

PROYECTO DE EFICIENCIA HIDRÁULICA Y ENERGÉTICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ZIHUATANEJO, GUERRERO

Programa Watergy en México de la Alliance to Save Energy

Temas Principales:

- Redistribución de caudales y presiones en la red para incrementar la eficiencia hidráulica y energética
- Continuidad en el servicio de agua a los usuarios en 24 horas
- Sectorización de red de distribución

Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Zihuatanejo (CAPAZ)

Ing. Sergio Legorreta Soberanis, Director General
Ing. Walter Santana Gómez, Director Técnico
Ing. Odín Marín de la C., Jefe de área de Operación y Mantenimiento

Teléfono: 01-755-554-5111

Email: capaz@prodigy.net.mx

Antecedentes

El crecimiento acelerado de la población de Zihuatanejo a 80,385 habitantes en tan solo 25 años, ha generado problemas de abastecimiento y deficiencias en la distribución del agua a los usuarios, por lo que la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado, CAPAZ, está realizando un *Proyecto de Eficiencia de la Operación Hidráulica y Energetica de la Red de Agua Potable de Zihuatanejo*, asesorados por el staff de la Alianza para el Ahorro de Energía en Mexico dentro de su Programa Watergy en México, Financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (USAID por sus siglas en ingles) con el cuál ha logrado a la fecha incrementar la continuidad del servicio de agua a los usuarios de 10 horas promedio a 24 horas diarias, en el 60 % del sistema, en un tiempo record de 11 meses y con una inversión mínima de dos millones de pesos que ademas esta permitiendo ahorrar energia en algunos sistemas de bombeo.

Meta

En el sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Zihuatanejo se tiene como meta lograr la continuidad del servicio de agua durante las 24 horas del día, a todos los usuarios de la red de distribución de agua, con una inversión total de tres millones de pesos, que incluye la planeación, diseño, construcción, materiales, equipamiento, asesoría y capacitación, y ahorros de energia resultantes de la optimizacion en la operación hidraulica

Motivaciones

El proyecto de eficiencia hidráulica del sistema de distribución de agua potable de Zihuatanejo surgió por iniciativa del Ing. Sergio Legorreta Soberanis, actual director general de la CAPAZ, y de su personal técnico, debido a que el servicio de agua a los usuarios era deficiente, con un promedio de tan solo 10 horas promedio diarias de continuidad, presiones y caudales bajos en varias zonas de la red, una operación hidráulica con excesivos movimientos de válvulas y altos costos de energía eléctrica en edificios para casas habitación.

Al establecer contacto la CAPAZ con la Alianza para el Ahorro de Energía, (ASE, por sus siglas en inglés) como parte del acuerdo de colaboración de ASE con la Asociación de Empresas de Agua y Saneamiento de Mexico (ANEAS) para generar casos exitosos en algunas partes de Mexico, se comenzaron a gestar ideas y objetivos enmarcados dentro del programa Watergy, por lo que se decidió realizar el proyecto de eficiencia hidráulica y energética en su primera etapa de planeación y diseño a partir del mes de marzo de 2006, esperando que con la asistencia técnica del personal de la Alianza y la experiencia del personal técnico de la CAPAZ, se lograrían resultados en el corto plazo.

Una vez terminado el diseño del proyecto, se concluyó que las obras requeridas para lograr la continuidad del servicio de agua las 24 horas del día en toda la red de distribución, se podrían realizar con recursos propios y en tiempos relativamente cortos. Esto propició la definición de una nueva estrategia de actuación, que incluyó

la capacitación del personal de la CAPAZ y su entrenamiento en el manejo de las herramientas utilizadas en la elaboración del proyecto y de los equipos por instalar.

Ante esta perspectiva, a mediados del mes de julio de 2006 se iniciaron los trabajos de modificación de la red y del sistema de abastecimiento, con el esquema propuesto en el proyecto de eficiencia.

Con los primeros resultados obtenidos el 22 de septiembre de 2006, al aislar uno de los seis sectores propuestos en el proyecto y mantener la continuidad del servicio las 24 horas del día, beneficiando a unos 11,000 habitantes, la motivación aumentó entre todos los actores y el programa fue intensificado por los directivos de la CAPAZ.

A la fecha se continúa desarrollando físicamente el proyecto con resultados muy alentadores, puesto que se han logrado aislar otros dos sectores, con un beneficio acumulado del servicio continuo a 48,000 habitantes en la ciudad de Zihuatanejo, estado de Guerrero, México.

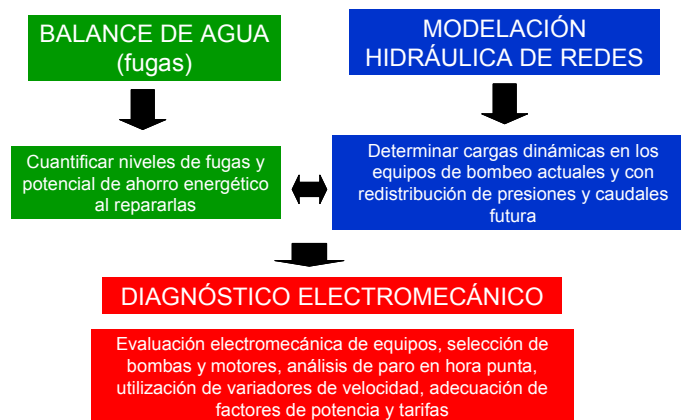
Metodología

La metodología utilizada en el proyecto de eficiencia ha sido la propuesta en el programa Watergy, consistente en la aplicación de medidas enfocadas a proporcionar al consumidor con efectividad de costos los servicios deseados relacionados con el agua, al mismo tiempo que se utiliza la menor cantidad posible de agua y energía.

El programa Watergy propone realizar proyectos de agua potable para el incremento de eficiencia electromecánica, física e hidráulica que cumplan con las cuatro condiciones siguientes:

1. Basados en información y datos disponibles (generar información complementaria mínima)
2. Que aprovechen al máximo la infraestructura hidráulica existente
3. Con soluciones prácticas, económicas y de implantación en el corto plazo
4. Que garanticen mejor calidad del servicio de agua a los usuarios (cero tandeos)

Las herramientas básicas para la aplicación del programa Watergy son las que se muestran en la figura siguiente:



El consumo energético en los sistemas de agua potable está estrechamente ligado con la distribución hidráulica de las conducciones y redes, el volumen de agua que se pierde por fugas y el bajo rendimiento de los equipos de bombeo.

El programa Watergy Efficiency tiene su enfoque técnico en las siguientes ecuaciones de potencia de los equipos de bombeo y costo de energía eléctrica:

$$Potencia = \frac{9.8 \gamma QH_b}{\eta} \quad (1)$$

$$\text{Costo de Bombeo anual} = C_{kw} \times Potencia \times \text{No. horas anuales} \quad (2)$$

Donde γ es el peso específico del agua en kg/m³, Q el gasto en m³/s, H_b es la carga dinámica de la bomba en metros y η es la eficiencia de la potencia entregada al fluido y la potencia del motor, C_{kw} es el costo del kilowatt-hora; en este caso la potencia está dada en kilowatt-hora.

De las ecuaciones (1) y (2) se deduce que un sistema de agua potable o saneamiento consume energía eléctrica en primer lugar por la utilización de equipos de bombeo. Cuando estos equipos se desgastan por el uso continuo, disminuyen su rendimiento η y por lo tanto aumentan la potencia y el consumo de energía.

Se observa también en la ecuación (1) que existen otros dos factores que impactan directamente en el consumo de energía eléctrica, la carga dinámica de bombeo H_b y el caudal Q.

La carga dinámica H_b, depende de cada sistema hidráulico y de las condiciones particulares, como la profundidad del acuífero, desniveles topográficos y capacidad de conducción de las tuberías. El exceso de la carga dinámica puede ser provocado directamente por el deterioro interno de las tuberías por donde es conducida el agua bombeada. El envejecimiento de las tuberías, la calidad del agua y el funcionamiento en condiciones cambiantes de presión y caudal, aumentan su rugosidad interna y con ello sus coeficientes hidráulicos de cortante (Darcy-Weisbach o Hazen Williams), trayendo como consecuencia este aumento de la carga dinámica de operación de las bombas y entonces el incremento de consumo de energía eléctrica.

Sumado a lo anterior, si el diseño del sistema hidráulico es deficiente o si se presentan obstrucciones como válvulas parcialmente cerradas, aire atrapado, o si hay fugas en las tuberías, se tendrán enormes pérdidas de carga hidráulica con el consecuente incremento de la carga dinámica del bombeo y el alto consumo de energía eléctrica.

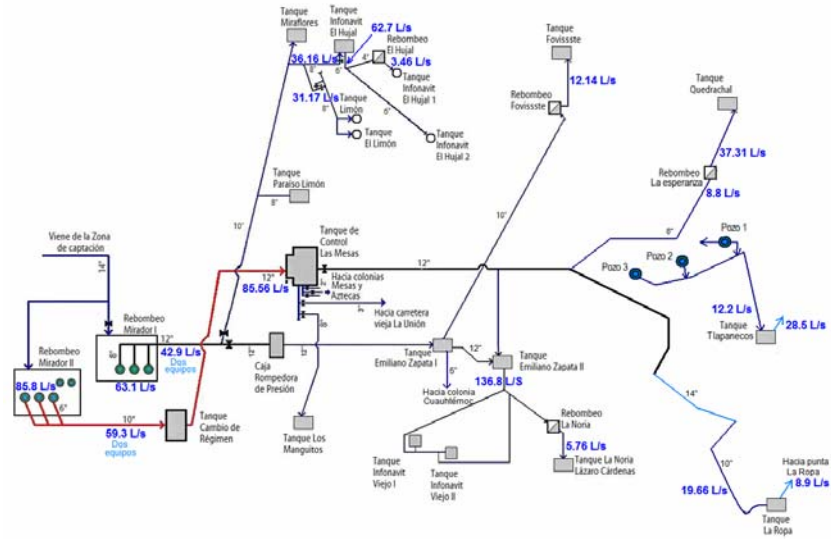
Por último, el caudal bombeado, Q, es el otro factor que es susceptible a generar desperdicio de energía eléctrica. Cada litro de agua potable o residual bombeada hacia las tuberías ha requerido de un consumo de energía y por ende representa un costo para el organismo operador. Si después de ser bombeada el agua se pierde en la fugas o es derrochada por los usuarios, entonces también la energía eléctrica utilizada es desperdiciada.

Las fugas incrementan la demanda de agua potable, lo que se refleja en un mayor caudal de bombeo y por lo tanto en un mayor consumo de la energía eléctrica. Por lo general, nadie utiliza el agua de las fugas, lo que significa una pérdida de dinero para la empresa de agua y escasez para los pobladores de la localidad.

Resultados

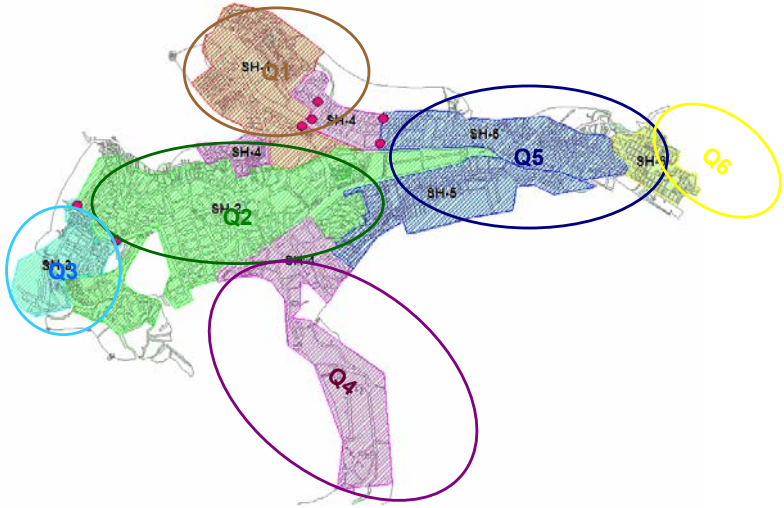
El proyecto se desarrollo con base en una recopilación y análisis de datos estadísticos del organismo operador y con la generación de información complementaria siguiente: a) Descripción del funcionamiento general del sistema, b) Actualización de los planos de la red y conducciones, c) Campaña de mediciones de caudal y presión, y d) Elaboración de un modelo de simulación hidráulica en el programa de cómputo Epanet V 2.0 en español.

Con estos datos se pudo constatar que el sistema de agua potable de Zihuatanejo se encontraba totalmente desequilibrado en su distribución primaria, como se muestra en la figura siguiente:

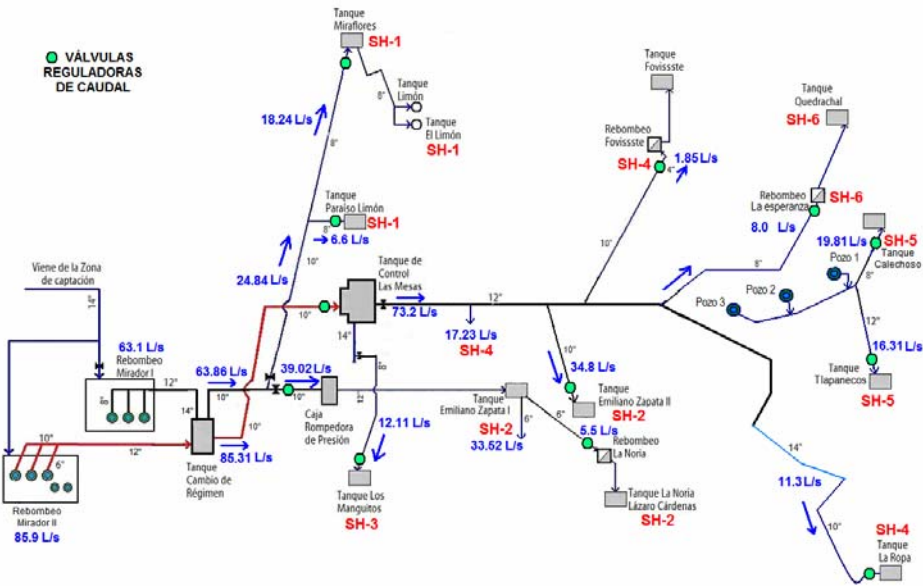


Esta situación provocada con el paso del tiempo de manera empírica, generaba una serie de servicio discontinuo y bajas presiones en varias zonas de la red.

Ante esta situación, se definieron zonas naturales de abastecimiento o cuasi-sectorizadas en la red de distribución existente. Y a cada una de estas zonas de les asignó un caudal medio requerido, en función de una dotación media (incluidas las pérdidas) y de la disponibilidad del agua suministrada de 185 L/s. El esquema de sectorización natural quedó como se muestra en la figura siguiente:



Esta propuesta de sectorización de la red de distribución, obligó a modificar la distribución primaria, con la primicia de aprovechar al máximo los tanques existentes y sacar de operación la mayoría de los rebomberos. En la figura siguiente se presenta el esquema de distribución primaria resultante, donde se señala el número de sector que abastecerá cada línea de conducción; el control de los caudales se recomendó se hiciera mediante válvulas automáticas limitadoras de caudal.



Una vez definida la estrategia de distribución y sectorización, se procedió a realizar balances hidráulicos para estimar fugas y a simular hidráulicamente con el programa Epanet, tanto de las líneas de conducción, como cada uno de los seis sectores, para hacer la redistribución de caudales y presiones.

Debido a que se simularon todos los tramos de la red, se optimizó el funcionamiento hidráulico de los sectores, interconectando algunos tramos, cerrando o abriendo válvulas, sustituyendo tramos cortos y regulando presiones con válvulas automáticas.

Las adecuaciones al sistema fueron entregados en un plano digital al personal de mantenimiento y operación de la CAPAZ. Se entrenó en el uso del programa Epanet y en el aprendizaje del nuevo esquema propuesto de la red por sectores. Desde los primeros trabajos se ha mantenido una supervisión y asesoría estrecha en la interpretación de planos, instalación de equipos, calibración de válvulas automáticas, medición de presiones y aspectos constructivos de detalle. Asimismo, se ha tenido una retroalimentación constante, de las adecuaciones de campo, con el análisis y actualización de los modelos hidráulicos, que mucho ha servido para la toma de decisiones en el avance de los trabajos.

En las figuras siguientes se muestran algunos de los trabajos importantes que se han realizado con el proyecto de eficiencia hidráulica y energética del sistema de agua potable de Zihuatanejo.



Figura . Cambio en el funcionamiento de las conducciones primarias en el tanque cambio de Régimen



Figura. Modificaciones a la red en el sector Paraíso – Limón

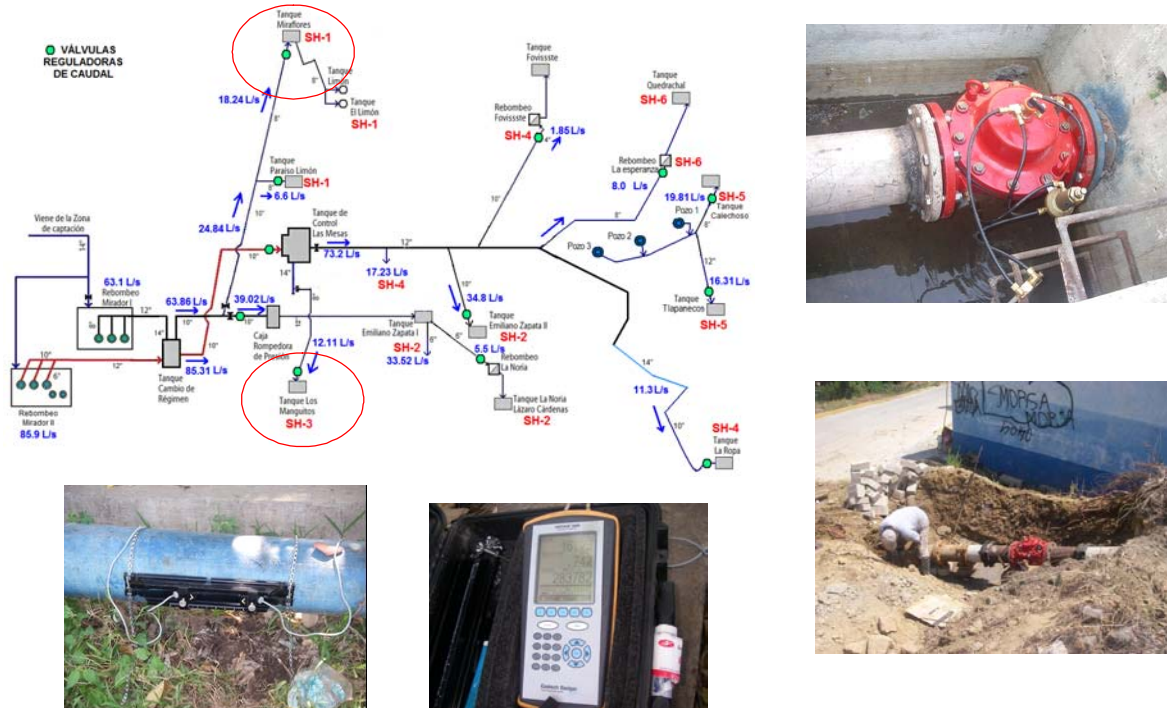


Figura. Instalación de válvulas automáticas limitadoras de caudal y monitoreo de caudales

En general, el trabajo realizado resultó eficaz y eficiente y ha sido muy positivo, porque en breve tiempo se ha incrementado la continuidad del servicio de agua en 11,550 tomas domiciliarias, beneficiando a una población total estimada en 48,000 habitantes (60 % de Zihuatanejo). En promedio se alcanzó una continuidad del servicio de 24 horas diarias, con una distribución de presiones más homogénea y con un control operacional optimizado con mínimos movimientos de válvulas.

También, se han logrado importantes ahorros en energía eléctrica, puesto que en alrededor de 110 edificios de Infonavit, antes del proyecto tenían que bombear el agua de sus cisternas al quinto piso, bombeo que ha dejado de realizarse puesto que el servicio de agua tiene suficiente presión para alcanzar ese nivel. Adicionalmente, se han sacado de operación cuatro rebombes y con la instalación al tanque cambio de régimen de la línea de conducción primaria, el caudal de bombeo se incrementó en 20 L/s, sin ningún cambio de equipo.

Finalmente, es importante anotar que, de no haberse llevado a cabo el proyecto de eficiencia comentado aquí, se hubieran realizado inversiones innecesarias, como el de seguir construyendo tanques de regularización. El término del proyecto al 100% se tiene programado dentro de 4 meses, con lo cual se tendrán los resultados globales y los beneficios esperados.

Conclusiones y recomendaciones

El proyecto de eficiencia hidráulica y energética del sistema de agua potable de Zihuatanejo, realizado por la CAPAZ, con el enfoque del programa Watergy de la ASE, ha cumplido sus objetivos y metas. El buen planteamiento del problema mencionado aquí, fue fundamental y las herramientas de balance de agua y modelación hidráulica determinantes en la solución. Estratégicamente, es un procedimiento que puede ser fácilmente transferido a otros sistemas del país, como se ha podido demostrar en Monclova, Coah. y Parral, Chih., donde se está replicado el caso del proyecto de eficiencia de Zihuatanejo con bastante éxito.

Comentarios finales del personal de la CAPAZ

El personal de la CAPAZ hace un agradecimiento al Alianza para el Ahorro de Energía , a la USAID y la ANEAS por el apoyo técnico al proyecto de eficiencia para el servicio continuo de agua a los usuarios. Reconoce que es un proyecto exitoso, desde la planeación y ejecución, y además a permitido conocer la problemática del sistema de agua potable. Es importante recalcar que se ha transferido la herramienta al personal, junto con capacitación, lo cual hace que el proyecto sea sustentable a futuro.

Es necesario resaltar la rentabilidad del proyecto, por la baja inversión y los grandes beneficios, comparada con otros proyectos que dan los mismos resultados. Adicionalmente, es un hecho sin precedentes en el municipio, esperando que se siga promoviendo en todo el ámbito nacional. La CAPAZ está en la mejor disposición de apoyar a otros sistemas para transferir y capacitar a otros organismos de país que lo requieran.

El sistema trajo consigo el conocimiento de muchos aspectos: Cantidades de agua y disponibilidad en captaciones, capacidad hidráulica de conducciones, actualización de planos, estado físico de cajas de válvulas, entre otros. Además, el proyecto ha servido para normar más adecuadamente la distribución del servicio, así como regularlo con una eficiencia planeada.

El director está seguro de dar continuidad al proyecto en la zona de Ixtapa, donde habrá desarrollos importantes, que será necesario planear a seis años, para la asignación de caudales. Solo trabajando de manera conjunta con FONATUR, se puede realizar el desarrollo.