

Tecnología Hidráulica

Hidráulica rural y urbana

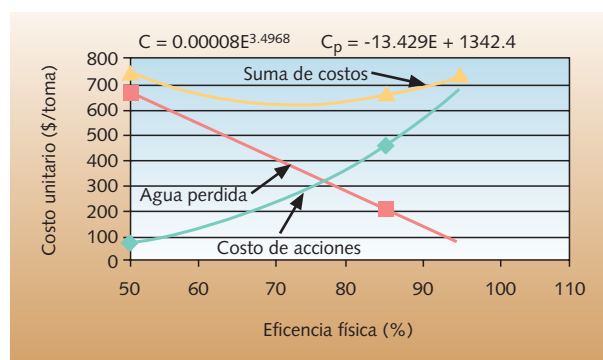
A solicitud de la SGC de la CNA, se propuso y validó una relación funcional entre el incremento de la eficiencia global de organismos operadores de agua potable y saneamiento y su costo. Esta relación es uno de los elementos básicos de la metodología contenida en el documento *Planeación de acciones de incremento y control de la eficiencia en sistemas de agua potable*, que la CNA difundirá en 2003 en todo el país. Para facilitar la aplicación de dicha metodología, se elaboró un manual que incluye un catálogo de costos unitarios de las acciones de mejora y una herramienta de cálculo denominada *Sesía*. Adicionalmente, y como parte de las herramientas para apoyar la consolidación de algunos programas de apoyos federalizados de la CNA, se desarrolló un método para evaluar y dar seguimiento a las metas asociadas con el incremento de la eficiencia. El método describe los procedimientos y especificaciones que deben seguir los organismos operadores para reportar los resultados de cada una de sus etapas a la entidad que financie el programa. El uso de esta metodología permitirá a los organismos operadores preparar la documentación necesaria para acceder a los recursos del Programa para la Modernización de Organismos Operadores de Agua.

La SGC de la CNA seleccionó al IMTA como evaluador externo del Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento en Zonas Urbanas. Durante 2002, el programa financió acciones en 37 ciudades distribuidas en 16 estados de la República, por un monto de 380 millones de pesos. La evaluación realizada incluyó la verificación física y

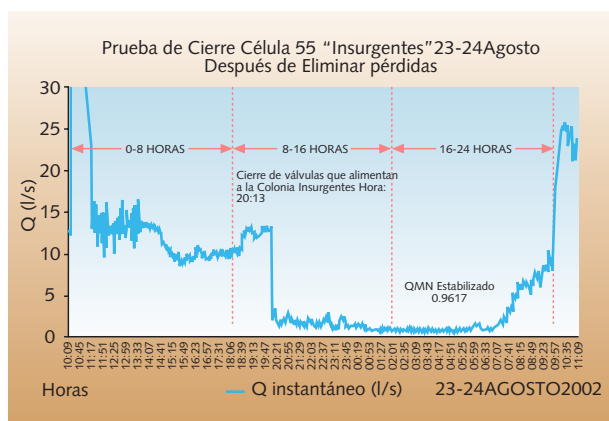
financiera de las obras, el cumplimiento de las reglas de operación, la elaboración de la propuesta de modificación de reglas para eficientar el uso de los recursos asignados al programa, la estimación de los beneficios socioeconómicos y la realización de una prospectiva del programa en el corto, mediano y largo plazos a niveles local, estatal y nacional.

El desarrollo de una metodología para la determinación de estructuras tarifarias es otra de las acciones dirigidas al apoyo de organismos operadores que la SGC le encargó al IMTA. El producto tecnológico resultante incluye recomendaciones y procedimientos para elaborar, revisar o mejorar la estructura tarifaria, un sistema para consultar y comparar estadísticas de tarifas de diferentes ciudades, y dos hojas de cálculo para hacer la estimación de las estructuras tarifarias de organismos operadores con diferentes niveles de consolidación.

Por encargo de la Comisión Estatal de Aguas de Querétaro se formuló un plan de sectorización denominado *Sistema celular de distribución de agua*, que se aplicó en la red de abastecimiento de la ciudad de Querétaro. En este caso, la meta principal



CURVA DE EFICIENCIA FÍSICA VS. COSTO UNITARIO



PRUEBA DE CIERRE EN LA CÉLULA 55 DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE QUERÉTARO

fue disminuir las pérdidas hasta alcanzar niveles iguales o menores al 15% en cada célula. Los trabajos realizados por la Comisión y el IMTA incluyeron la estimación del potencial de pérdidas por fugas y tomas clandestinas, la actualización y digitalización del padrón de usuarios y del catastro de redes, la localización y reparación de fugas, la regularización de los usuarios clandestinos, las pruebas y evaluaciones de eficiencias volumétricas en las células, y la determinación de los beneficios económicos y de conservación de agua logrados. Como resultado se logró elevar la eficiencia física al 85% en 31 células, alcanzando una relación beneficio-coste de 2.5.

A solicitud de la Gerencia Regional Península de Yucatán de la CNA, se desarrolló un sistema de información geográfica con el inventario de cenotes en Yucatán, que incluye información geológica, hidráulica, de conservación, aprovechamiento y de calidad del agua. Además de permitir la consulta, el sistema cuenta con herramientas para el procesamiento estadístico de la información. A la fecha, se cuenta con el registro de 1,200 cenotes. La información de cien de éstos fue verificada en campo.

A petición de la Semarnat, el IMTA continuó a cargo de la supervisión técnica del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua en instituciones federales. Al respecto, se logró aumentar en 55 el número de dependencias y entidades inscritas, para alcanzar un total de 85, con lo cual se cumplió con la meta presidencial asignada al IMTA. Se impartieron 18 cursos sobre la implantación del Programa y los lineamientos generales para su administración a

través de una base de datos vía *Internet*. Como complemento, se llevaron a cabo 17 visitas a instituciones de nuevo ingreso para asesorarlas en la elaboración de sus programas respectivos. Adicionalmente, se elaboró el documento técnico denominado *Instructivo para uso eficiente del agua en edificios*, que será publicado y distribuido por la Semarnat entre las dependencias y entidades del gobierno federal en 2003.

Obras y equipos hidráulicos

Se brindó el servicio de mantenimiento y calibración de 504 molinetes pertenecientes a diferentes clientes, entre los que destacan, la CNA, la CFE y diversas asociaciones de usuarios de riego.

Como parte de un programa para mejorar la medición y controlar los volúmenes de agua para riego que se derivan de las presas, la SGO de la CNA encargó al IMTA la elaboración de cuarenta proyectos ejecutivos de sistemas para la medición de las extracciones de presas prioritarias. Adicionalmente a los proyectos ejecutivos, como resultado de este estudio, se generaron recomendaciones para seleccionar el sistema de medición en función del tipo de conducción.

Para atender ciertos problemas geosísmicos a los que se ven sujetas las obras civiles de la CNA, la SGT solicitó al IMTA la elaboración de una guía técnica para evaluar la influencia de las condiciones locales en la respuesta dinámica del terreno. Como resultado se generaron recomendaciones prácticas para caracterizar la respuesta dinámica de los sitios de emplazamiento de las obras. Estas recomendaciones incluyen un instructivo con información geotécnica y sísmica para la revisión de la seguridad de las obras. Con este fin se elaboraron los procedimientos siguientes: caracterización del subsuelo, basado en el perfil estratigráfico y las propiedades mecánicas de los estratos; análisis de amplificación dinámica del movimiento del terreno, basado en factores de sitio e intensidades sísmicas; intensidades sísmicas regionales representadas por la aceleración máxima del terreno; espectros de sitio para diseño sísmico y criterios para evaluar vibraciones de cimentaciones para maquinaria.

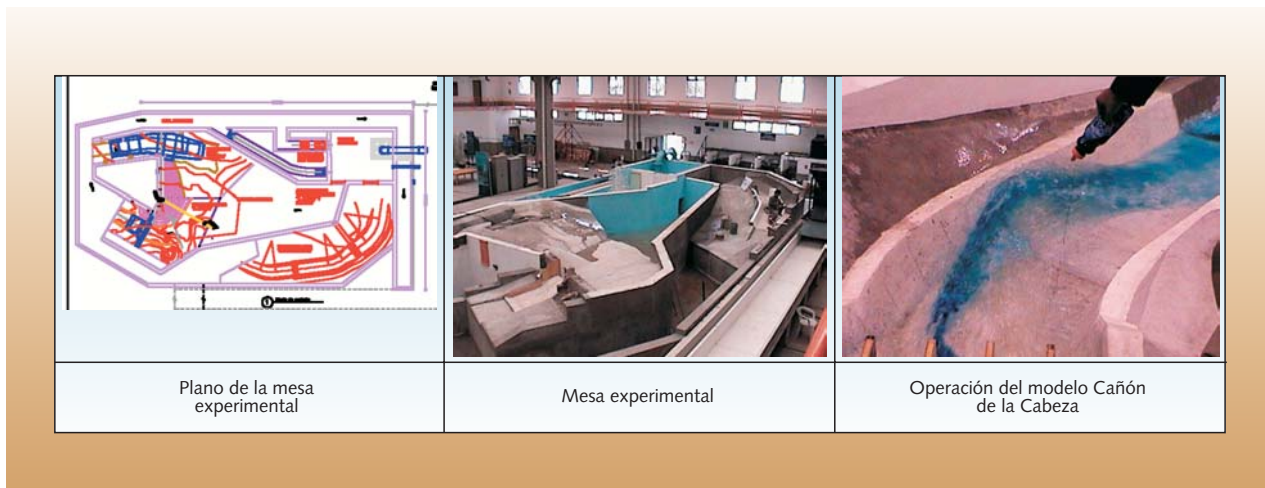
Tipo de conducción en la descarga de la obra de toma	Sistema recomendado
Túnel trabajando como conducto abierto de pequeñas dimensiones (hasta 5 m de ancho y 3 m de tirante).	Sensor ultrasónico de velocidad y nivel en la parte superior del conducto.
Túnel trabajando como conducto abierto de grandes dimensiones (más de 5 m de ancho y más de 3 m de tirante).	Sensores ultrasónicos de velocidad en las paredes del conducto y sensor ultrasónico de nivel en la parte superior.
Tubo con suficiente longitud expuesta para la colocación de sensores.	Sensores ultrasónicos de velocidad colocados desde el exterior del tubo.
Tubo embebido sin suficiente longitud expuesta para la colocación de sensores con acceso al interior.	Sensores ultrasónicos de velocidad colocados en el interior del tubo.
Tubo embebido sin suficiente longitud expuesta para la colocación de sensores y sin acceso al interior.	Medición aguas abajo, sobre el cauce o el canal de descarga, a través de alguna de las siguientes opciones: <ul style="list-style-type: none"> – Aforador de garganta larga. – Sensor ultrasónico de velocidad y nivel en la parte superior (canales o cauces pequeños). – Sensores ultrasónicos de velocidad en las paredes del cauce o canal y sensor ultrasónico de nivel en la parte superior (canales o cauces grandes). – Sensor de nivel con curva de calibración. – Vertedor con totalizador volumétrico.

A solicitud de la SGO se estudiaron los vertedores de excedencias de las presas El Naranjo, Col.; Cañón de la Cabeza, Dgo.; y Moraleños, Zac., mediante modelos de laboratorio. Las presas tienen las siguientes características:

La presa El Naranjo está proyectada para construirse en el río Cihuatlán, en Colima. Tiene como finalidad aprovechar los escurrimientos para uso agrícola, generar energía hidroeléctrica y controlar avenidas. La cortina es de materiales graduados, con una altura máxima de 47.6 m y una longitud de 740 m. El vertedor es de eje recto, con descarga controlada, de 40 m de longitud; se localiza en la parte media de un dique de sección de gravedad de 200 m; su gasto de diseño es de 4,000 m³/s, con una carga hidráulica de 18.65 m y una caída de 13.25 metros.

La presa Cañón de la Cabeza se construye en el río Aguanaval en Durango, con fines de riego y control de avenidas. Tiene una cortina de materiales graduados con una altura máxima de 56 m y una longitud de 230 m. El vertedor mide 34 m de longitud, es de eje recto con descarga controlada, se localiza en la parte media de la cortina, tiene carga de diseño de 10.84 m, para un gasto máximo de 2,425 m³/s con una caída de aproximadamente 21 metros.

La presa Moraleños se construye con fines de riego en el río Calvillo, en Zacatecas. La cortina es de materiales graduados, con 41 m de altura máxima y 211 m de longitud. El vertedor es un canal lateral con descarga libre, se localiza en la margen derecha de la boquilla, tiene 70 m de longitud y su carga de diseño es de 3.97 m, para un gasto máxi-



MODELOS HIDRÁULICOS

mo de 1,107 m³/s. Vierte a una caída de aproximadamente 9 m y tiene un canal de descarga de 220 m de largo.

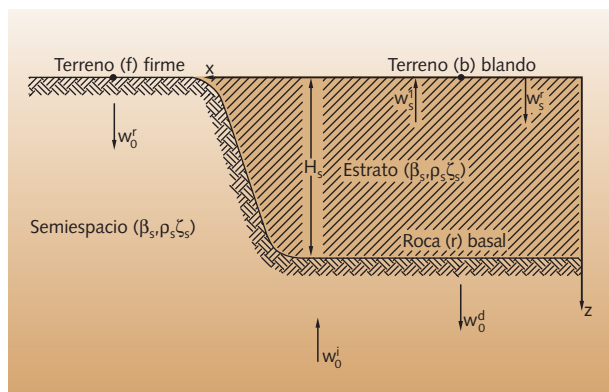
La operación de los modelos permitió estudiar el funcionamiento hidráulico de los diseños propuestos y determinar las modificaciones necesarias para mejorar o corregir los canales de acceso, las secciones vertedoras y los canales de descarga.

En años recientes, la CNA ha llevado a cabo una serie de actividades encaminadas a aumentar, de manera sustancial, la seguridad de las presas del país. Como parte de estas acciones, el IMTA organizó dos cursos de capacitación sobre seguridad de presas en temas geotécnicos, a los que asistieron sesenta ingenieros de la CNA. Dichos cursos ofrecieron un panorama general de los aspectos geotécnicos relevantes, tales como: estudio preliminar, diseño, construcción, conservación e inspección. Se enfatizó sobre los problemas geotécnicos que se pre-

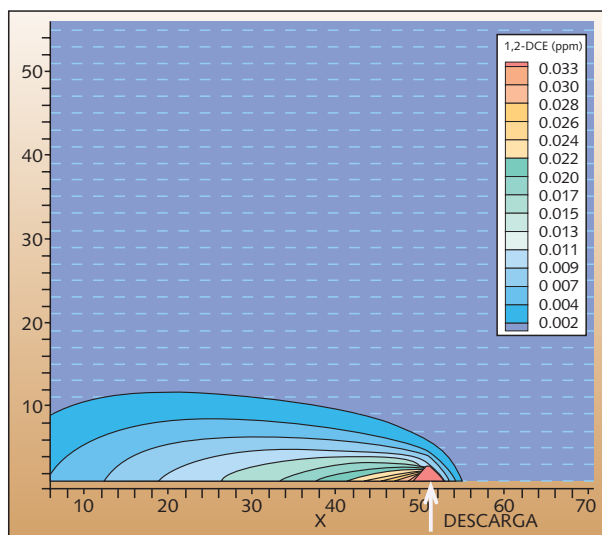
sentan con mayor frecuencia, como: tubificación, agrietamiento, deslizamiento, pérdida de borde libre y suelos dispersivos. Los cursos se desarrollaron con el apoyo de varios materiales didácticos, entre los que está el libro *Geotecnia en ingeniería de presas*, editado y publicado por el Instituto.

Hidráulica ambiental

Petroquímica Pajaritos, S.A. de C.V., le solicitó al IMTA estudiar el comportamiento de la pluma de dispersión producida por su descarga de agua residual al río Coatzacoalcos. Los contaminantes encontrados en la descarga fueron: 1-1 dicloroetano,



MODELO PARA EVALUAR LA INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES LOCALES DEL SUBSUELO



MODELACIÓN NUMÉRICA DEL 1,2 DICLOROETANO EN LA ZONA DE DETALLE

1-2 dicloroetano, 1-1-2 tricloroetileno, benceno, tetracloruro de carbono, percloroetileno y tricloroetileno. Mediante monitoreo ambiental y modelación numérica se determinaron el perfil, los niveles de la pluma de dispersión y la zona de influencia de la descarga de dichos compuestos. Los datos obtenidos con la modelación numérica resultaron ser del mismo orden de magnitud que el de los valores y límites derivados de las pruebas de campo y laboratorio.

Calidad e hidráulica industrial

Con la finalidad de contar con herramientas para la capacitación del personal técnico dedicado a la inspección y verificación del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas del sector agua, la SGAA de la CNA encargó al IMTA el desarrollo de ocho paquetes didácticos sobre las normas siguientes: NOM-001-ECOL-1996: *Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales*, NOM-003-ECOL-1997: *Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público*, NOM-127-SSA1-1994: *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*, NOM-052-ECOL-1993: *Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente*, NOM-003-CNA-1996: *Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos*, NOM-004-CNA-1997: *Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general*, NOM-006-CNA-1997: *Fosas sépticas prefabricadas-Especificaciones y métodos de prueba* y NMX-C-031-1983: *Características de calidad en fosas sépticas de asbesto-cemento*.

Por encargo de la SGAA, se elaboraron dos anteproyectos de normas oficiales mexicanas: el *Anteproyecto de norma oficial mexicana para uniformar las estructuras de descarga de efluentes en*



ESTRUCTURA DE DESCARGA DE EFLUENTES

aguas nacionales y el *Anteproyecto de norma oficial mexicana de instalación de macromedidores para pozos de extracción de aguas nacionales*. Ambos anteproyectos se presentarán durante 2003 al Comité Consultivo Nacional de Normalización del Sector Agua para su análisis y discusión en los grupos de trabajo pertinentes, para posteriormente proceder a su aprobación como proyectos de normas oficiales mexicanas.



INSTALACIÓN DE MACROMEDIDORES EN POZOS DE EXTRACCIÓN

