

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“ADMINISTRACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA UTILIZANDO WATERCAD”

Alberto Girbal (1), María Carolina Vettulo (2)

(1) Av. La Voz del Interior 5507, Córdoba, Argentina. Tel: 0351 4777370.
agirbal@aguascordobesas.com.ar

(2) Av. La Voz del Interior 5507, Córdoba, Argentina. Tel: 0351 4777100 int (7779).
mzettulo@aguascordobesas.com.ar

RESUMEN

El presente trabajo describe como Aguas Cordobesas SA, administra la Red de Distribución y Planifica sus Inversiones utilizando el Software WaterCad.

El 50% del agua potable de la ciudad de Córdoba es distribuida por gravedad, mientras que en las zonas elevadas mediante Estaciones Elevadoras de Presión y en las bajas utilizando Válvulas Reguladoras de Presión. Esta complejidad requiere la ayuda de un software que permita interpretar y gestionar las instalaciones existentes de forma óptima y eficaz.

WaterCAD también es utilizado para definir los Planes de Inversión determinando de manera eficiente las obras necesarias y el momento oportuno para su ejecución.

Palabras claves: WaterCAD, Redes agua, Córdoba.

ABSTRACT

This paper describes how Cordobesas SA Water administers Distribution Network and its Investment Plan using the Software WaterCad.

The 50% of drinking water in the city of Cordoba is distributed by gravity, while the raise dare as by Pressure Booster Stations and at low zones using Pressure Regulating Valves. This complexity requires the help of a software that can interpret and manage existing facilities optimally and efficiently.

WaterCAD is also used to define Investment Plans efficiently determining the necessary work and the timing of their implementation.

Key words: WaterCAD, Water networks, Córdoba.

SOBRE EL AUTOR PRINCIPAL

Autor (1): Alberto Luis Girbal es Ingeniero Químico egresado de la UNLP en 1975. Realizó un Posgrado en Dirección de Empresas IAE 1999. Actualmente tiene el cargo de Gerente de Operaciones Técnicas en Aguas Cordobesas SA

Director Técnico de DIAGUA AIDIS Argentina

Autor (2): Ma. Carolina Vettulo es Ingeniera Civil egresada de la UNC en 1999. Realizó en 2002 una Maestría en Dirección de Empresas (UTN - Facultad Regional Buenos Aires) en 2002. Actualmente trabaja en el área de Planificación y Proyectos de la Gcia. de Operaciones Técnicas en Aguas Cordobesas SA.

INTRODUCCIÓN

Aguas Cordobesas SA es la encargada de brindar la provisión del Servicio de agua potable a la Ciudad de Córdoba. La Ciudad se encuentra situada en una región semiárida del centro del País. La precipitación anual es de 770 mm, presentando dos estaciones netamente diferenciadas, la húmeda entre los meses de septiembre y abril y la seca el resto del año, que presenta variaciones de temperatura significativas entre una estación y otra.

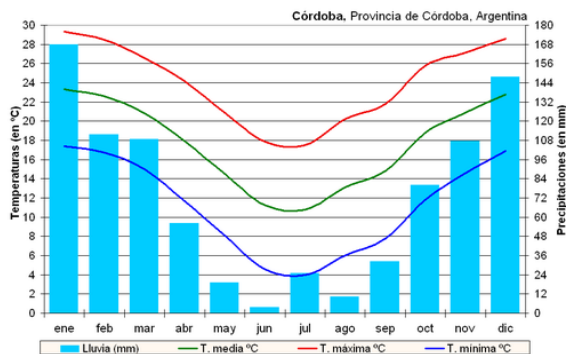


Gráfico 1. Temperaturas Anuales en Córdoba

Su relieve ondulado hace que en se presenten diferencias de alrededor de 140 m entre los puntos más altos y los más bajos.

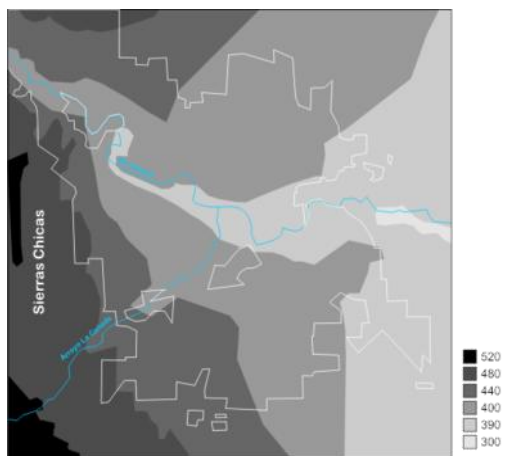
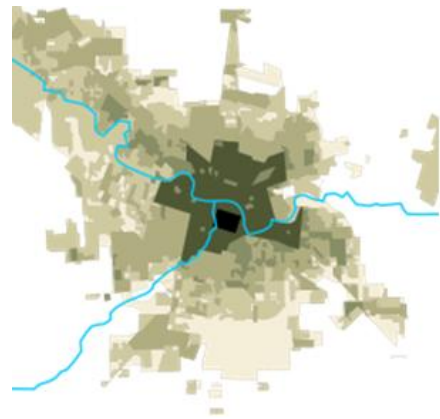


Gráfico 2. Relieve en Córdoba

La Ciudad es geográficamente extensa y está conforma de un cuadrado de 24 km de lado y totalizando un área de 576 km². La misma ha sido consolidada en forma paulatina, tal como puede observarse en el siguiente mapa, que muestra como ha sido el crecimiento del área urbanizada entre 1573 y 2007



1573 Planta fundacional

1927 1940 1965 2000 2007

Gráfico 3. Crecimiento del Área Urbanizada

En la Ciudad de Córdoba los recursos hídricos son escasos. El agua cruda proviene de dos fuentes, el Embalse San Roque de 200 hm³ y el Embalse Los Molinos con una capacidad máxima de 350 hm³. Razón por la cual, la Empresa tiene dentro de su modelo de gestión sustentable, una gestión adecuada de su sistema de captación, producción y distribución de agua, haciendo un uso eficiente de los recursos, asegurando de esa manera la sostenibilidad económica social y ambiental.

De acuerdo al contrato de Concesión se debe proveer una dotación media de 340 l/hab/día, pero en momentos en momentos pico la misma alcanza a 500 l/hab/día. La baja humedad de la zona hace que puedan registrarse amplitudes térmicas diarias elevadas, y estacionalmente se los consumos son muy variables. El suministro es en su mayoría residencial, por lo que se presentan coeficientes de pico y de valle elevados.

La topografía de la Ciudad es variada y se pueden encontrar diferencias de cota de hasta 150 m entre los puntos más elevados y los más bajos. Las dos Plantas Potabilizadoras con capacidades instaladas de 5 y 2 m³/seg, respectivamente, se encuentran situadas en zonas de alta cota topográfica, lo que permite que el 50% del agua potable sea distribuida por gravedad. Las zonas elevadas son abastecidas por Estaciones Elevadoras de Presión Inteligentes, y en las bajas se utilizan Módulos Reguladores de Presión. Éstos últimos permiten materializar uno de los objetivos de la Empresa que es la de mantener las presiones de la Red en un rango de entre los 15 y

25 mca; siendo la meta contractual la de entregar una presión mínima en la conexión de 10 mca.

La Red está compuesta por 3.700 km de cañerías, cuyos diámetros oscilan entre 1.600 a 50 mm y más de 15.000 elementos de maniobra y protección, que abastecen a 420.000 conexiones, que entregan 170 hm³ de agua potable por año.

Para una mejor gestión y aprovechamiento de los recursos, la red se encuentra dividida en Sistemas y Subsistemas de abastecimiento, con límites fijos. Cada uno de ellos tienen diferentes requerimientos de Caudal y Presión, pero todos deben cumplir con los requerimientos fijados en las Metas Contractuales.

La Red de Distribución está dividida en tres Sistemas, los que cuentan con mediciones continuas de caudal que reportan a un SCADA de control, al igual que las 20 Estaciones Elevadoras de Presión.

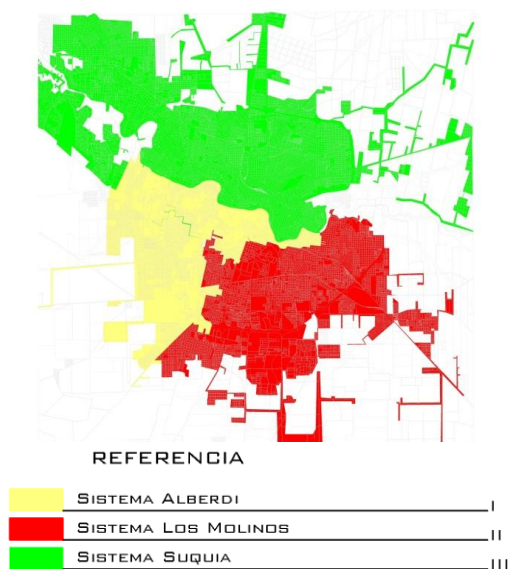


Gráfico 4. Sistemas de Abastecimiento

Cada uno de los sistemas está dividido a su vez en subsistemas, dentro de los cuales encontramos 20 Estaciones Elevadoras de Presión, 110 sectores. De acuerdo a todo lo expuesto, puede inferirse que la Red de Distribución de la ciudad de Córdoba es compleja. Las diferencias topográficas, la diversidad de materiales y los variados perfiles de consumo, en los diferentes barrios y épocas del año, requiere la utilización de un modelo matemático que permita optimizar su funcionamiento hidráulico, interpretar sus puntos críticos y lograr un uso más eficiente técnico económico. Es por ello que la empresa ha decidido trabajar con la herramienta WaterCAD para gestionar sus recursos.

regulados mediante una Válvula Reguladora de Presión, 14 con límites definidos y un solo ingreso.

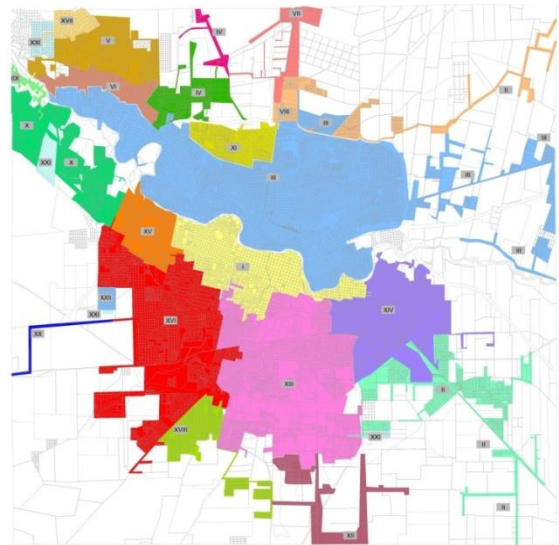


Gráfico 5. Subsistemas

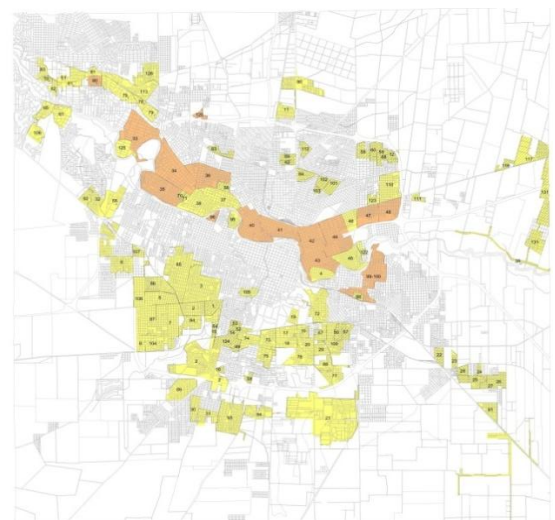


Gráfico 6. Sectores

WaterCAD permite la simulación hidráulica mediante un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo, Tanques, Reservorios, Hidrantes) e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.)

El software cuyo algoritmo de cálculo se basa en el método del Gradiente Hidráulico, permite el análisis hidráulico de redes de agua determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que

conforman la red hidráulica; así como otros muchos parámetros operativos derivados de los elementos presentes en el sistema como: Bombas, Válvulas de Control, Tanques, etc. a partir de las características físicas del sistema y unas condiciones de demanda previamente establecidas.

La Empresa comenzó trabajando con este software a mediados del 2007, cargando toda la cañería de la ciudad tal como figura en los planos conforme a obra, con sus correspondientes características físicas asociadas, a saber: material, longitud, diámetros, etc. para las cañerías; y cotas para los nodos. Una vez que estos parámetros se encontraron establecidos, el siguiente paso fue la asignación de consumos en cada nodo; teniendo una especial atención en barrios que no se encuentran consolidados, como así también en aquellos que tienen patrones de consumos diferenciados (countries).

La adecuación de los valores aplicados al programa para ajustarlo a lo que verdaderamente ocurre en el terreno, se denomina “calibración del modelo”. Esta es una tarea dinámica que se ejecuta anualmente. Mediante la representación de los nodos y/o de los tramos por medio de un gradiente de color, se pueden visualizar e identificar de una manera muy gráfica distintos aspectos de la red y trasladarlas a una imagen que representa la situación planteada. Estos planos por lo general actúan como disparadores de otras acciones. A continuación distintas posibilidades:

Planos de Presión

Haciendo un ranking de color para los diferentes rangos de presión, se puede visualizar e identificar las zonas de la ciudad con presiones comprometidas (menores a 10 mca), como las zonas que necesitarían algún tratamiento como por ejemplo las zonas con presiones elevadas (mayores a 30 mca).

Esta representación es sumamente útil para la determinación de puntos críticos de la red, para anticiparnos sobre posibles reclamos, o para ubicar las zonas que necesitan un tratamiento prioritario con respecto al resto.

para toda la ciudad y en forma parcial a medida que se solicite, en función de los requisitos. Para ejecutar estas tareas, es necesario coordinar acciones con varios sectores de la compañía, mediante la ejecución de campañas de medición de presión y de caudal, en diferentes épocas del año. La empresa cuenta con 35 puntos fijos de medición y registro de presión continua, 211 puntos variables de medición de presión, 16 puntos variables de caudal más las 20 Estaciones Elevadoras ya mencionadas y las salidas de las Plantas Potabilizadoras. Con todos estos datos de apoyo se procede a la tarea iterativa de actualizar consumos, condiciones de red (como cambios de cercos de abastecimiento) hasta lograr que los valores obtenidos en el programa coincidan con los que se registran en el terreno.

A continuación, se detallan algunos de los productos que se obtienen a partir del modelo:

Representación Gráfica – Visualización de resultados

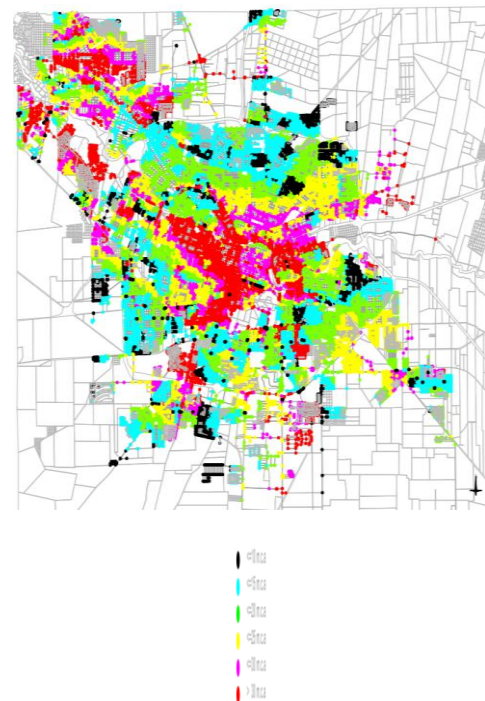


Gráfico 7. Plano de Presiones

Planos de Velocidad

Si al gradiente de color lo aplicamos en los tramos, en vez de los nodos, podemos visualizar las distintas velocidades de una determinada zona.



Gráfico 8. Plano de Velocidades

Operación de la Red

Esta herramienta puede actuar como soporte ofreciendo los datos necesarios para mantener las condiciones de servicio para la operación diaria del servicio. Algunas de las actividades que se realizan son:

Curvas de las Estaciones Elevadoras.

A la mayoría de las 20 Estaciones Elevadoras de presión con las que cuenta la empresa, se las denomina Inteligentes ya que están configuradas para trabajar con curva del sistema, son autónomas manejadas por un PLC y reportan en tiempo real a los Centros de Control a través de radios UHF de alta velocidad. Estas estaciones están montadas con bombas de velocidad variable que permiten entregar a la red las condiciones de caudal y presión de acuerdo a la curva del sistema programada.

Estas curvas del sistema para cada estación en particular, se logran mediante la simulación de distintas situaciones de consumos (escenarios de caudales Pico, Medio y Valle). Para cada situación, se determinan cuáles son las presiones de salida mínima necesaria de cada Estación Elevadora para mantener las presiones de contrato en toda la red abastecida por el sector.

Con los datos de caudal y presión en cada uno de los escenarios planteados se logran curvas tal como se muestra a continuación:



Foto 1. Estación Elevadora Argüello

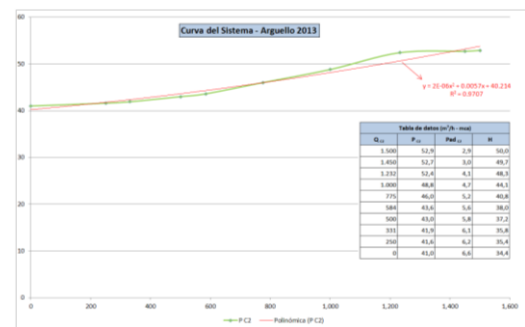


Gráfico 9. Curva del sistema proyectada

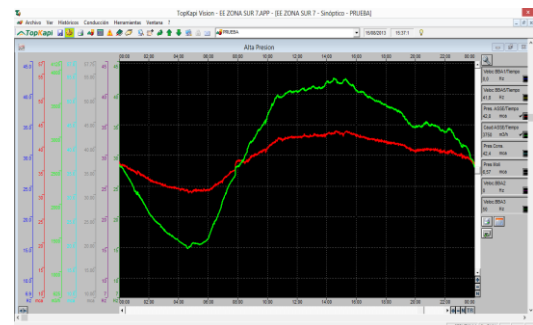


Gráfico 10. Monitoreo de EE

Análisis de Impactos en Reparaciones de Envergadura

Para reparaciones o tareas donde se deba intervenir cañerías de gran diámetro es necesario en ocasiones efectuar el corte de suministro. En WaterCAD se pueden simular este tipo de situaciones y delimitar las zonas de influencia correspondientes al corte, tanto para identificar las zonas que quedarían sin servicio, como las que se verían influenciadas por una baja de presión de suministro. Una vez identificadas estas zonas comprometidas, se pueden realizar los correspondientes planos para una mejor visualización tal como se muestra continuación:

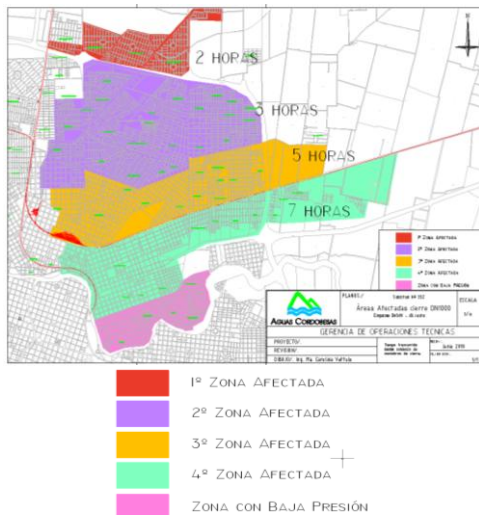


Gráfico 11. Plano de zona de Afectación de Corte

Una vez que se identifica la zona afectada, pueden obtenerse datos de caudal interviniente en el operativo para poder efectuar los cálculos de los tiempos en que tarda determinada cañería en desagotarse, o los tiempos de Restitución del Servicio luego de Reparaciones.

Especificaciones para Válvulas Reguladoras de Presión

Una vez identificadas las zonas que cuentan con altas presiones, se pueden determinar cuál sería el área de influencia óptima de la posible área a regular. Una vez identificada la misma se pueden obtener cuáles son los rangos de presión sobre los que tiene que trabajar la futura válvula reguladora para los distintos escenarios de consumo (caudal pico, medio y valle). De esta forma se obtiene todos los parámetros (caudal y presión de salida) para hacer la selección de la válvula que mejor se ajusta al requerimiento planteado.

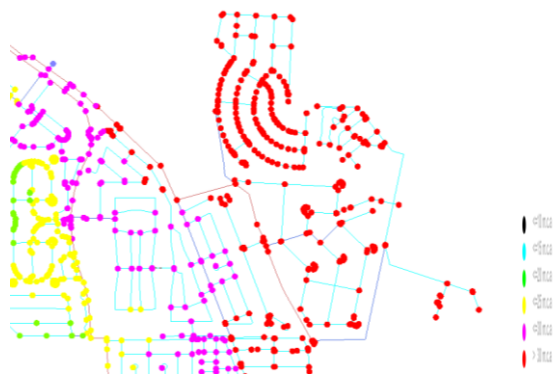


Gráfico 12. Presiones antes de regular

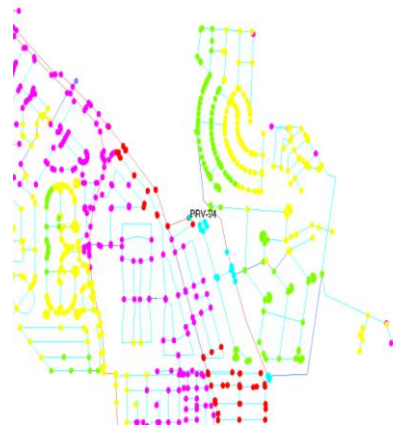


Gráfico 13. Presiones después de regular



Foto 2. Válvula reguladora instalada en terreno

Determinación de Sistemas y Subsistemas

Los Sistemas de abastecimiento (Planta Suquía y Planta Los Molinos) y los Subsistemas asociados (distribución por gravedad y por estaciones elevadoras) se encuentran fijos, constantemente se están ejecutando estudios para determinar el mejor aprovechamiento de mismos en función de los recursos disponibles.

Un ejemplo es verificar que con pequeñas obras (empalmes) se pueden mover zonas de un sistema de abastecimiento a otro, mejorando las condiciones de servicio en toda la zona.

Mantenimiento de la Red

Existe un área en Aguas Cordobesas S.A. que es la de Planificación y Proyecto que se encarga, entre otras cosas, de mantener esta potente herramienta calibrada para poder dar soluciones óptimas para el mantenimiento de la red actual existente.

Mejoras en las condiciones existentes

Una vez identificados los puntos críticos existentes dentro de la red, se pueden plantear múltiples soluciones para encontrar la alternativa técnico-económica más conveniente. Dichas alternativas pueden oscilar desde la ejecución de diversos empalmes, instalación de cañería nueva hasta la ejecución de una estación elevadora de presión.

Análisis de factibilidades para Nuevos Emprendimientos

Este software es muy útil para simular cómo afectaría a la red actual el emplazamiento de nuevos emprendimientos. Se pueden establecer incluso, cuáles serían las obras necesarias para mantener las condiciones en la red de presión y caudal actuales una vez consolidado la futura obra. Planificación a futuro

No solamente se trabaja en la condición de situación actual, sino que es una excelente herramienta de planificación, totalmente útil para la confección de planes de inversión a corto y largo plazo de la compañía. Con los datos de las zonas posibles de asentamientos, más la tasa de crecimiento de la población, se puede extrapolar la situación de caudal a futuro y determinar cuál sería el comportamiento de la red en cuanto a presiones en dicha situación.

Visualizando las áreas comprometidas, se pueden determinar mediante simulaciones sucesivas, las obras necesarias para el mejor aprovechamiento de la red existente. En caso de necesitar obras de gran envergadura, se pueden estudiar el comportamiento de la red analizándola por etapas.

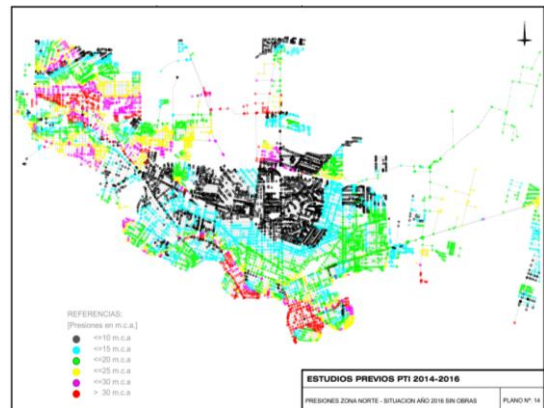


Gráfico 14. Situación a futuro sin obras

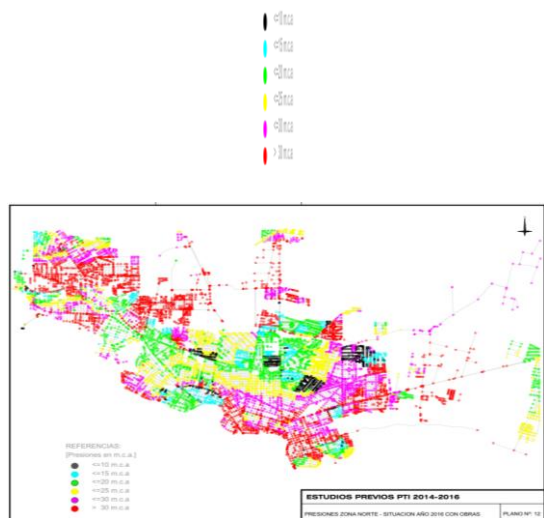


Gráfico 15. Situación a futuro con obras

BIBLIOGRAFÍA

Información basada en Reportes y estudios de la empresa Aguas Cordobesas S.A.

Planos realizados por la oficina de Ingeniería de la empresa Aguas Cordobesas S.A.