

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“DISEÑO CONCEPTUAL DEL MANEJO CENTRALIZADO Y PLANEACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA DE UN ORGANISMO OPERADOR DE AGUA POTABLE EN MÉXICO”

Humberto Ramírez Rivera (1), Víctor Hugo Alcocer Yamanaka (2), Velitchko G.Tzatchkov (3), Juan Maldonado Silvestre (4), Edgar Antúnez Leyva (5).

(1) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Paseo Cuauhnáhuac 8532, Col. Progreso, Jiutepec, Morelos, 62550. (52)7773293678. humberto_ramirez@tlaloc.imta.mx.

(2) IMTA.yamanaka@tlaloc.imta.mx

(3) IMTA.velitchk@tlaloc.imta.mx@tlaloc.imta.mx.

(4) IMTA.jmaldon@tlaloc.imta.mx.

(5) IMTA.eantunez@tlaloc.imta.mx

RESUMEN

Este trabajo se aplica a la sectorización de distritos hidrométricos implementados del 2004 al 2009, en el SMAPA de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas en México. No están operando adecuadamente para el propósito de diseño. El objetivo: establecer las acciones necesarias para que en un mediano plazo, se pongan en marcha y entren en operación el total de los distritos ejecutados para incrementar eficiencia física y comercial. Para los niveles directivos es difícil visualizar rápidamente las acciones a seguir en la gestión de las unidades operacionales que la integran. El diseño conceptual del manejo centralizado y de planeación para la gestión de la infraestructura hidráulica, es otro medio para la toma de decisiones, donde se visualiza la infraestructura del sistema: obras de captación, líneas de conducción, estaciones de bombeo, plantas potabilizadoras, tanques de regulación y almacenamiento, derivaciones, el sistema distrital de distribución, líneas de macrodistribución y estaciones de medición. El diseño conceptual se realizó en Autocad.

Palabras claves: diseño conceptual, distritos hidrométricos, infraestructura hidráulica, agua potable.

ABSTRACT

This work is applied to the segmentation of hydrometric districts implemented from 2004 to 2009, in the SMAPA of Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, Mexico. Are not working properly for the purpose of design. The goal: to determine the necessary actions so that in the medium term, are launched and become operational the total executed districts to increase physical and commercial efficiency. For management levels is difficult to visualize quickly the actions to follow in the management of operational units within it. The conceptual design of centralized management and planning for water infrastructure management, is another means of decision making, which displays the system infrastructure: headworks, pipelines, pumping stations, water treatment plants, tanks regulation and storage, diversions, district distribution system, macrodistribution lines and metering stations. The conceptual design was done in Autocad.

Keywords: conceptual design, hydrometric districts, hydraulic infrastructure, freshwater.

Humberto Ramírez Rivera: Ingeniero Civil con Maestría en Planeación y Administración. Especialista en Hidráulica en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Ha participado en los proyectos de hidráulica urbana “Estudio y proyecto para el mejoramiento y la consolidación de la sectorización del sistema de agua potable, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 2010-2012”, “Proyecto ejecutivo de macromedición, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 2010-2012”. Profesor de asignatura en la Upemor. Publicaciones y ponencias en los congresos nacionales de Hidráulica 2004 y 2012, y Expo Agua 2004; en los congresos internacionales de computación (1997), y de Investigación de Materiales (2005, 2006, 2007 y 2010). Profesor de asignatura en la Universidad Politécnica del Estado de Morelos, México, desde 2004.

INTRODUCCIÓN

La influencia de los esquemas abarca los procesos de toma de decisiones al más alto nivel. Aunque las decisiones de los directivos, especialmente cuando son realizadas en grupo, se basan ante todo en un fundamento racional y son motivadas por el análisis y cálculos sobre la información, los esquemas influyen no sólo al conferir una mayor emotividad o proyectando expectativas, sino a lo largo de todo el proceso de la toma de decisiones, refuerzan su papel decisivo en el planteamiento de los problemas y también en las soluciones. Es así como mediante la esquematización horizontal de la infraestructura hidráulica del sistema de agua potable del Municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chis., se representan soluciones a ejecutar en el corto y mediano plazo para el mejor control en la macromedición del suministro de agua a la población, desde las fuentes de captación, hasta la entrega a los distritos hidrométricos. Se identifican, entre otros: estaciones existentes de medición de caudal, permanentes y no permanentes; estaciones de medición de caudal, en diseño y en proceso de instalación; estaciones propuestas de medición de caudal; estaciones prioritarias de medición de caudal; y propuesta de estaciones de telemetría de medición de caudal. Al final, el objeto es mejorar la eficiencia de la operación de los distritos hidrométricos.

La infraestructura está integrada de la siguiente manera:

FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACIONES

En la actualidad la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chis., se abastece de agua potable (Tabla 1): mediante fuentes superficiales que captan más del 90% del volumen suministrado desde los ríos Grijalva y Santo Domingo y por fuentes de origen subterráneo y subálveo que abastecen a la zona poniente de la ciudad. En total, seis captaciones en servicio.

CONDUCCIÓN

Las conducciones principales parten desde las obras de captación y tienen como punto final las plantas potabilizadoras, localizándose a lo largo del recorrido diversas estructuras de bombeo; así es como se tienen las siguientes:

Sistema Grijalva-Santo Domingo

- a) Captación Barcaza (en el río Grijalva) – Planta de Bombeo No. 1 (Sedimentador)

- b) Captación río Santo Domingo – Planta de Bombeo No. 1 (Sedimentador)
- c) Planta No. 1 (Sedimentador) - Plantas No. 2 (Nueva y Antigua).
- d) Planta No. 2 (Antigua) - Planta No. 3 (Antigua).
- e) Planta No. 2 (Nueva) - Planta No. 3 (Nueva).
- f) Planta No. 3 (Antigua) – Plantas Potabilizadoras “Los Pájaros”.
- g) Planta No. 3 (Nueva) - Plantas Potabilizadoras “Los Pájaros”.

Sistema Ciudad del Agua

- h) Captación Ciudad del Agua - Planta de Bombeo No. 1 (Potabilizadora)
- i) Planta de Bombeo No. 1 (Potabilizadora) - Planta de Bombeo No. 2
- j) Planta de Bombeo No. 2 - Planta de Bombeo No. 3
- k) Planta de Bombeo No. 3 – Salida de Plantas Potabilizadoras “Los Pájaros”.
- l) Planta de Bombeo No. 3 - Tanque Mesa Nido de Águilas.

Tabla 1. Fuentes de abastecimiento a la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chis.(ISO-1 2009)

No.	Captación	Tipo	Vol. anual 2009 [miles de m ³]
1	Ciudad del Agua-río Grijalva	Toma de río	19,506.30*
2	Santo Domingo	Toma de río	20,334.98
3	La Barcaza-río Grijalva	Toma flotante de río	
4	La Chacona	Galería filtrante	1,971.00
5	Plan de Ayala (San Agustín)	Galería filtrante	331.13
6	Rancho Viejo	Manantial	993.38

El dato no abarca el año completo, comenzó a operar en condiciones normales a mediados del año.

POTABILIZACIÓN

El complejo denominado Ciudad del Agua incluye una planta potabilizadora con capacidad de 2,000 l/s, con un proceso de pretratamiento, dos sedimentadores, un sistema de filtración y uno de cloración, para luego bombear el agua y hacerla llegar, una parte al Tanque Nido de Águilas y la otra hacia la salida de las plantas potabilizadoras “Los

Pájaros". En estas últimas plantas potabilizadoras, también descargan los gastos provenientes de las captaciones del sistema Grijalva-Santo Domingo. La capacidad de regulación de la Planta Potabilizadora 1 es de 1,000 m³ y la Planta Potabilizadora 2 es de 500 m³.

LÍNEAS DE MACRODISTRIBUCIÓN

- a) Brazo Norte Antiguo
- b) Brazo Norte Nuevo
- c) Brazo Sur Antiguo
- d) Brazo Sur Nuevo
 - o Brazo Sur Nuevo Bajo
 - o Brazo Sur Nuevo Alto

El desarrollo económico de la ciudad ha influido en el crecimiento de la población de manera natural y por migraciones, y con ello el desarrollo de nuevas zonas habitacionales, tanto en las zonas norte y sur. A partir del análisis de la población y considerando las áreas que se ubican entre las líneas actuales y de proyecto, se obtuvo el gasto de diseño para las líneas de los Brazos Norte y Sur y derivaciones, que además cumplen con el balance hídrico de la ciudad, con un horizonte de diseño al año 2035.

La distribución se hace a través de quince líneas: tres que van a la Zona Centro, dos a la Zona Norte, siete a la Zona Sur, una desde Chacona, una más desde San Agustín y por último, una desde Rancho Viejo. El suministro de agua se realiza mediante un Sistema Distrital de Distribución. En total, la red se integra por 132 distritos hidrométricos (Tabla 2).

Tabla 2. Líneas y cantidad de distritos de la red de distribución

Línea	Diámetro plg	No. de distritos	Línea	Diámetro plg
Zona Centro	12	5	Zona Sur	18
Zona Centro	18	11	Zona Sur	20
Zona Centro	20	7	Zona Sur	30
Zona Norte	30	56	Zona Sur	4
Zona Sur	14	3	Chacona	16
Zona Sur	12	2	San Agustín	4
Zona Sur	16	8	Rancho Viejo	8

DERIVACIONES

Es así como en el Brazo Sur están en proyecto ejecutivo 14 derivaciones, de la línea Coquelexquitzán - La Reliquia. Una derivación que sale del tanque Coquelexquitzán (8.2 l/s) y otra hacia el Jobo y Copoya (100 l/s), el resto a lo largo de la línea hasta la llegada al tanque de la Reliquia

(320 l/s). En total, se estarán entregando 428.2 l/s; sin embargo, del total, seis derivaciones van a quedar en preparación.

En relación con la Zona Norte, también están en proceso de instalación 17 derivaciones, de la línea Km4 hasta Berriozábal, de las cuales ocho quedarán en preparación. En total se estarán entregando 684.2 l/s, de este total, 200 l/s son para la población de Berriozábal y el resto a lo largo de la línea.

REGULACIÓN

Posterior a la potabilización de los caudales se realiza propiamente la distribución. Existen en total 110 estructuras (plantas potabilizadoras, rebombos, tanques de almacenamiento superficiales y elevados) donde se realiza el almacenamiento y/o regulación de los caudales, distribuidos de oriente a poniente en 2 franjas, una al norte y otra al sur de la ciudad. Los tanques en operación se localizan en elevaciones topográficas que garantizan un abastecimiento adecuado.

La mayoría de los tanques son superficiales y la capacidad de los mismos es variada desde 50 m³ hasta 2,500 m³, y el mayor de 6,000 m³. Son 30 los tanques que se encuentran fuera de operación. En la Tabla 3 están las características generales de la capacidad de regulación (datos del 2008).

Tabla 3. Características generales de la capacidad de regulación (2008) (ISO-2, 2009)

Tipo de estructura	No. de estructuras por tipo					
	Zona Norte		Zona Sur		Total	
	Opera	No Opera	Opera	No Opera	Opera	No Opera
Tanques	35	18	24	11	59	2
Rebombos	8	0	10	1	18	1
Potabilizadoras	1	0	2	0	3	0
Total	44	18	36	12	80	3

La capacidad total de los tanques es de 36,082 m³, de los cuales operan 27,362 m³ que corresponden al 76% de la capacidad instalada (Figura 1).

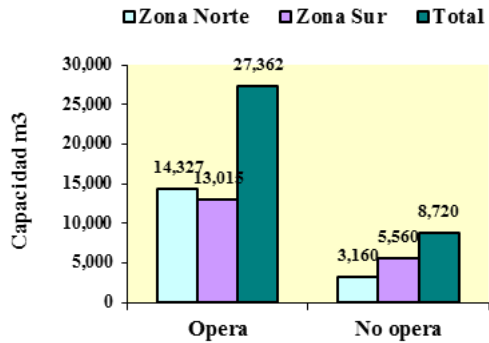
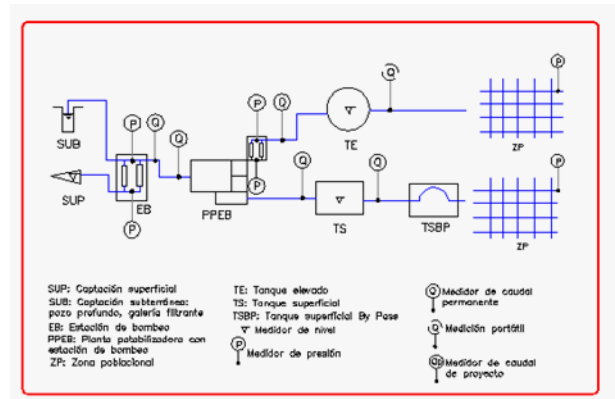


Figura 1. Capacidad de regulación (ISO-2, 2009)

DISEÑO CONCEPTUAL

El diseño conceptual en un plano de esquematización horizontal de la infraestructura hidráulica del sistema de agua potable, desde las fuentes de abastecimiento hasta la entrega a los Distritos Hidrométricos, facilita la identificación del funcionamiento del sistema. Esta esquematización alcanza gran valor gerencial toda vez que sirve de ayuda para ver en forma integral las unidades operacionales y las zonas de crecimiento en proyecto. Se elaboró con la simbología que indica el Manual de Macromedición del CEPIS-OPS (Agosto, 1985) (Figura 2).

Tomando como base la macromedición, se representa el sistema de agua potable del municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chis., mediante un esquema lineal. Destacan por su importancia la representación gráfica y sus datos contenidos en una tabla, las estaciones prioritarias de medición para modernización (existentes) y otras para su construcción e instalación (propuestas).



- (Q1) Estación existente de medición de caudal, permanente o no permanente
- (Q7) Estación de medición de caudal, diseñada y en proceso de instalación
- (Q4) Estación propuesta de medición de caudal
- (Q1) Estación prioritaria de medición de caudal
- (Q) Estación de telemetría de medición de caudal

Figura 2. Simbología CEPIS-OPS empleada en el Diseño Conceptual (Agosto, 1985)

MACROMEDICIÓN

La evolución y el rápido crecimiento del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SMAPA) en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chis., requieren de la medición de los volúmenes de producción. Actualmente las estaciones de medición existentes en la infraestructura de abastecimiento, excluyendo las del sistema distrital de distribución suman 80, de las cuales 34 son permanentes con medidor fijo y 46 no permanentes para mediciones puntuales o temporales con medidor portátil. Del total de las seis obras de captación, cinco son operadas directamente por el SMAPA y otra mediante concesión a una empresa privada. Las primeras no cuentan con equipo de macro medición permanente; en éstas se utiliza un equipo ultrasónico portátil o electromagnético de inserción para efectuar las mediciones.

En la captación de Ciudad del Agua, operada mediante la concesión, tanto a la entrada como a la salida de la planta potabilizadora (línea de 48" de diámetro) existen medidores ultrasónicos en buenas condiciones, con los que se mide el caudal de agua cruda que se capta y el agua potable que se entrega desde esta fuente. A la salida de las plantas de Bombeo 2 y 3 se mide el gasto con su respectivo medidor ultrasónico permanente.

Con objeto de poner en adecuadas condiciones de operación al Sistema, se dio prioridad a 29

estaciones, para lo cual se elaboraron sus fichas técnicas que contienen los datos puntuales de su condición actual, que incluyen los aspectos de obra mecánica (fontanería), eléctrica y civil.

Mediante el Esquema Gerencial se han ubicado las estaciones de medición de los procesos primarios de abastecimiento, tanto de la infraestructura existente, como de la que se encuentra en proceso de construcción y en proyecto de los Brazos Norte y Sur, incluyendo la entrega de agua en bloque al municipio de Berriozábal.

Este Esquema Gerencial se muestra de manera reducida y parcial en las figuras 3 y 4. El diseño conceptual al integrar las captaciones, bombeos, conducciones, estructuras de regulación y derivación a las redes, permite visualizar y definir más fácilmente las necesidades de medición y establecer sus prioridades.

Se incluyeron todas las estaciones ya mencionadas: las existentes, las que están en proceso de instalación en las obras de los Brazos Norte y Sur, las estaciones nuevas que se proponen, las que se consideraron prioritarias por el IMTA y el SMAPA, y aquellas seleccionadas para contar con telemetría.

En este esquema se representa cómo es el suministro de agua potable, que va desde la fuente de abastecimiento y sus líneas de distribución, por gravedad o bombeo; los distritos hidrométricos que se abastecen, tipos de medición existentes y propuestas prioritarias, e incluso las estaciones de telemetría prioritarias.

La esquematización en un plano se realizó en Autocad, integrado por capas, que va desde el esquema de la infraestructura hidráulica del sistema de agua potable; los distritos hidrométricos; estaciones de medición existentes con su tabla, estación de medición diseñada y en proceso de instalación, con su tabla, Zona Norte o Zona Sur, o ambas; estaciones de medición propuestas con su tabla, etc., de tal manera que es posible visualizar en el plano los datos requeridos. Las tablas antes mencionadas contienen los siguientes datos: el número de la estación, ubicación de la estación, tipo de estación (permanente o no permanente), tipo de medidor, diámetro de la tubería y observaciones.

Para la integración del Diseño Conceptual en un esquema horizontal del Sistema Municipal de Agua Potable, ha sido necesario contar con la información completa, de tal manera que los datos están presentes en el plano. En caso contrario, es un constante seguimiento de la información faltante

para su incorporación en el plano; dentro de otros datos que se pueden incorporar al plano son las distancias entre cada planta o tanque, tipo de material y diámetro de la línea de conducción o entrega e incluso edad de la red. Las figuras 3 y 4 muestran de manera reducida y parcial la integración de la red de suministro de agua de las partes norte y sur de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chis. Se es más preciso en la descripción de la información al incorporarse las tablas con los datos básicos de la infraestructura que está esquematizada.

RESULTADOS

Con la integración de información documental, los recorridos de campo y revisiones en conjunto con el personal técnico del SMAPA, se hicieron las siguientes propuestas: 29 estaciones prioritarias para modernizar y rehabilitar y 11 estaciones para telemetría. La Figura 5 muestra el resumen gráfico de estaciones de medición en infraestructura primaria (IMTA-1 2011).

De las 11 estaciones de medición seleccionadas para contar con telemetría 5 están en captaciones, 4 en potabilización y 2 en la infraestructura de entrega en bloque al municipio de Berriozábal. Son 29 las estaciones prioritarias de inversión: 23 existentes para rehabilitar y modernizar y, de las propuestas, 6 para construir e instalar.

De las 11 estaciones de medición seleccionadas para contar con telemetría 5 están en captaciones, 4 en potabilización y 2 en la infraestructura de entrega en bloque al municipio de Berriozábal. Son 29 las estaciones prioritarias de inversión: 23 existentes para rehabilitar y modernizar y, de las propuestas, 6 para construir e instalar.

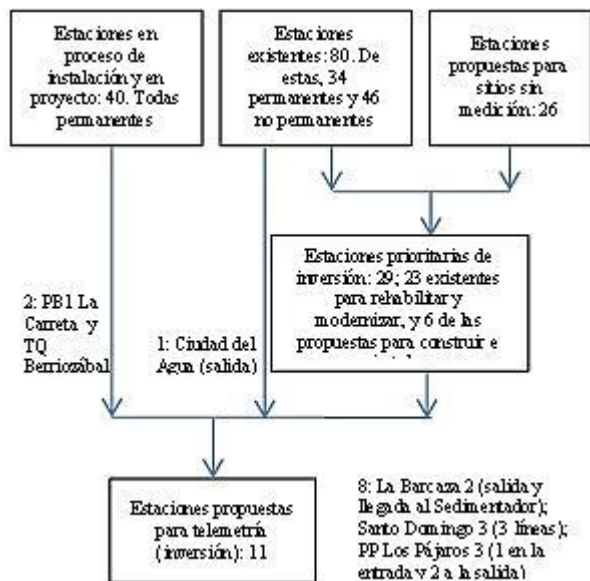


Figura 5. Resumen gráfico de estaciones de medición en infraestructura primaria.
Fuente: Elaboración propia con datos del SMAPA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ISO Desarrollos e Ingeniería, S.A. de C.V. (ISO-1 2009). Captaciones. Actualización del estudio de diagnóstico y planeación integral del sistema de agua potable y alcantarillado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chis. Capítulo 3.2.2.
- ISO Desarrollos e Ingeniería, S.A. de C.V. (ISO-2 2009). Tanques de regulación. Actualización del estudio de diagnóstico y planeación integral del sistema de agua potable y alcantarillado en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, Chis. Capítulo 3.2.6.
- Augusto, J. & al (1985). Macromedición. Manual DTIAPA No. C-9, CEPIS, Programa de Protección a la Salud, Lima.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA-1 2011) Informe final: Proyecto ejecutivo de macromedición.
- Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA-2 2011). Informe del levantamiento de estaciones de medición existentes así como de sitios propuestos por el SMAPA y el IMTA. Anexo A: Proyecto ejecutivo de macromedición.