0,1	3472,14	19,14
Conexión n99	3453	0,15	3472,16	19,16
Conexión n100	3454	0,09	3472,18	18,18
Conexión n101	3473	0	3473	0
Conexión n102	3465	0	3472,81	7,81
Conexión n103	3430	0	3472,33	42,33
Conexión n104	3467	0	3470,83	3,83
Conexión n105	3498	0	3501,62	3,62
Conexión n106	3462	0,06	3480,73	18,73
Conexión n107	3459	0,08	3480,72	21,72
Conexión n108	3460	0,08	3480,72	20,72
Conexión n109	3461	0,05	3480,73	19,73
Conexión n110	3462	0,08	3480,73	18,73
Conexión n111	3463	0,08	3480,74	17,74
Conexión n112	3462	0,07	3480,74	18,74
Conexión n113	3461	0,03	3480,77	19,77
Conexión n114	3461	0,03	3480,75	19,75
Conexión n115	3461	0,06	3480,74	19,74
Conexión n116	3462	0,06	3480,82	18,82
Conexión n117	3460	0,1	3481,04	21,04
Conexión n118	3459	0,04	3481,06	22,06
Conexión n119	3459	0,1	3481,09	22,09
Conexión n120	3460	0,15	3481,14	21,14
Conexión n121	3460	0,18	3481,25	21,25
Conexión n122	3457	0,05	3481,25	24,25
Conexión n123	3464	0,14	3481,18	17,18
Conexión n124	3463	0,14	3481,13	18,13
Conexión n125	3462	0,09	3481,08	19,08
Conexión n126	3464	0,12	3481,2	17,2
Conexión n127	3460	0,17	3481,3	21,3
Conexión n128	3460	0,05	3481,41	21,41

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n129	3462	0,05	3481,41	19,41
Conexión n130	3460	0,23	3481,55	21,55
Conexión n131	3461	0,11	3481,54	20,54
Conexión n132	3456	0,33	3481,59	25,59
Conexión n133	3456	0	3481,59	25,59
Conexión n134	3452	0,2	3481,59	29,59
Conexión n135	3452	0,12	3481,6	29,6
Conexión n136	3457	0,2	3481,66	24,66
Conexión n137	3462	0,03	3481,92	19,92
Conexión n138	3464	0,06	3481,91	17,91
Conexión n139	3469	0,09	3481,9	12,9
Conexión n140	3470	0,08	3481,9	11,9
Conexión n141	3472	0,04	3481,89	9,89
Conexión n142	3472	0,04	3481,89	9,89
Conexión n143	3470	0,06	3481,89	11,89
Conexión n144	3467	0,03	3481,89	14,89
Conexión n145	3466	0,05	3481,9	15,9
Conexión n146	3464	0,05	3481,9	17,9
Conexión n147	3463	0,07	3481,93	18,93
Conexión n148	3462	0	3481,94	19,94
Conexión n149	3478	0	3482	4
Conexión n150	3460	0,15	3481,68	21,68
Conexión n151	3460	0	3481,86	21,86
Conexión n152	3461	0,06	3481,86	20,86
Conexión n153	3463	0,05	3481,85	18,85
Conexión n154	3465	0,05	3481,85	16,85
Conexión n155	3463	0,05	3481,85	18,85
Conexión n156	3458	0,09	3481,59	23,59
Conexión n157	3461	0,09	3481,6	20,6
Conexión n158	3453	0,09	3481,63	28,63
Conexión n159	3452	0,09	3481,59	29,59
Conexión n160	3452	0	3481,59	29,59
Conexión n161	3452	0,03	3481,58	29,58
Conexión n162	3451	0,02	3481,55	30,55
Conexión n163	3454	0,02	3481,55	27,55
Conexión n164	3457	0,02	3481,56	24,56
Conexión n165	3453	0,02	3481,52	28,52
Conexión n166	3448	0,02	3481,52	33,52
Conexión n167	3447	0,02	3481,51	34,51
Conexión n168	3456	0,02	3481,51	25,51
Conexión n169	3451	0,02	3481,52	30,52
Conexión n170	3445	0,07	3481,52	36,52
Conexión n171	3444	0,17	3470,95	26,95

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n172	3443	0,06	3470,94	27,94
Conexión n173	3438	0,05	3470,94	32,94
Conexión n174	3450	0,03	3472,09	22,09
Conexión n175	3448	0,07	3472,06	24,06
Conexión n176	3446	0,02	3472,06	26,06
Conexión n177	3446	0,23	3481,5	35,5
Conexión n178	3444	0,03	3481,5	37,5
Conexión n179	3448	0,07	3481,5	33,5
Conexión n180	3449	0,04	3481,5	32,5
Conexión n181	3454	0,05	3481,5	27,5
Conexión n182	3455	0,03	3481,5	26,5
Conexión n183	3453	0,03	3481,51	28,51
Conexión n184	3447	0,05	3481,5	34,5
Conexión n185	3458	0,09	3481,52	23,52
Conexión n186	3461	0,11	3481,54	20,54
Conexión n187	3460	0,01	3481,6	21,6
Conexión n188	3458	0,01	3481,6	23,6
Conexión n189	3459	0,05	3481,62	22,62
Conexión n190	3463	0,12	3481,69	18,69
Conexión n191	3462	0,16	3481,76	19,76
Conexión n192	3458	0,09	3481,58	23,58
Conexión n193	3464	0,12	3481,74	17,74
Conexión n194	3464	0,2	3481,49	17,49
Conexión n195	3460	0,11	3481,2	21,2
Conexión n196	3457	0,04	3481,18	24,18
Conexión n197	3454	0,21	3481,16	27,16
Conexión n198	3457	0,07	3481,18	24,18
Conexión n199	3458	0,05	3481,18	23,18
Conexión n200	3463	0,05	3481,18	18,18
Conexión n201	3461	0,09	3481,19	20,19
Conexión n202	3463	0	3481,55	18,55
Conexión n203	3467	0,07	3481,55	14,55
Conexión n204	3467	0,05	3481,8	14,8
Conexión n205	3467	0,09	3482	15
Conexión n206	3462	0,14	3481,56	19,56
Conexión n207	3463	0,22	3481,63	18,63
Conexión n208	3462	0,08	3472,06	10,06
Conexión n209	3459	0,11	3472,06	13,06
Conexión n210	3450	0,05	3472,06	22,06
Conexión n211	3451	0,1	3472,06	21,06
Conexión n212	3452	0,06	3472,08	20,08
Conexión n213	3458	0,11	3472,11	14,11
Conexión n214	3457	0,23	3472,11	15,11

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n215	3457	0,19	3472,11	15,11
Conexión n216	3458	0,1	3472,12	14,12
Conexión n217	3457	0,05	3472,13	15,13
Conexión n218	3457	0,11	3472,15	15,15
Conexión n219	3457	0,04	3472,16	15,16
Conexión n220	3455	0,04	3472,17	17,17
Conexión n221	3456	0,06	3471,98	15,98
Conexión n222	3461	0,14	3472,15	11,15
Conexión n223	3463	0,09	3472,14	9,14
Conexión n224	3460	0,12	3472,13	12,13
Conexión n225	3461	0,22	3472,11	11,11
Conexión n226	3461	0,16	3472,11	11,11
Conexión n227	3460	0,17	3472,1	12,1
Conexión n228	3461	0,22	3472,1	11,1
Conexión n229	3462	0,12	3472,07	10,07
Conexión n230	3458	0,15	3472,06	14,06
Conexión n231	3458	0,05	3472,06	14,06
Conexión n232	3457	0,05	3472,06	15,06
Conexión n233	3479	0,04	3496,49	17,49
Conexión n234	3479	0,05	3496,03	17,03
Conexión n235	3477	0,07	3495,56	18,56
Conexión n236	3486	0,05	3495,41	9,41
Conexión n237	3482	0,08	3495,34	13,34
Conexión n238	3475	0,07	3495,1	20,1
Conexión n239	3472	0,09	3495,12	23,12
Conexión n240	3475	0,15	3495,38	20,38
Conexión n241	3474	0,04	3495,64	21,64
Conexión n242	3471	0,06	3495,42	24,42
Conexión n243	3467	0,15	3495,17	28,17
Conexión n244	3466	0,14	3494,95	28,95
Conexión n245	3470	0,11	3494,9	24,9
Conexión n246	3472	0,05	3494,83	22,83
Conexión n247	3470	0,11	3494,75	24,75
Conexión n248	3468	0,05	3494,62	26,62
Conexión n249	3467	0,11	3494,82	27,82
Conexión n250	3468	0,23	3494,84	26,84
Conexión n251	3466	0,09	3494,92	28,92
Conexión n252	3465	0,04	3494,91	29,91
Conexión n253	3465	0	3494,91	29,91
Conexión n254	3466	0,05	3494,91	28,91
Conexión n255	3466	0	3483,35	17,35
Conexión n256	3467	0,04	3483,34	16,34
Conexión n257	3468	0,1	3483,34	15,34

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n258	3468	0,05	3483,34	15,34
Conexión n259	3467	0,03	3483,34	16,34
Conexión n260	3467	0,07	3483,35	16,35
Conexión n261	3466	0,08	3483,34	17,34
Conexión n262	3464	0,15	3483,34	19,34
Conexión n263	3464	0,15	3483,34	19,34
Conexión n264	3464	0,07	3483,34	19,34
Conexión n265	3462	0,14	3483,33	21,33
Conexión n266	3464	0,27	3472,1	8,1
Conexión n267	3467	0,05	3472,09	5,09
Conexión n268	3463	0,06	3472,08	9,08
Conexión n269	3463	0,15	3472,1	9,1
Conexión n270	3462	0,24	3472,11	10,11
Conexión n271	3462	0,2	3472,12	10,12
Conexión n272	3465	0,06	3472,13	7,13
Conexión n273	3467	0,15	3472,14	5,14
Conexión n274	3462	0,22	3472,14	10,14
Conexión n275	3460	0,08	3471,91	11,91
Conexión n276	3460	0,08	3471,84	11,84
Conexión n277	3459	0,11	3471,86	12,86
Conexión n278	3456	0,05	3472,11	16,11
Conexión n279	3465	0,24	3495,18	30,18
Conexión n280	3469	0,04	3495,18	26,18
Conexión n281	3467	0,2	3495,18	28,18
Conexión n282	3469	0,09	3495,25	26,25
Conexión n283	3471	0	3511	40
Conexión n284	3468	0,04	3483,38	15,37
Conexión n285	3470	0,05	3483,38	13,38
Conexión n286	3467	0,05	3483,39	16,39
Conexión n287	3468	0,08	3483,39	15,39
Conexión n288	3467	0,03	3483,4	16,4
Conexión n289	3470	0,07	3483,4	13,4
Conexión n290	3474	0,11	3483,41	9,41
Conexión n291	3471	0,06	3483,39	12,39
Conexión n292	3468	0,05	3483,36	15,36
Conexión n293	3467	0,05	3483,37	16,37
Conexión n294	3468	0,04	3483,37	15,37
Conexión n295	3470	0,05	3483,38	13,38
Conexión n296	3471	0,05	3483,38	12,38
Conexión n297	3470	0,05	3483,38	13,38
Conexión n298	3469	0,09	3483,37	14,37
Conexión n299	3470	0,05	3483,37	13,37
Conexión n300	3471	0,06	3483,39	12,39

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n301	3473	0,07	3483,39	10,39
Conexión n302	3470	0,07	3483,38	13,38
Conexión n303	3483	0	3483,92	0,92
Conexión n304	3476	0	3496,58	20,58
Conexión n305	3477	0	3496,59	19,59
Conexión n306	3456	0,17	3471,56	15,56
Conexión n307	3452	0,24	3471,42	19,42
Conexión n308	3450	0,12	3471,32	21,32
Conexión n309	3444	0,05	3470,99	26,99
Conexión n310	3445	0,04	3471,42	26,42
Conexión n311	3449	0,11	3471,46	22,46
Conexión n312	3455	0,1	3471,56	16,56
Conexión n313	3457	0,08	3471,56	14,56
Conexión n314	3454	0,07	3471,46	17,46
Conexión n315	3454	0,06	3471,55	17,55
Conexión n316	3449	0,05	3471,55	22,55
Conexión n317	3452	0,05	3471,55	19,55
Conexión n318	3459	0,16	3495,44	36,44
Conexión n319	3461	0,15	3495,39	34,39
Conexión n320	3453	0,2	3495,29	42,29
Conexión n321	3439	0,12	3495,27	56,27
Conexión n322	3455	0,18	3495,27	40,27
Conexión n323	3448	0,1	3495,22	47,22
Conexión n324	3446	0,04	3495,21	49,21
Conexión n325	3439	0,05	3495,21	56,21
Conexión n326	3442	0,05	3495,2	53,2
Conexión n327	3447	0,03	3495,19	48,19
Conexión n328	3451	0,08	3495,22	44,22
Conexión n329	3458	0,17	3495,28	37,28
Conexión n330	3464	0,18	3495,42	31,42
Conexión n331	3462	0,21	3495,39	33,39
Conexión n332	3457	0,11	3495,32	38,32
Conexión n333	3461	0,12	3495,42	34,42
Conexión n334	3465	0,14	3495,55	30,56
Conexión n335	3464	0,15	3495,56	31,56
Conexión n336	3457	0,12	3495,43	38,42
Conexión n337	3467	0,17	3495,54	28,54
Conexión n338	3465	0,17	3495,54	30,54
Conexión n339	3462	0,18	3495,54	33,54
Conexión n340	3461	0,2	3495,54	34,54
Conexión n341	3464	0,09	3495,71	31,71
Conexión n342	3464	0,15	3495,71	31,71
Conexión n343	3468	0,17	3495,72	27,72

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n344	3469	0,18	3495,73	26,73
Conexión n345	3466	0,15	3495,77	29,77
Conexión n346	3466	0,1	3495,81	29,81
Conexión n347	3462	0,1	3495,55	33,55
Conexión n348	3453	0,05	3495,22	42,22
Conexión n349	3474	0,19	3495,7	21,7
Conexión n350	3474	0,15	3495,73	21,73
Conexión n351	3471	0,17	3495,8	24,8
Conexión n352	3471	0,12	3495,9	24,9
Conexión n353	3464	0,09	3495,81	31,81
Conexión n354	3471	0,15	3495,68	24,68
Conexión n355	3474	0,12	3495,7	21,7
Conexión n356	3476	0,11	3495,73	19,73
Conexión n357	3476	0,16	3495,75	19,75
Conexión n358	3472	0,15	3495,78	23,78
Conexión n359	3476	0,18	3495,82	19,82
Conexión n360	3476	0,18	3495,73	19,73
Conexión n361	3480	0,21	3495,86	15,86
Conexión n362	3475	0,22	3510,61	35,61
Conexión n363	3482	0,18	3510,51	28,51
Conexión n364	3486	0,19	3509,94	23,94
Conexión n365	3483	0,19	3495,95	12,95
Conexión n366	3488	0,17	3509,83	21,83
Conexión n367	3463	0,21	3495,27	32,27
Conexión n368	3469	0,21	3495,63	26,63
Conexión n369	3470	0,11	3495,63	25,63
Conexión n370	3474	0,23	3495,58	21,58
Conexión n371	3471	0,15	3495,45	24,45
Conexión n372	3473	0,26	3495,26	22,26
Conexión n373	3472	0,19	3495,7	23,7
Conexión n374	3473	0,15	3495,7	22,7
Conexión n375	3474	0,15	3495,91	21,91
Conexión n376	3476	0,22	3496,05	20,05
Conexión n377	3477	0,22	3496,12	19,12
Conexión n378	3478	0,17	3496,05	18,05
Conexión n379	3477	0,17	3495,91	18,91
Conexión n380	3477	0,15	3495,86	18,86
Conexión n381	3478	0,15	3495,99	17,99
Conexión n382	3471	0,1	3495,9	24,9
Conexión n383	3466	0,07	3495,89	29,89
Conexión n384	3477	0,1	3495,95	18,95
Conexión n385	3478	0,09	3496,05	18,05
Conexión n386	3474	0,1	3495,9	21,9

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n387	3475	0,18	3495,91	20,91
Conexión n388	3481	0,22	3496,07	15,07
Conexión n389	3485	0,15	3509,69	24,69
Conexión n390	3490	0,07	3509,67	19,67
Conexión n391	3487	0,07	3509,66	22,66
Conexión n392	3486	0,04	3509,66	23,66
Conexión n393	3478	0,04	3509,66	31,66
Conexión n394	3481	0,16	3509,66	28,66
Conexión n395	3483	0,09	3509,67	26,67
Conexión n396	3478	0,23	3496,23	18,23
Conexión n397	3477	0,24	3496,48	19,48
Conexión n398	3476	0,08	3496,39	20,39
Conexión n399	3479	0,14	3496,12	17,12
Conexión n400	3478	0,06	3495,99	17,99
Conexión n401	3475	0,14	3495,97	20,97
Conexión n402	3467	0,06	3495,96	28,96
Conexión n403	3466	0,05	3495,96	29,96
Conexión n404	3473	0,1	3495,97	22,97
Conexión n405	3477	0,05	3495,98	18,98
Conexión n406	3470	0,08	3495,25	25,25
Conexión n407	3474	0,11	3496,52	22,52
Conexión n408	3478	0,24	3496,52	18,52
Conexión n409	3472	0,08	3496,55	24,55
Conexión n410	3474	0,07	3496,55	22,55
Conexión n411	3475	0,07	3496,57	21,57
Conexión n412	3484	0,16	3509,86	25,86
Conexión n413	3481	0,1	3496,53	15,53
Conexión n414	3483	0,05	3496,53	13,53
Conexión n416	3486	0,08	3509,87	23,87
Conexión n417	3496	0	3496,86	0,86
Conexión n418	3496	0	3497	1
Conexión n419	3457	0	3481,67	24,67
Conexión n420	3461	0,08	3481,67	20,67
Conexión 5	3471	0	3545,23	74,23
Conexión 6	3463	0	3472,08	9,08
Conexión 7	3467	0	3522,62	55,62
Conexión 8	3467	0	3502	35
Conexión 3	3471	0	3510,8	39,8
Conexión 12	3462	0	3481,94	19,94
Conexión n500	3453	0,13	3481,51	28,51
Conexión n501	3447	0,13	3481,5	34,5
Conexión n502	3441	0,14	3470,97	29,97
Conexión n503	3441	0,14	3470,96	29,96

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n504	3444	0,14	3470,95	26,95
Conexión n505	3444	0,14	3470,95	26,95
Conexión n506	3487	0,14	3511,72	24,72
Conexión n507	3483	0,14	3511,72	28,72
Conexión n508	3495	0,14	3511,76	16,76
Conexión n509	3488	0,14	3511,72	23,72
Conexión n510	3492	0,14	3511,69	19,69
Conexión n511	3490	0,14	3511,68	21,68
Conexión n512	3482	0,14	3511,68	29,68
Conexión n513	3488	0,14	3511,68	23,68
Conexión n514	3482	0,09	3496,63	14,63
Conexión n515	3480	0,09	3496,63	16,63
Conexión n516	3476	0,09	3496,63	20,63
Conexión n517	3474	0,09	3496,63	22,63
Conexión n518	3474	0,16	3495,51	21,51
Conexión n519	3471	0,16	3495,41	24,41
Conexión n520	3467	0,16	3495,23	28,23
Conexión n521	3487	0,21	3511,8	24,8
Conexión n522	3493	0,21	3511,83	18,83
Conexión n523	3492	0,21	3511,88	19,88
Conexión n524	3490	0,21	3511,79	21,79
Conexión n525	3489	0,21	3511,8	22,8
Conexión n526	3485	0,21	3511,82	26,82
Conexión n527	3490	0,16	3511,84	21,84
Conexión n528	3486	0,16	3511,82	25,82
Conexión n529	3483	0,16	3511,81	28,81
Conexión n530	3481	0,16	3511,8	30,8
Conexión n531	3499	0,16	3511,78	12,78
Conexión n532	3496	0,16	3511,78	15,78
Conexión n533	3491	0,16	3511,78	20,78
Conexión n534	3490	0,16	3511,78	21,78
Conexión n535	3487	0,16	3511,78	24,78
Conexión n536	3500	0,16	3511,77	11,77
Conexión n537	3495	0,16	3511,76	16,76
Conexión n538	3494	0,16	3511,76	17,76
Conexión n539	3495	0,16	3511,76	16,76
Conexión n540	3493	0,16	3511,76	18,76
Conexión n541	3487	0,16	3511,75	24,75
Conexión n542	3482	0,16	3511,75	29,75
Conexión n543	3490	0,16	3511,76	21,76
Conexión n544	3485	0,16	3511,76	26,76
Conexión n545	3483	0,16	3511,76	28,76
Conexión n546	3487	0,16	3511,76	24,76

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n547	3486	0,16	3511,75	25,75
Conexión n548	3480	0,16	3511,75	31,75
Conexión n549	3476	0,16	3511,75	35,75
Conexión n550	3449	0,21	3481,54	32,54
Conexión n551	3450	0,21	3481,54	31,54
Conexión n552	3451	0,21	3481,54	30,54
Conexión n553	3445	0,19	3481,5	36,5
Conexión n554	3455	0,19	3481,5	26,5
Conexión n555	3455	0,19	3481,5	26,5
Conexión n556	3459	0,19	3481,51	22,51
Conexión n557	3445	0,19	3481,52	36,52
Conexión n558	3456	0,13	3481,6	25,6
Conexión n559	3454	0,13	3481,61	27,61
Conexión n560	3454	0,13	3481,63	27,63
Conexión n561	3457	0,13	3481,63	24,63
Conexión n562	3457	0,13	3481,67	24,67
Conexión n563	3460	0,13	3481,69	21,69
Conexión n564	3462	0,13	3481,69	19,69
Conexión n565	3461	0,19	3481,68	20,68
Conexión n566	3464	0,19	3481,7	17,7
Conexión n567	3466	0,19	3481,7	15,7
Conexión n568	3467	0,19	3481,77	14,77
Conexión n569	3470	0,19	3481,77	11,77
Conexión n570	3469	0,19	3481,81	12,81
Conexión n571	3473	0,19	3481,87	8,87
Conexión n572	3455	0,19	3481,64	26,64
Conexión n573	3463	0,19	3481,71	18,71
Conexión n574	3463	0,19	3481,72	18,72
Conexión n575	3465	0,19	3481,76	16,76
Conexión n576	3469	0,19	3481,82	12,82
Conexión n577	3478	0,19	3501,53	23,53
Conexión n578	3483	0,19	3501,52	18,52
Conexión n579	3475	0,19	3501,51	26,51
Conexión n580	3475	0,19	3501,51	26,51
Conexión n581	3469	0,19	3501,51	32,51
Conexión n582	3470	0,19	3501,51	31,51
Conexión n583	3462	0,19	3495,41	33,41
Conexión n584	3459	0,19	3495,41	36,41
Conexión n585	3451	0,19	3495,18	44,18
Conexión n586	3445	0,19	3495,18	50,18
Conexión n595	3451	0	3481,55	30,55
Conexión n596	3474	0	3481,97	7,97
Conexión n422	3478	0	3501,56	23,56

	Cota	Demanda	Altura	Presión
ID Nudo	m	LPS	m	m
Conexión n423	3488	0	3509,85	21,85
Conexión n424	3482	0	3496,63	14,63
Conexión n69	3470	0,01	3487,99	17,99
Conexión n415	3467	0	3494,62	27,62
Embalse 1	3473	-27,86	3473	0
Embalse 2	3497	-18,78	3497	0
Embalse 4	3484	-2,05	3484	0
Embalse 10	3485	0	3485	0
Embalse 11	3488	-1,37	3488	0
Embalse 9	3512	-6,14	3512	0

Estado futuro con mejoras – Tuberías

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p1	120,6	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p2	111,5	59,2	0,37	0,14	0,49	Abierto
Tubería p3	59,54	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto
Tubería p4	38,88	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p5	56,61	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p6	129,8	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p7	132,9	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p8	54,19	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p9	155,1	59,2	-0,48	0,17	0,77	Abierto
Tubería p10	115,8	50	-0,52	0,26	2,04	Abierto
Tubería p11	70,81	50	-0,34	0,17	0,93	Abierto
Tubería p12	109,6	50	-0,15	0,08	0,2	Abierto
Tubería p13	84,72	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p14	112,9	59,2	-0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p15	109,2	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto
Tubería p16	62,52	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p17	101,7	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p18	63,19	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p19	68,67	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p20	65,64	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p21	54,87	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p22	96,97	59,2	-0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p23	57,24	59,2	-0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p24	106,6	59,2	0,16	0,06	0,11	Abierto
Tubería p25	64,01	59,2	0,54	0,2	0,96	Abierto
Tubería p26	102,5	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p27	57,66	59,2	0,35	0,13	0,44	Abierto
Tubería p28	103,3	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p29	63,82	59,2	0,19	0,07	0,13	Abierto
Tubería p30	102,3	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p31	112,2	59,2	-0,52	0,19	0,9	Abierto
Tubería p32	63,73	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p33	62,35	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p34	64,33	59,2	-0,28	0,1	0,29	Abierto
Tubería p35	4.808	59,2	-0,41	0,15	0,56	Abierto
Tubería p36	114,3	50	0,07	0,03	0,05	Abierto
Tubería p37	109,7	50	0,24	0,12	0,47	Abierto
Tubería p38	115,5	50	0,26	0,13	0,57	Abierto
Tubería p39	59,47	50	0,27	0,14	0,62	Abierto
Tubería p40	62,54	50	0,24	0,12	0,49	Abierto
Tubería p41	108,4	50	-0,27	0,14	0,62	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p42	114,2	75	-0,52	0,12	0,28	Abierto
Tubería p43	113,6	75	0,78	0,18	0,6	Abierto
Tubería p44	117,5	75	0,69	0,16	0,48	Abierto
Tubería p45	113,5	75	0,57	0,13	0,33	Abierto
Tubería p46	110,7	46,4	0,23	0,13	0,63	Abierto
Tubería p47	96,58	46,4	0,57	0,34	3,49	Abierto
Tubería p48	77,33	46,4	0,52	0,31	2,93	Abierto
Tubería p49	74,92	46,4	0,47	0,28	2,41	Abierto
Tubería p50	79,57	46,4	0,43	0,25	2,03	Abierto
Tubería p51	184,7	46,4	0,37	0,22	1,6	Abierto
Tubería p52	162,3	59,2	-0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p53	221,2	50	-0,28	0,14	0,65	Abierto
Tubería p54	112	100	-1,2	0,15	0,33	Abierto
Tubería p55	117,5	100	-1,92	0,24	0,78	Abierto
Tubería p56	114	100	-2,95	0,38	1,73	Abierto
Tubería p57	109,2	59,2	0,63	0,23	1,28	Abierto
Tubería p58	107,8	50	-0,33	0,17	0,9	Abierto
Tubería p59	113,8	75	-0,65	0,15	0,43	Abierto
Tubería p60	113,8	75	1,05	0,24	1,05	Abierto
Tubería p61	117,5	75	0,8	0,18	0,62	Abierto
Tubería p62	112,8	75	0,57	0,13	0,34	Abierto
Tubería p63	110,9	75	0,49	0,11	0,25	Abierto
Tubería p64	96,89	75	0,06	0,01	0,01	Abierto
Tubería p65	110,5	59,2	0,33	0,12	0,37	Abierto
Tubería p66	117,6	59,2	-0,21	0,08	0,16	Abierto
Tubería p67	110,4	100	-1,4	0,18	0,43	Abierto
Tubería p68	116,3	100	-0,26	0,03	0,02	Abierto
Tubería p69	109,7	100	-0,12	0,01	0	Abierto
Tubería p70	112,1	100	-0,25	0,03	0,02	Abierto
Tubería p71	113,1	50	0,52	0,27	2,04	Abierto
Tubería p72	110,2	59,2	0,54	0,2	0,98	Abierto
Tubería p73	110,2	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p74	83,57	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p75	111,1	59,2	0,33	0,12	0,38	Abierto
Tubería p76	113,7	50	0,15	0,08	0,2	Abierto
Tubería p78	103,7	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p79	102,9	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p80	231,74	200	16,99	0,54	1,51	Abierto
Tubería p81	114,4	200	12,43	0,4	0,85	Abierto
Tubería p82	109,7	200	10,53	0,34	0,62	Abierto
Tubería p83	116,5	200	9,05	0,29	0,47	Abierto
Tubería p84	114,6	200	7,93	0,25	0,37	Abierto
Tubería p85	86,26	200	7,83	0,25	0,36	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p86	398,2	50	0,02	0,01	0,01	Abierto
Tubería p87	113,4	100	1,02	0,13	0,24	Abierto
Tubería p88	117,5	100	1,28	0,16	0,37	Abierto
Tubería p89	116,5	75	-0,08	0,02	0,01	Abierto
Tubería p90	109,6	75	-0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería p91	112,9	75	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p92	113,9	50	0,52	0,27	2,07	Abierto
Tubería p93	110,2	50	0,46	0,24	1,64	Abierto
Tubería p94	110	50	0,41	0,21	1,32	Abierto
Tubería p95	80,76	59,2	0,31	0,11	0,35	Abierto
Tubería p96	110,5	59,2	0,18	0,06	0,12	Abierto
Tubería p97	54,12	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p98	129,8	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p99	64,28	59,2	-0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p100	118,3	59,2	-0,3	0,11	0,32	Abierto
Tubería p101	110	59,2	-0,58	0,21	1,08	Abierto
Tubería p102	113,8	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p103	44,68	50	0,06	0,03	0,04	Abierto
Tubería p104	73,95	50	0,03	0,02	0,01	Abierto
Tubería p105	65,51	50	0	0	0	Cerrado
Tubería p106	110,1	59,2	0,8	0,29	1,97	Abierto
Tubería p107	109,1	59,2	0,72	0,26	1,65	Abierto
Tubería p108	118,3	50	0,37	0,19	1,08	Abierto
Tubería p109	110,9	50	0,18	0,09	0,28	Abierto
Tubería p110	77,07	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p111	112,5	50	-0,63	0,32	2,95	Abierto
Tubería p112	110,7	50	-0,49	0,25	1,8	Abierto
Tubería p113	113,6	75	0,39	0,09	0,17	Abierto
Tubería p114	109,7	75	0,39	0,09	0,16	Abierto
Tubería p115	116,4	75	0,33	0,07	0,12	Abierto
Tubería p116	114,2	100	1,23	0,16	0,34	Abierto
Tubería p117	70,98	100	1,13	0,14	0,29	Abierto
Tubería p118	185,9	100	0,74	0,09	0,13	Abierto
Tubería p119	70,04	100	0,72	0,09	0,12	Abierto
Tubería p120	113,9	150	-0,98	0,06	0,03	Abierto
Tubería p121	112,7	150	-1,34	0,08	0,06	Abierto
Tubería p122	168,8	150	-1,76	0,1	0,09	Abierto
Tubería p123	61,46	150	-1,8	0,1	0,1	Abierto
Tubería p124	113,1	150	-2,19	0,12	0,14	Abierto
Tubería p125	87,45	150	-2,65	0,15	0,2	Abierto
Tubería p126	208	200	-7,78	0,25	0,36	Abierto
Tubería p127	106	162,8	10,87	0,52	1,8	Abierto
Tubería p128	262,2	162,8	10,87	0,52	1,81	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p129	831,5	162,8	10,87	0,52	1,8	Abierto
Tubería p130	350,9	180,8	10,87	0,42	1,08	Abierto
Tubería p131	208,8	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p132	47,11	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p133	176,9	59,2	-0,1	0,03	0,04	Abierto
Tubería p134	13,49	59,2	-0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p135	45,55	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p136	93,94	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p137	49,73	59,2	-0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería p138	51,42	59,2	-0,36	0,13	0,44	Abierto
Tubería p139	61,68	59,2	0,26	0,09	0,24	Abierto
Tubería p140	51,95	59,2	0,23	0,08	0,19	Abierto
Tubería p141	78,08	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p142	50,27	59,2	0,24	0,09	0,22	Abierto
Tubería p143	37,9	59,2	-0,64	0,23	1,34	Abierto
Tubería p144	139,6	59,2	-0,71	0,26	1,58	Abierto
Tubería p145	56,59	59,2	-0,29	0,11	0,31	Abierto
Tubería p146	74,49	59,2	-0,33	0,12	0,4	Abierto
Tubería p147	61,51	59,2	-0,51	0,19	0,88	Abierto
Tubería p148	60,04	59,2	-0,77	0,28	1,87	Abierto
Tubería p149	112,3	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p150	145,7	59,2	0,37	0,14	0,49	Abierto
Tubería p151	48,86	59,2	0,56	0,2	1,01	Abierto
Tubería p152	51,32	59,2	0,54	0,19	0,95	Abierto
Tubería p153	49,71	59,2	0,52	0,19	0,89	Abierto
Tubería p154	111,9	59,2	-0,08	0,03	0,02	Abierto
Tubería p155	145,3	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p156	58,16	59,2	-0,32	0,12	0,36	Abierto
Tubería p157	141,8	59,2	-0,44	0,16	0,66	Abierto
Tubería p158	45,93	84,6	1,38	0,25	0,96	Abierto
Tubería p159	62,78	84,6	-1,99	0,35	1,88	Abierto
Tubería p160	122,8	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p161	64,99	84,6	-2,09	0,37	2,07	Abierto
Tubería p162	125,5	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p163	192	59,2	-0,25	0,09	0,24	Abierto
Tubería p164	19,9	59,2	-0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p165	207	59,2	-0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p166	58,49	59,2	-0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería p167	229,7	59,2	-0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p168	58,14	59,2	0,57	0,21	1,07	Abierto
Tubería p169	64,28	59,2	0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p170	120,6	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p171	61,65	59,2	0,14	0,05	0,08	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p172	79,44	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p173	51,7	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p174	114,1	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p175	63,7	59,3	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p176	60,46	59,2	-0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p177	65,28	59,2	0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p178	61,58	59,2	-0,17	0,06	0,12	Abierto
Tubería p179	64,83	59,2	0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p180	64,78	59,2	-0,33	0,12	0,38	Abierto
Tubería p181	54,78	59,2	0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería p182	75,44	84,6	-0,62	0,11	0,22	Abierto
Tubería p183	287,42	226,2	-4,96	0,12	0,08	Abierto
Tubería p184	167,07	226,2	-10,87	0,27	0,36	Abierto
Tubería p185	58,91	84,6	-2,18	0,39	2,23	Abierto
Tubería p186	10,29	59,2	-2,6	0,94	17,62	Abierto
Tubería p187	25,6	59,2	0,22	0,08	0,17	Abierto
Tubería p188	47,97	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p189	128	59,2	0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p190	43,79	59,2	-0,01	0,01	0	Abierto
Tubería p191	127,9	59,2	-0,07	0,02	0,02	Abierto
Tubería p192	48,19	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p193	224,6	59,2	-0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p194	53,35	59,2	0,43	0,16	0,64	Abierto
Tubería p195	225,2	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p196	32,42	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p197	171	84,6	0,32	0,06	0,07	Abierto
Tubería p198	109	59,2	0,29	0,11	0,31	Abierto
Tubería p199	63,71	59,2	0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p200	74,3	59,2	-0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p201	112	59,2	0,28	0,1	0,29	Abierto
Tubería p202	55,37	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p203	67,48	59,2	0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería p204	77,09	59,2	-0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería p205	62,03	59,2	-0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p206	112,9	59,2	-0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p207	212,1	59,2	0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p208	316,34	84,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p209	28,38	84,6	-0,17	0,03	0,01	Abierto
Tubería p210	167,9	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p211	166,1	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p212	121,8	50	-0,24	0,12	0,5	Abierto
Tubería p213	75,37	50	0,18	0,09	0,28	Abierto
Tubería p214	68,67	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p215	321,5	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p216	123,1	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p217	45,34	59,2	-0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p218	50,45	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p219	61,99	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p220	50,51	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p221	51,87	59,2	-0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p222	52,76	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p223	144,8	59,2	-0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería p224	52,41	59,2	-0,31	0,11	0,35	Abierto
Tubería p225	50,18	46,4	-0,32	0,19	1,23	Abierto
Tubería p226	32,49	46,4	0,01	0,01	0,01	Abierto
Tubería p227	51,26	59,2	-0,35	0,13	0,42	Abierto
Tubería p228	118,7	59,2	-0,4	0,14	0,54	Abierto
Tubería p229	77,09	75	-0,98	0,22	0,91	Abierto
Tubería p230	125,2	59,2	0,67	0,24	1,43	Abierto
Tubería p231	113,8	75	0,34	0,08	0,13	Abierto
Tubería p232	113,4	46,4	0,45	0,27	2,27	Abierto
Tubería p233	219,6	59,2	0,63	0,23	1,29	Abierto
Tubería p234	93,38	59,2	0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p235	137	59,2	0,21	0,08	0,16	Abierto
Tubería p236	54,62	59,2	-0,01	0	0,01	Abierto
Tubería p237	60,43	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p238	93,38	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p239	60,43	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p240	93,38	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p241	54,62	59,2	-0,28	0,1	0,29	Abierto
Tubería p242	211,6	46,4	0	0	0	Abierto
Tubería p243	113,4	46,4	-0,45	0,27	2,26	Abierto
Tubería p244	114	59,2	-0,74	0,27	1,74	Abierto
Tubería p245	111,7	84,6	2,14	0,38	2,16	Abierto
Tubería p246	119,1	50	-0,24	0,12	0,49	Abierto
Tubería p247	120,1	59,2	-0,38	0,14	0,5	Abierto
Tubería p248	136,1	46,4	-0,1	0,06	0,14	Abierto
Tubería p249	106,3	46,4	-0,24	0,14	0,68	Abierto
Tubería p250	256,9	75	-0,45	0,1	0,22	Abierto
Tubería p251	155,66	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p252	108,1	70,4	0,08	0,02	0,01	Abierto
Tubería p253	113,3	70,4	-0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería p254	67,14	59,2	-0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p255	76,31	50	-0,17	0,09	0,27	Abierto
Tubería p256	82,42	50	-0,2	0,1	0,34	Abierto
Tubería p257	113,1	150	1,39	0,08	0,06	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p258	112,2	75	-0,06	0,01	0,01	Abierto
Tubería p259	111,5	75	-0,17	0,04	0,04	Abierto
Tubería p260	113	75	-0,18	0,04	0,04	Abierto
Tubería p261	118,7	75	-0,38	0,09	0,16	Abierto
Tubería p262	112	75	-0,32	0,07	0,12	Abierto
Tubería p263	115	75	-0,32	0,07	0,11	Abierto
Tubería p264	65,71	200	-4,52	0,14	0,13	Abierto
Tubería p265	51,4	200	-5,04	0,16	0,16	Abierto
Tubería p266	105,9	50	0,48	0,25	1,78	Abierto
Tubería p267	83,73	50	-0,54	0,27	2,15	Abierto
Tubería p268	112,1	200	3,62	0,12	0,09	Abierto
Tubería p269	115,2	75	0,25	0,06	0,07	Abierto
Tubería p270	111,6	75	0,31	0,07	0,11	Abierto
Tubería p271	118,7	70,4	0,28	0,07	0,13	Abierto
Tubería p272	113,9	75	0,22	0,05	0,06	Abierto
Tubería p273	110,6	75	0,2	0,05	0,05	Abierto
Tubería p274	114,8	75	0,15	0,03	0,03	Abierto
Tubería p275	92,89	70,4	0,47	0,12	0,32	Abierto
Tubería p276	132,8	70,4	0,16	0,04	0,04	Abierto
Tubería p277	133,2	70,4	0,01	0	0	Abierto
Tubería p278	115,9	70,4	-0,19	0,05	0,06	Abierto
Tubería p279	53,11	70,4	0,05	0,01	0,01	Abierto
Tubería p280	66,18	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p281	78,71	59,2	-0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería p282	78,95	70,4	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p283	80,44	50	-0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería p284	107,3	59,2	1,21	0,44	4,28	Abierto
Tubería p285	120,8	59,2	1,16	0,42	3,95	Abierto
Tubería p286	120,7	59,2	0,61	0,22	1,22	Abierto
Tubería p287	65,06	59,2	0,56	0,2	1,03	Abierto
Tubería p288	126,5	59,2	0,79	0,29	1,93	Abierto
Tubería p289	119,5	59,2	-0,22	0,08	0,19	Abierto
Tubería p290	123,7	59,2	-0,83	0,3	2,12	Abierto
Tubería p291	62,3	59,2	-0,96	0,35	2,78	Abierto
Tubería p292	110,4	59,2	-0,49	0,18	0,79	Abierto
Tubería p293	66,29	84,6	2,7	0,48	3,32	Abierto
Tubería p294	108,7	59,2	0,32	0,12	0,37	Abierto
Tubería p295	121,1	59,2	0,31	0,11	0,34	Abierto
Tubería p296	119,4	84,6	4,07	0,72	7,11	Abierto
Tubería p297	121,5	84,6	2,1	0,37	2,08	Abierto
Tubería p298	117,5	59,2	0,35	0,13	0,42	Abierto
Tubería p299	97,12	84,6	2,18	0,39	2,24	Abierto
Tubería p300	120,8	84,6	0,92	0,16	0,45	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p301	117,3	84,6	1,04	0,19	0,57	Abierto
Tubería p302	49,31	84,6	1,93	0,34	1,78	Abierto
Tubería p303	52,37	84,6	2,3	0,41	2,48	Abierto
Tubería p304	121,3	59,2	-0,73	0,26	1,66	Abierto
Tubería p305	54,83	59,2	-0,35	0,13	0,43	Abierto
Tubería p306	119,8	59,2	-0,45	0,16	0,69	Abierto
Tubería p307	57,58	84,6	0,58	0,1	0,19	Abierto
Tubería p308	118,5	59,2	0,49	0,18	0,8	Abierto
Tubería p309	119,2	59,2	-0,49	0,18	0,8	Abierto
Tubería p310	48,49	59,2	-0,62	0,22	1,23	Abierto
Tubería p311	47,4	84,6	1,13	0,2	0,66	Abierto
Tubería p312	16,11	84,6	0,05	0,01	0,02	Abierto
Tubería p313	66,16	150,6	0,05	0	0	Abierto
Tubería p314	157,3	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p315	124,7	150,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p316	16,57	59,2	0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p317	50,32	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p318	56,61	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p319	50,35	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p320	56,71	59,2	-0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p321	142,3	150,6	-0,23	0,01	0	Abierto
Tubería p322	32,55	70,4	0,4	0,1	0,24	Abierto
Tubería p323	34,35	70,4	0,25	0,06	0,1	Abierto
Tubería p324	155,8	70,4	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería p325	53,2	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p326	36,82	70,4	-0,18	0,05	0,05	Abierto
Tubería p327	155,8	70,4	-0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p328	158,8	70,4	0,18	0,05	0,06	Abierto
Tubería p329	50,46	70,4	0,14	0,03	0,04	Abierto
Tubería p330	253,4	150,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p331	220,2	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p332	97,39	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p333	121,9	150	-0,8	0,05	0,02	Abierto
Tubería p334	108,2	150	-1,34	0,08	0,06	Abierto
Tubería p335	118,3	150	-1,2	0,07	0,05	Abierto
Tubería p336	110,9	150	-1,3	0,07	0,05	Abierto
Tubería p337	113,6	150	-1,55	0,09	0,07	Abierto
Tubería p338	118,8	150	-1,86	0,11	0,1	Abierto
Tubería p339	127,4	150	-1,85	0,1	0,1	Abierto
Tubería p340	99,75	200	-1,95	0,06	0,03	Abierto
Tubería p341	121,6	50	0,5	0,26	1,91	Abierto
Tubería p342	56,78	50	0,42	0,21	1,36	Abierto
Tubería p343	62,31	50	-0,22	0,11	0,42	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p344	121,9	50	-0,56	0,29	2,37	Abierto
Tubería p345	118,9	200	2,67	0,09	0,05	Abierto
Tubería p346	119,3	75	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p347	112	75	-0,19	0,04	0,05	Abierto
Tubería p348	110,4	75	-0,32	0,07	0,11	Abierto
Tubería p349	110,9	75	0,28	0,06	0,09	Abierto
Tubería p350	112,1	75	0,17	0,04	0,04	Abierto
Tubería p351	118,3	75	0,08	0,02	0,01	Abierto
Tubería p352	118,3	75	0,11	0,02	0,02	Abierto
Tubería p353	112,7	75	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería p354	79,21	75	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería p355	112,3	75	0,31	0,07	0,11	Abierto
Tubería p356	111,5	75	0,13	0,03	0,02	Abierto
Tubería p357	118,4	75	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p358	140,4	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p359	104	46,4	0,04	0,02	0,03	Abierto
Tubería p360	111,3	75	0,28	0,06	0,09	Abierto
Tubería p361	110,9	75	0,16	0,04	0,03	Abierto
Tubería p362	118,5	75	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería p363	139,3	50	0	0	0	Cerrado
Tubería p364	106,2	46,4	-0,22	0,13	0,58	Abierto
Tubería p365	141,1	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p366	159,4	150	1,61	0,09	0,08	Abierto
Tubería p367	31,6	75	-0,55	0,12	0,31	Abierto
Tubería p368	147	75	-0,17	0,04	0,03	Abierto
Tubería p369	35,89	75	-0,22	0,05	0,06	Abierto
Tubería p370	60,67	75	-0,28	0,06	0,09	Abierto
Tubería p371	58,13	100	-0,32	0,04	0,03	Abierto
Tubería p372	213,5	100	-0,39	0,05	0,04	Abierto
Tubería p373	57,29	75	0,51	0,12	0,28	Abierto
Tubería p374	35,2	75	0,43	0,1	0,2	Abierto
Tubería p375	146,2	75	0,02	0	0	Abierto
Tubería p376	15,79	70,6	-0,88	0,23	1,02	Abierto
Tubería p377	80,67	70,6	-0,22	0,06	0,07	Abierto
Tubería p378	32,66	70,6	-0,27	0,07	0,12	Abierto
Tubería p379	46,65	70,6	-0,27	0,07	0,11	Abierto
Tubería p380	63,93	70,6	-0,15	0,04	0,04	Abierto
Tubería p381	25,78	70,6	0,09	0,02	0,02	Abierto
Tubería p382	29,16	70,6	0,4	0,1	0,23	Abierto
Tubería p383	43,6	70,6	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería p384	43,41	70,6	-0,21	0,05	0,07	Abierto
Tubería p385	64,73	70,6	-0,26	0,07	0,11	Abierto
Tubería p386	62,8	70,6	-0,36	0,09	0,19	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p387	61,27	70,6	-0,42	0,11	0,26	Abierto
Tubería p388	42,91	70,6	0,61	0,16	0,51	Abierto
Tubería p389	46,02	70,6	0,29	0,07	0,12	Abierto
Tubería p390	63,63	70,6	0,25	0,06	0,09	Abierto
Tubería p391	44,14	70,6	0,17	0,04	0,05	Abierto
Tubería p392	142,06	75	-2,05	0,46	3,58	Abierto
Tubería p394	39,47	81,4	-0,74	0,14	0,37	Abierto
Tubería p395	119	50	0,35	0,18	1	Abierto
Tubería p396	119,7	50	0,58	0,3	2,53	Abierto
Tubería p397	109,1	50	0,41	0,21	1,28	Abierto
Tubería p398	111,7	50	0,34	0,17	0,92	Abierto
Tubería p399	114	50	0,63	0,32	2,91	Abierto
Tubería p400	88,24	50	-0,04	0,02	0,02	Abierto
Tubería p401	114,6	50	-0,21	0,11	0,39	Abierto
Tubería p402	109,7	50	-0,33	0,17	0,87	Abierto
Tubería p403	114,2	50	0	0	0	Abierto
Tubería p404	60,43	50	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p405	52,5	50	0,49	0,25	1,83	Abierto
Tubería p406	108,3	50	0,42	0,21	1,35	Abierto
Tubería p407	119,8	50	-0,56	0,28	2,31	Abierto
Tubería p408	157,6	50	0,6	0,31	2,67	Abierto
Tubería p409	31,03	50	0,17	0,08	0,24	Abierto
Tubería p410	94,52	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p411	102,3	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p412	174,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p413	110,5	59,2	0,35	0,13	0,43	Abierto
Tubería p414	125,1	59,2	0,51	0,18	0,85	Abierto
Tubería p415	208,9	59,2	0,12	0,05	0,06	Abierto
Tubería p416	112,5	59,2	0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p417	105,2	59,2	0,39	0,14	0,52	Abierto
Tubería p418	62,34	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p419	151,6	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería p420	68,25	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p421	121,9	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p422	94,85	59,2	-0,26	0,1	0,25	Abierto
Tubería p423	105,6	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p424	155,6	59,2	0,15	0,05	0,08	Abierto
Tubería p425	104,9	59,2	-0,41	0,15	0,56	Abierto
Tubería p426	126,1	46,4	-0,31	0,18	1,13	Abierto
Tubería p427	106,9	46,4	0,14	0,08	0,26	Abierto
Tubería p428	124,8	46,4	0,28	0,17	0,95	Abierto
Tubería p429	104,9	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería p430	106,9	59,2	-0,36	0,13	0,45	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p431	127,4	59,2	-0,47	0,17	0,76	Abierto
Tubería p432	118,9	59,2	-0,59	0,21	1,12	Abierto
Tubería p433	108	59,2	-0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p434	120	59,2	0,59	0,21	1,12	Abierto
Tubería p435	114,4	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p436	112,1	59,2	0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p437	117,5	59,2	-0,55	0,2	1,01	Abierto
Tubería p438	111,2	50	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p439	117,8	46,4	0,33	0,19	1,24	Abierto
Tubería p440	109,9	46,4	-0,03	0,02	0,01	Abierto
Tubería p441	116,9	46,4	-0,33	0,19	1,24	Abierto
Tubería p442	111,3	50	-0,04	0,02	0,02	Abierto
Tubería p443	116,6	59,2	0,51	0,18	0,85	Abierto
Tubería p444	173,7	50	0	0	0	Cerrado
Tubería p445	98,61	59,2	-0,75	0,27	1,75	Abierto
Tubería p446	113	200	-0,84	0,03	0,01	Abierto
Tubería p447	99,7	50	0,48	0,24	1,76	Abierto
Tubería p448	108,3	50	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p449	101,2	50	-0,48	0,24	1,76	Abierto
Tubería p450	109,5	150,6	-2,49	0,14	0,17	Abierto
Tubería p451	100,3	50	0,51	0,26	1,96	Abierto
Tubería p452	115,2	59,2	-0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería p453	99,69	59,2	-0,83	0,3	2,13	Abierto
Tubería p454	111	150,6	-3,91	0,22	0,4	Abierto
Tubería p455	96,03	59,2	0,93	0,34	2,63	Abierto
Tubería p456	95,63	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p457	81,6	59,2	-0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p458	172,7	200	0	0	0	Cerrado
Tubería p459	102,9	59,2	0	0	0	Abierto
Tubería p460	107,3	200	-1,7	0,05	0,02	Abierto
Tubería p461	129,4	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto
Tubería p462	110,4	59,2	-0,26	0,1	0,25	Abierto
Tubería p463	128,3	46,4	-0,04	0,02	0,02	Abierto
Tubería p464	122,2	150,6	-3,22	0,18	0,28	Abierto
Tubería p465	127,2	59,2	-0,28	0,1	0,29	Abierto
Tubería p466	110,8	59,2	-0,5	0,18	0,82	Abierto
Tubería p467	131,2	150,6	5,04	0,28	0,64	Abierto
Tubería p468	95,82	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p469	132,9	57,4	0,23	0,09	0,23	Abierto
Tubería p470	107,1	59,2	-0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p471	55,08	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p472	111,2	59,2	-0,26	0,09	0,24	Abierto
Tubería p473	59,17	59,2	-0,32	0,12	0,36	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p474	110	59,2	-0,29	0,1	0,3	Abierto
Tubería p475	108,3	59,2	-0,32	0,12	0,36	Abierto
Tubería p476	111,89	59,2	0,51	0,19	0,87	Abierto
Tubería p477	134,37	59,2	-0,56	0,2	1,01	Abierto
Tubería p478	110,91	70,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p479	111,4	86,4	1,39	0,24	0,88	Abierto
Tubería p480	131,4	59,2	1,22	0,44	4,32	Abierto
Tubería p481	106,68	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p482	110,61	70,6	-0,76	0,2	0,78	Abierto
Tubería p483	108	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p484	110,5	59,2	-0,56	0,2	1,03	Abierto
Tubería p485	140,1	46,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p486	112,7	46,4	0,26	0,15	0,82	Abierto
Tubería p487	111,8	46,4	-0,02	0,01	0,01	Abierto
Tubería p488	148,9	46,4	-0,47	0,28	2,42	Abierto
Tubería p489	110,3	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p490	110,2	59,2	0,38	0,14	0,5	Abierto
Tubería p491	65,65	59,2	0,8	0,29	1,99	Abierto
Tubería p492	134,2	59,2	0,65	0,24	1,37	Abierto
Tubería p493	61,97	70,6	1,61	0,41	3,08	Abierto
Tubería p494	133,5	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p495	110,34	59,2	-0,65	0,24	1,35	Abierto
Tubería p496	110,44	59,2	0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p497	112,2	59,2	0,43	0,16	0,63	Abierto
Tubería p498	112,6	57,4	0,32	0,12	0,42	Abierto
Tubería p499	107,3	59,2	-0,42	0,15	0,61	Abierto
Tubería p500	110,8	59,2	-0,09	0,03	0,03	Abierto
Tubería p501	112,2	59,2	-0,46	0,17	0,72	Abierto
Tubería p502	114	59,2	-0,58	0,21	1,09	Abierto
Tubería p503	60,43	59,2	-0,87	0,32	2,34	Abierto
Tubería p504	54,76	59,2	-0,62	0,23	1,25	Abierto
Tubería p505	52,77	150,6	7,47	0,42	1,31	Abierto
Tubería p506	115,3	59,2	0,62	0,23	1,25	Abierto
Tubería p507	58,4	59,2	0,48	0,17	0,76	Abierto
Tubería p508	113,2	59,2	0,54	0,2	0,97	Abierto
Tubería p509	116,4	59,2	0,36	0,13	0,44	Abierto
Tubería p510	58,62	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería p511	58,01	59,2	-0,05	0,02	0,02	Abierto
Tubería p512	119,9	59,2	-0,42	0,15	0,61	Abierto
Tubería p513	117,5	59,2	-0,37	0,14	0,49	Abierto
Tubería p514	114,2	59,2	-0,58	0,21	1,11	Abierto
Tubería p515	117,7	150,6	5,64	0,32	0,78	Abierto
Tubería p516	66,95	46,4	-0,02	0,01	0,01	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p517	116,5	46,4	0,07	0,04	0,08	Abierto
Tubería p518	115,2	46,4	-0,2	0,12	0,49	Abierto
Tubería p519	61,74	46,4	-0,21	0,13	0,56	Abierto
Tubería p520	59,67	150,6	-6,59	0,37	1,04	Abierto
Tubería p521	113,5	59,2	0,09	0,03	0,04	Abierto
Tubería p522	113,7	59,2	-0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p523	54,14	59,2	-0,13	0,05	0,06	Abierto
Tubería p524	109,4	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p525	112,7	59,2	0,47	0,17	0,75	Abierto
Tubería p527	133,3	59,2	-0,53	0,19	0,94	Abierto
Tubería p528	114	84,6	-1,48	0,26	1,09	Abierto
Tubería p529	112,8	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p530	113,8	59,2	-0,62	0,23	1,25	Abierto
Tubería p531	91,19	59,2	0,2	0,07	0,16	Abierto
Tubería p532	119,3	59,2	0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería p533	118,4	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p534	93,32	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería p535	118,7	59,2	-0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p536	60,63	59,2	-0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería p537	58,87	59,2	-0,28	0,1	0,27	Abierto
Tubería p538	112,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p539	61,09	84,6	2,33	0,41	2,52	Abierto
Tubería p540	130,3	59,2	0,63	0,23	1,26	Abierto
Tubería p541	238,1	59,2	0,47	0,17	0,74	Abierto
Tubería p542	223,5	150,6	-8,38	0,47	1,63	Abierto
Tubería p543	62,42	84,6	3,03	0,54	4,11	Abierto
Tubería p544	57,7	59,2	0,7	0,26	1,56	Abierto
Tubería p545	223,1	59,2	0,62	0,23	1,24	Abierto
Tubería p546	59,96	59,2	-0,07	0,03	0,02	Abierto
Tubería p547	122,4	59,2	0,56	0,2	1,01	Abierto
Tubería p548	114,7	59,2	0,25	0,09	0,24	Abierto
Tubería p549	121,5	46,4	0,09	0,05	0,11	Abierto
Tubería p550	110,9	59,2	0,06	0,02	0,01	Abierto
Tubería p551	55,13	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería p552	113	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería p553	53,71	59,2	0,03	0,01	0,01	Abierto
Tubería p554	112	59,2	-0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p555	54,03	59,2	-0,24	0,09	0,21	Abierto
Tubería p556	32,79	70,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p557	213,4	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p558	59,26	59,2	-0,11	0,04	0,06	Abierto
Tubería p559	106,5	59,2	-0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería p560	61,98	84,6	-0,33	0,06	0,07	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p561	67,08	84,6	-0,67	0,12	0,25	Abierto
Tubería p562	105,8	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p563	66,8	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p564	105,8	59,2	-0,26	0,09	0,24	Abierto
Tubería p565	64,28	59,2	-0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería p566	212,7	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p567	39,86	59,2	0,05	0,02	0,01	Abierto
Tubería p568	62,36	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería p570	70,31	59,2	-0,16	0,06	0,1	Abierto
Tubería p571	105,8	81,4	0	0	0	Cerrado
Tubería p572	223,2	150,6	-6,43	0,36	1	Abierto
Tubería p573	329,2	188,2	12,35	0,44	1,13	Abierto
Tubería p577	173,1	150,6	4,34	0,24	0,48	Abierto
Tubería p578	170,8	84,6	1,52	0,27	1,14	Abierto
Tubería p579	171,7	59,2	-0,19	0,07	0,14	Abierto
Tubería p580	169,7	59,2	0,08	0,03	0,03	Abierto
Tubería p581	229,3	84,6	0,69	0,12	0,27	Abierto
Tubería p582	4.463	59,2	0,83	0,3	2,13	Abierto
Tubería p583	7.982	59,2	-0,6	0,22	1,19	Abierto
Tubería p584	23,38	59,2	-0,31	0,11	0,34	Abierto
Tubería p585	65,25	70,6	1,61	0,41	3,08	Abierto
Tubería p586	32,67	70,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p587	33,25	70,6	0,51	0,13	0,36	Abierto
Tubería 1	68,47	200	-16,99	0,54	1,52	Abierto
Tubería 2	1	180,8	-18,78	0,73	2,98	Abierto
Tubería 3	1	162,8	-10,87	0,52	2,08	Abierto
Tubería 4	23,35	75	-2,05	0,46	3,58	Abierto
Tubería 11	45	70,4	-0,39	0,1	0,23	Abierto
Tubería 12	1	59,2	1,37	0,5	5,36	Abierto
Tubería 13	16,16	84,6	0	0	0	Abierto
Tubería a10	61,35	59,2	0,58	0,21	1,09	Abierto
Tubería a11	63,92	59,2	0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería a12	28,18	59,2	-0,1	0,04	0,04	Abierto
Tubería a13	26,73	59,2	-0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería a14	55,85	59,2	-0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería a15	139,04	59,2	-0,18	0,07	0,13	Abierto
Tubería a16	58,52	59,2	0,25	0,09	0,23	Abierto
Tubería a17	118,72	59,2	0,1	0,04	0,05	Abierto
Tubería a18	85,71	84,6	0,58	0,1	0,19	Abierto
Tubería a19	109,69	59,2	-0,13	0,05	0,07	Abierto
Tubería a20	145,59	59,2	-0,27	0,1	0,27	Abierto
Tubería a21	170,2	59,2	0,36	0,13	0,45	Abierto
Tubería a22	103,12	59,2	0,15	0,05	0,09	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería a23	98,62	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería a24	97,69	59,2	-0,14	0,05	0,08	Abierto
Tubería a25	98,18	59,2	-0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería a26	177,89	59,2	-0,22	0,08	0,18	Abierto
Tubería a27	144,29	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a28	89,33	59,2	-0,38	0,14	0,51	Abierto
Tubería a29	69,96	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería a30	45,52	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería a31	16,93	59,2	0	0	0	Cerrado
Tubería a32	56,2	59,2	0,15	0,06	0,1	Abierto
Tubería a33	113,26	59,2	0,06	0,02	0,02	Abierto
Tubería a34	60,68	59,2	-0,03	0,01	0	Abierto
Tubería a35	114,72	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería a37	66,27	59,2	0,68	0,25	1,48	Abierto
Tubería a38	107,19	59,2	0,74	0,27	1,7	Abierto
Tubería a39	59,85	59,2	-0,85	0,31	2,2	Abierto
Tubería a40	60,35	59,2	-0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a41	56,74	59,2	0,57	0,21	1,07	Abierto
Tubería a42	116	84,6	0,48	0,09	0,14	Abierto
Tubería a43	99,13	84,6	-0,29	0,05	0,05	Abierto
Tubería a44	114,94	84,6	-0,73	0,13	0,3	Abierto
Tubería a45	100,37	84,6	0,64	0,11	0,23	Abierto
Tubería a46	89,19	103,6	-1,54	0,18	0,44	Abierto
Tubería a47	117,41	103,6	1,76	0,21	0,56	Abierto
Tubería a48	88,37	84,6	0,37	0,07	0,08	Abierto
Tubería a49	127,05	84,6	0,43	0,08	0,11	Abierto
Tubería a50	113,77	84,6	-0,67	0,12	0,25	Abierto
Tubería a51	126,36	103,6	-1,47	0,17	0,4	Abierto
Tubería a52	131,48	84,6	0,59	0,11	0,2	Abierto
Tubería a53	114,94	84,6	0,38	0,07	0,09	Abierto
Tubería a54	131,6	84,6	-0,3	0,05	0,06	Abierto
Tubería a55	123,54	84,6	0,48	0,09	0,14	Abierto
Tubería a56	136,04	84,6	-0,09	0,02	0,01	Abierto
Tubería a57	117,04	84,6	-0,6	0,11	0,2	Abierto
Tubería a58	112,28	84,6	-0,08	0,01	0,01	Abierto
Tubería a59	122,68	84,6	-0,74	0,13	0,31	Abierto
Tubería a60	93,86	84,6	0,05	0,01	0	Abierto
Tubería a61	125,39	84,6	-0,65	0,12	0,24	Abierto
Tubería a62	95,94	84,6	0,07	0,01	0	Abierto
Tubería a63	120,44	84,6	-0,61	0,11	0,21	Abierto
Tubería a64	125,74	84,6	0,41	0,07	0,1	Abierto
Tubería a65	113,55	84,6	0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a66	134,21	84,6	0,05	0,01	0	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería a67	107,55	84,6	0,1	0,02	0,01	Abierto
Tubería a68	126,67	84,6	0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería a69	101,92	84,6	0,22	0,04	0,04	Abierto
Tubería a70	98,05	84,6	0,28	0,05	0,05	Abierto
Tubería a71	110,9	84,6	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería a72	103,22	84,6	-0,37	0,07	0,08	Abierto
Tubería a73	104,54	84,6	-0,23	0,04	0,03	Abierto
Tubería a74	119,76	84,6	-0,15	0,03	0,01	Abierto
Tubería a75	111,04	84,6	-0,08	0,01	0,01	Abierto
Tubería a76	134,07	84,6	-0,04	0,01	0	Abierto
Tubería a77	131,48	84,6	-0,42	0,07	0,1	Abierto
Tubería a78	121,87	84,6	-0,45	0,08	0,12	Abierto
Tubería a79	125,66	84,6	-0,47	0,08	0,13	Abierto
Tubería a80	125	84,6	0,52	0,09	0,16	Abierto
Tubería a81	116	84,6	0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a82	113,9	84,6	-0,23	0,04	0,03	Abierto
Tubería a83	112,13	84,6	0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a84	112,38	84,6	-0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a85	104,69	84,6	0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería a86	116,99	84,6	0	0	0	Abierto
Tubería a87	107,58	84,6	-0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería a88	128,87	150,6	-6,14	0,34	0,91	Abierto
Tubería a89	62,87	84,6	-0,01	0	0	Abierto
Tubería a90	62,34	84,6	-0,22	0,04	0,03	Abierto
Tubería a91	81,41	84,6	-0,19	0,03	0,03	Abierto
Tubería a92	34,42	84,6	-0,62	0,11	0,22	Abierto
Tubería a93	199,04	84,6	-0,62	0,11	0,22	Abierto
Tubería a94	84,84	59,2	0,11	0,04	0,05	Abierto
Tubería a95	99,15	59,2	-0,12	0,04	0,06	Abierto
Tubería a96	71,99	59,2	0,04	0,02	0,01	Abierto
Tubería a97	66,57	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a98	91,07	59,2	0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería a99	88,18	59,2	-0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a100	107,98	59,2	-0,01	0	0	Abierto
Tubería a101	72,63	59,2	-0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería a102	114,53	59,2	-0,04	0,01	0,01	Abierto
Tubería a103	78,08	59,2	0,2	0,07	0,15	Abierto
Tubería a104	71,62	59,2	-0,42	0,15	0,62	Abierto
Tubería a105	137,53	84,6	0,48	0,08	0,13	Abierto
Tubería a106	141,86	84,6	0,29	0,05	0,05	Abierto
Tubería a107	131,56	84,6	-0,08	0,01	0	Abierto
Tubería a108	193,52	84,6	-0,47	0,08	0,13	Abierto
Tubería a109	138,13	84,6	0,2	0,04	0,03	Abierto

MODELACIÓN Y ANÁLISIS DE LA RED DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DE LA QUIACA

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería a110	136,07	84,6	0,02	0	0	Abierto
Tubería a111	159,74	84,6	-0,17	0,03	0,02	Abierto
Tubería a112	36,55	84,6	1,14	0,2	0,67	Abierto
Tubería a113	184,14	226,2	-7,22	0,18	0,17	Abierto
Tubería a114	120,44	103,6	2,51	0,3	1,08	Abierto
Tubería a115	97,52	84,6	1,06	0,19	0,58	Abierto
Tubería a116	121,87	84,6	1,27	0,23	0,82	Abierto
Tubería a117	112,3	84,6	0,21	0,04	0,03	Abierto
Tubería a118	112,8	84,6	-0,87	0,15	0,4	Abierto
Tubería a119	162,79	84,6	0,87	0,15	0,41	Abierto
Tubería a120	112,3	84,6	0,28	0,05	0,05	Abierto
Tubería a121	162,79	84,6	-0,88	0,16	0,42	Abierto
Tubería a122	113,46	84,6	0,56	0,1	0,18	Abierto
Tubería a123	116,07	84,6	0,4	0,07	0,1	Abierto
Tubería a124	112,69	84,6	0,28	0,05	0,05	Abierto
Tubería a125	112,8	84,6	-0,41	0,07	0,1	Abierto
Tubería a126	115,21	84,6	0,56	0,1	0,18	Abierto
Tubería a127	101,71	84,6	-0,44	0,08	0,12	Abierto
Tubería a128	87,96	84,6	0,88	0,16	0,41	Abierto
Tubería a129	164,45	84,6	0,59	0,1	0,2	Abierto
Tubería a130	101,19	84,6	-0,43	0,08	0,11	Abierto
Tubería a131	110,34	84,6	-0,56	0,1	0,18	Abierto
Tubería a132	81,95	84,6	-0,16	0,03	0,02	Abierto
Tubería a133	85	84,6	-0,52	0,09	0,16	Abierto
Tubería a134	192,58	84,6	-0,82	0,15	0,37	Abierto
Tubería a135	132,32	84,6	-0,29	0,05	0,05	Abierto
Tubería a136	150,44	84,6	-1,16	0,21	0,69	Abierto
Tubería a137	150,77	84,6	0,91	0,16	0,45	Abierto
Tubería a138	153,23	84,6	0,72	0,13	0,29	Abierto
Tubería a139	161,72	103,6	-2,26	0,27	0,89	Abierto
Tubería a140	173,65	84,6	-0,61	0,11	0,21	Abierto
Tubería a141	163,49	84,6	-0,68	0,12	0,26	Abierto
Tubería a142	84,7	59,2	-0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a143	166,38	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a144	136,58	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería a145	88,19	59,2	0,21	0,08	0,17	Abierto
Tubería a146	151,7	59,2	0,02	0,01	0	Abierto
Tubería a147	133,97	59,2	-0,17	0,06	0,11	Abierto
Tubería a1	47,42	180,8	18,78	0,73	2,98	Abierto
Tubería p526	34,21	84,6	0,74	0,13	0,3	Abierto
Tubería p569	82,73	81,4	0,89	0,17	0,51	Abierto
Tubería p576	40,19	81,4	-0,72	0,14	0,35	Abierto
Tubería p588	144,72	81,4	1,16	0,22	0,83	Abierto

	Longitud	Diámetro	Caudal	Velocidad	Pérd, Unit,	Estado
ID Línea	m	mm	LPS	m/s	m/km	
Tubería p590	103,31	59,2	-0,47	0,17	0,73	Abierto
Tubería p591	95,3	59,2	-0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p592	98,2	59,2	-0,23	0,08	0,2	Abierto
Tubería p594	197,79	150,6	5,33	0,3	0,7	Abierto
Tubería p595	108,45	81,4	0,74	0,14	0,36	Abierto
Tubería p596	98,22	59,2	0,86	0,31	2,26	Abierto
Tubería p597	99,89	59,2	0,94	0,34	2,67	Abierto
Tubería p77	118,38	84,6	0,08	0,01	0,01	Abierto
Tubería p393	34,86	59,2	0,01	0	0	Abierto
Tubería p574	65,86	84,6	0	0	0	Cerrado
Tubería p575	1	84,6	0,36	0,06	0	Abierto
Bomba 6	No Disponible	No Disponible	1,61	0	-73,15	Abierto
Bomba 7	No Disponible	No Disponible	10,87	0	-51,78	Abierto
Válvula 5	No Disponible	300	1,61	0,02	34,23	Activo
Válvula 8	No Disponible	300	10,87	0,15	20,62	Activo
Válvula 14	No Disponible	226,2	4,96	0,12	0	Abierto
Válvula 9	No Disponible	226,2	9,73	0,24	19,56	Activo
Válvula 10	No Disponible	84,6	2,98	0,53	12,62	Activo