

Tecnología Hidráulica

Calidad e hidráulica industrial

Como parte de la coordinación técnica del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, y en atención al convenio de colaboración que tiene el IMTA con la Fundación Gonzalo Río Arronte (FGRA), se dio seguimiento a 38 proyectos desarrollados entre los años 2003 y 2005, a 13 que se tienen en ejecución y a los compromisos adquiridos por el gobierno del estado de Michoacán, a través de los municipios de Pátzcuaro, Quiroga, Erongarícuaro, Tzintzuntzan y Huiramba. La realización de estas actividades permitió depurar y actualizar el sistema de información geográfica del programa; se establecieron y pusieron al día la batería de indicadores socioambientales; se coordinaron y llevaron a cabo diversas actividades de comunicación, difusión y promoción, y se generó el *Libro Blanco* del programa. Cabe destacar que la evolución de los indicadores, durante el periodo 2003-2006, muestra una clara tendencia a la recuperación del lago de Pátzcuaro; por ejemplo, el índice de calidad del agua pasó de 54.5 a 60 puntos.

Con el fin de promover soluciones en materia de agua para zonas marginadas y comunidades en condiciones de pobreza extrema, y como complemento al esfuerzo desarrollado entre 2004 y 2005 dentro del marco del programa de referencia, periodo en el que se transfirieron cerca de 1,500 tecnologías asociadas con el abastecimiento, captación, almacenamiento, potabilización, aprovechamiento y tratamiento del agua a escala familiar, y con el uso racional de la leña, se inició la transferencia de 391 paquetes tecnológicos en materia de agua, que incluyeron 3,128 tecnologías, mismas que se distribuirán en, por lo menos, diez comunidades de los cinco

municipios participantes en el programa. Cada paquete incluye ocho tecnologías: techo de lámina de fibrocemento para captación de agua de lluvia, cisterna para almacenamiento de agua, huerto familiar para la producción de alimentos con fines de autoconsumo, sistema de riego equipado con tanque de descarga de fondo, bicibomba para suministro y elevación del agua, concentrador solar para la desinfección del agua para consumo humano, biofiltro (lavadero ecológico) y biodigestor para el tratamiento de aguas grises y negras. Dichas tecnologías son de bajo costo, no generan dependencia y están diseñadas para facilitar su construcción y apropiación social. El esfuerzo involucra directamente a los beneficiarios quienes, previa capacitación, se encargan de la construcción, operación y mantenimiento de todos y cada uno de los sistemas. Es así como se logra la apropiación local de la tecnología y los usuarios incrementan sus oportunidades y capacidades para construirse una vida más digna, a la vez que se convierten en los actores principales de su desarrollo. Para atender este compromiso, además de contar con el apoyo de la FGRA y de los tres niveles de gobierno, se trabaja conjuntamente con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y la Universidad Autónoma de Zacatecas. Entre los avances y resultados de 2006 resaltan los siguientes: diseño, elaboración e impresión de materiales de difusión, sensibilización y capacitación; capacitación de 276 personas a través de 14 cursos-taller en tres comunidades: siete en San Pedro Pareo y seis en La Vitela, Pátzcuaro, más uno en Sanambo, Quiroga. Además, se inició la construcción de 105 paquetes tecnológicos: 55 en San Pedro Pareo, 34 en La Vitela y 16 en Sanambo.



SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA (SCALL), BIODIGESTOR EN CONSTRUCCIÓN, CONCENTRADOR SOLAR PARA DESINFECCIÓN DE AGUA Y CISTERNA CAPUCHINA

Para el organismo de cuenca Península de Yucatán de la Conagua, se desarrolló un programa para el fortalecimiento de las capacidades de gestión hídrica de los integrantes del Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán y de sus órganos auxiliares. Para tal fin, se organizó e impartió en tres sedes: Cancún, QR; Mérida, Yuc., y Campeche, Cam., el taller *Fortalecimiento de la gestión hídrica en una cuenca*, con un total de 76 participantes. De la misma manera, con la finalidad de fortalecer las capacidades para la gestión de los recursos hídricos de cuencas hidrológicas, para el Organismo de Cuenca Golfo Centro de la Conagua, se impartieron talleres de capacitación para los integrantes y órganos auxiliares de los consejos de cuenca de los ríos Coatzacoalcos, Papaloapan y del Tuxpan al Jamapa. En el mismo tenor, se capacitaron 44 técnicos a través de tres talleres en Orizaba, Coatzacoalcos y Jalapa, Ver., en *Formulación e interpretación de escenarios de prospectiva de oferta y demanda hídrica en los consejos de cuenca*.

Hidráulica rural y urbana

Con el fin de establecer e iniciar acciones para mejorar las eficiencias física y comercial, el

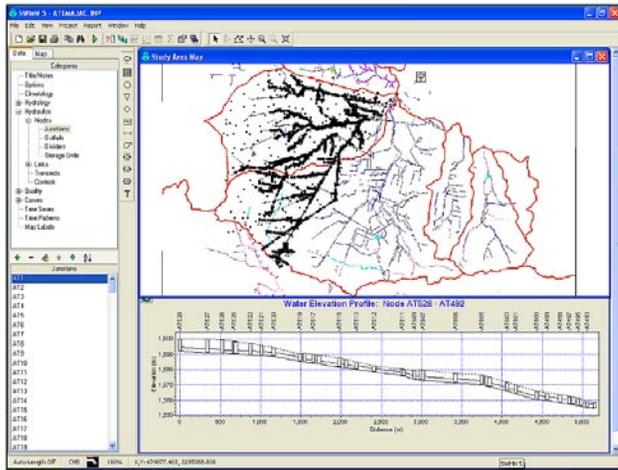


TALLER EN CANCÚN, QUINTANA ROO

Organismo Operador Municipal de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (OOMAPAS) de San Luis Río Colorado, Son., contrató al IMTA para supervisar la sectorización de un distrito hidrométrico piloto y la actualización del padrón de usuarios. Al respecto, se identificaron 6,072 tomas no registradas de un total de 55,991, con lo que el organismo se encuentra en condiciones de regularizar cerca del 10% de su padrón de usuarios. Por otra parte, con el fin de evaluar el estado del sistema de distribución del golfo de Santa Clara, Son., y ante la inminente llegada de nueva infraestructura hotelera y comercial, el OOMAPAS solicitó al IMTA elaborar un diagnóstico técnico y proponer alternativas para mejorar la calidad del servicio.

A solicitud de la Junta de Agua y Drenaje de la ciudad de Matamoros, Tam. (JAD), con el fin de planear una mejor operación y, consecuentemente, mejorar el servicio a los usuarios, se hizo un estudio para sectorizar la red de agua potable de la ciudad. Para tal fin, con la aplicación del sistema de cómputo *Scadred*, desarrollado en el IMTA, se construyó y calibró un modelo de simulación hidráulica, y se procedió al diseño de los sectores hidrométricos. La propuesta final incluye seis sectores principales, cuya implantación facilitará tanto la operación de la red como la distribución de caudales, así como la elevación y el cálculo de las eficiencias física, comercial y global.

En el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se lleva a cabo una serie de proyectos para mejorar el uso y aprovechamiento del recurso agua en las zonas urbanas de la cuenca. En la ciudad de Pátzcuaro se desarrollan diversas acciones para mejorar la infraestructura de la red de distribución y la calidad del servicio; de esta manera se podrá incrementar el horario de suministro, pasando de 2 a 8 h diarias en promedio. Así, se ha logrado



SWMM 5. ATEMAJAC. MAPA DEL ÁREA DE ESTUDIO

mejorar el servicio y las eficiencias física y comercial en tres sectores prioritarios: Huecorio, Itzi-Huriata y Revolución. De igual forma, mediante un programa para el control y reducción integral de fugas, la sustitución de treinta válvulas de seccionamiento y la reordenación de la distribución en seis líneas de conducción primarias, se han logrado disminuir las pérdidas en 15 l/s. Gracias a estos esfuerzos, al mes de septiembre los ingresos del organismo crecieron en un 29 por ciento.

Por otra lado, con objeto de reducir las descargas de aguas crudas al lago, en un esfuerzo conjunto con la Conagua, el gobierno del estado de Michoacán y el municipio de Pátzcuaro, se desarrollan actividades para incrementar la cobertura de alcantarillado sanitario, complementar el colector principal del río Guani y rehabilitar las plantas de tratamiento Pátzcuaro I y Pátzcuaro II. Como parte de este compromiso, se dio mantenimiento al equipo electromecánico de las plantas, se elaboró un proyecto ejecutivo para la interconexión de colectores en las calles Paseo e Ignacio Zaragoza y se desarrolló el proyecto ejecutivo con el fin de completar los colectores principales para conducir más del 90% de las aguas residuales que produce la ciudad de Pátzcuaro hacia sus plantas de tratamiento. De esta manera, una vez que se ejecuten las obras y se concluya la rehabilitación de las plantas, se estará en condiciones de tratar más de 120 l/s, lo que se espera ocurra durante el segundo semestre de 2007.

Para la ciudad de Quiroga, Mich., se efectuó la inspección física y la conformación de los dos distritos hidrométricos diseñados en 2005; se verificó su aislamiento, se actualizó el catastro de la red de distribución y se identificaron las pérdidas

comerciales en las que la cartera vencida es alta. Asimismo, se identificaron fugas en válvulas y tanques, las cuales se repararon, y se impermeabilizó el tanque del Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Michoacán. Como resultado de estas acciones, se estima la recuperación de un caudal de 12 litros por segundo.

Para las localidades de Tzintzuntzan y Erongarícuaro, sobre la ribera del lago de Pátzcuaro, se impulsó la recaudación por el servicio de agua y la organización institucional en labores comerciales y de control de usuarios. Se aumentó sustancialmente la eficiencia comercial gracias a que se sostuvieron las estrategias de cortes a los morosos, envíos de recordatorios a la ciudadanía y actualización del padrón de clientes. En apoyo a estas actividades, se impartieron cursos de capacitación a los empleados de los municipios, para habilitarlos en el uso de equipos de oficina y paquetes de cómputo. Así, se pudieron proponer tarifas para 2007 más adecuadas y se implementaron páginas de Internet para agilizar la transparencia y rendición de cuentas a la ciudadanía. Cabe resaltar que, entre los resultados obtenidos, se logró una recuperación de cartera vencida del 11% mensual en Erongarícuaro, mientras que en Tzintzuntzan se incrementaron los ingresos en un 20.4 por ciento.



ZANJA DE OXIDACIÓN FUERA DE SERVICIO EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES LAS GARZAS, PÁTZCUARO, MICHOACÁN



DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN QUIROGA, MICHOACÁN

Obras y equipos hidráulicos

Dentro del programa de instrumentación de las obras de toma de las centrales hidroeléctricas de la CFE, el IMTA participó en la supervisión técnica de la instalación del medidor de tiempo de travesía de cuatro trayectorias en el tubo de conducción de la Unidad 2, con un diámetro de 6.20 m, una longitud de 240 m, una inclinación de 60° y un caudal de 0 a 210 m³/s de la central hidroeléctrica Ing. Manuel Moreno Torres, Chicoasén, Chis. Durante las pruebas de arranque del sistema, con una variación de caudales de 44 y 192 m³/s, y de 55 a 300 MW de energía turbinada, se determinó una incertidumbre en la medición del caudal menor del 0.6%, por lo que se puede afirmar que el sistema de medición cumple ampliamente el



SISTEMA DE MEDICIÓN EN EL CANAL PRINCIPAL DE LA TOMA NORTE DE LA PRESA MARTE R. GÓMEZ, TAMAULIPAS

requisito de precisión del 2% establecido para este tipo de sistemas.

Con el fin de apoyar el programa de mejoramiento de la medición emprendido por la Conagua, la SGIH encargó al IMTA la supervisión y mantenimiento de 13 sistemas de telemedición de las obras de toma de diferentes presas de almacenamiento. Con estas acciones se logró mejorar y mantener la operación de los medidores que transmiten sus datos vía satélite a las oficinas de los distritos de riego. Asimismo, se desarrollaron siete proyectos para implantar sistemas de telemedición en las siguientes presas: Santiago Bayacora, Guadalupe Victoria, Cointzio (tomadas del organismo operador de Morelia), San Gabriel, el Chique, Ignacio Allende y toma norte de la presa Marte R. Gómez. De igual manera, se instaló en la presa Cointzio un sistema piloto para monitorear el nivel del embalse. Adicionalmente, y como parte del proceso de transferencia, adaptación y modernización de sistemas de telecontrol, se instaló un sistema para apagar y encender, vía remota, uno de los pozos de la mesa arenosa en el distrito de riego.

Para la misma SGIH, se construyó un modelo físico con objeto de evaluar y estudiar el comportamiento hidráulico del vertedor de la presa El Carrizo, Jal. El diseño original consiste en un vertedor de medio abanico de cresta libre de 90 m de longitud, carga de diseño de 3.59 m, para un gasto máximo de 1,223 m³/s y una caída total de 43 m, localizado en un puerto de la margen izquierda de la cortina. Mediante las pruebas de aplicación al modelo físico se detectaron deficiencias en el funcionamiento hidrodinámico de la rápida, por lo que se propuso modificar el diseño y adoptar un vertedor de abanico completo con la misma longitud y caída. Con esta recomendación se garantiza la eliminación de los problemas detectados y se incrementa la seguridad de la estructura vertedora de la presa. Cabe mencionar que el estudio se efectuó en forma simultánea con la construcción de la presa, por lo que se mantuvo una coordinación estrecha con la Comisión Nacional del Agua.

A solicitud de Pemex, el IMTA llevó a cabo la inspección del tanque criogénico de almacenamiento de amoníaco FB-1201 con capacidad de 20,000 T/M para determinar su integridad mecánica, tomando como base el estándar API 653. Para ello, se hicieron pruebas no



INSTALACIÓN DE SENSORES INTERNOS EN LA TOMA DE LA PRESA IGNACIO ALLENDE, GUANAJUATO

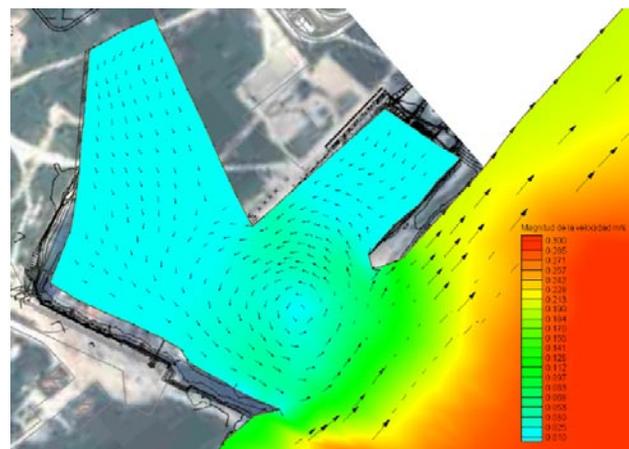
destructivas mediante las técnicas de inspección visual, medición de espesores, inspección ultrasónica volumétrica, inspección con fuga electromagnética, MFL, estudios metalográficos y ensayos de dureza aplicados al metal base y soldaduras. También se hizo el análisis estructural de cargas que puede soportar el domo, prueba neumática a solapas de refuerzo, registro detallado para la deflexión vertical y lateral de las traves principales, desmontaje de las juntas de expansión del tanque, estudio de la pintura exterior del tanque, desmontaje del pasamanos, instalación de un nuevo pasamanos, diagnóstico y reparación de las trazas eléctricas, revisión de la cimentación del tanque criogénico, elaboración del procedimiento de reparación y análisis a la perlita expandida del espacio anular.

Hidráulica ambiental

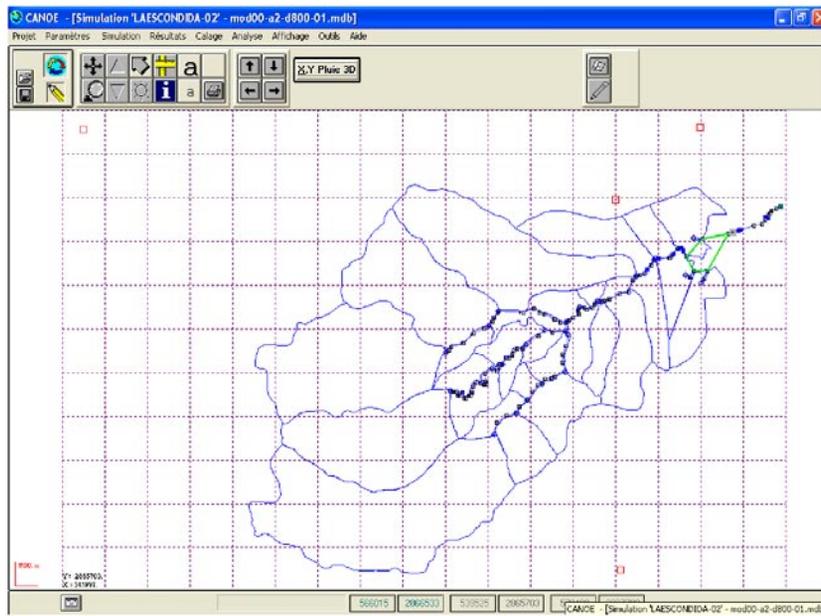
Con objeto de incrementar las operaciones de la empresa Calizas Industriales del Carmen S. A. de C. V., en el puerto de Playa del Carmen, QR., es necesario practicar una ampliación de la dársena o recinto portuario. Para dicha ampliación se requiere generar y presentar, ante las autoridades correspondientes, el estudio Manifestación de impacto ambiental el cual, a su vez, debe contemplar estudios base de la hidrodinámica costera y de los impactos esperados por las explosiones y vibraciones durante la ampliación. El IMTA, a través de un contrato con la empresa Bienes Raíces y Construcción, S. A. de C. V., llevó a cabo una serie de estudios oceanográficos (medición y

modelación), así como de las posibles alteraciones hidrodinámicas que se podrían presentar por efecto de las explosiones en el área del puerto. De esta manera, se realizó una serie de modelaciones hidrodinámicas bajo diferentes escenarios: en condiciones actuales, con modificaciones que se pretenden efectuar en el puerto, con posibles derrames de combustible. Las simulaciones permitieron caracterizar los efectos provocados por la ampliación del puerto y de la dispersión de un posible derrame de combustible. Finalmente, se estableció el impacto probable de las explosiones que se harán durante las actividades de excavación para la ampliación.

Mediante un convenio de colaboración con el Republicano Ayuntamiento de Reynosa, Tam., se propuso y llevó a cabo el proyecto de una obra para el control de niveles en la laguna La Escondida, localizada al sureste de la ciudad de Reynosa. La obra tiene gran relevancia debido a que dicha laguna es un paraje de descanso para numerosas especies de aves migratorias y ha representado un lugar de esparcimiento para los habitantes de la ciudad. Sin embargo, hoy en día se encuentra en estado de contaminación y deterioro ambiental críticos. Su existencia se ve amenazada debido a que diferentes asentamientos irregulares se han establecido en las áreas ribereñas. Ante esta problemática, las autoridades municipales han emprendido acciones encaminadas a la recuperación y rehabilitación. Como parte de este esfuerzo, el IMTA fue requerido para diseñar una obra que permita mantener el nivel de la laguna en la cota 28.50 msnm, y así crear una barrera natural que impida la invasión de asentamientos irregulares sobre su superficie. Con



HIDRODINÁMICA AL INTERIOR DEL PUERTO DE PLAYA DEL CARMEN, QR., CON AMPLIACIÓN EN CONDICIONES DE MAREA SALIENTE

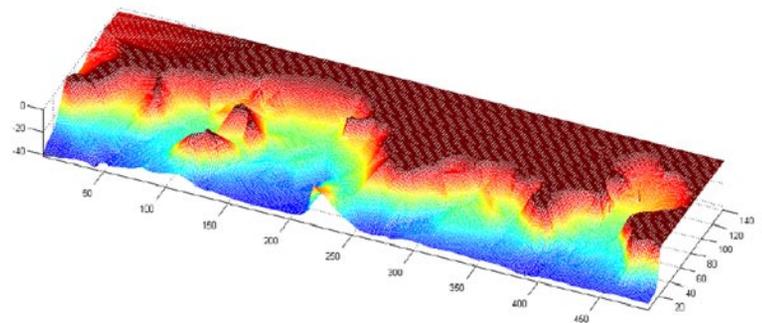


PANTALLA DE VISUALIZACIÓN DEL MODELO DE LA CUENCA Y MALLA TRIDIMENSIONAL DE LLUVIAS

esa finalidad, se propuso una compuerta auto-operante tipo AMIL® para control del nivel. En su diseño geométrico se empleó una herramienta de simulación hidrodinámica que permite estimar los gastos de diseño para escurrimientos generados por eventos pluviales, con 25 años de periodo de retorno. La compuerta fue modelada con la ayuda de aplicaciones de control en tiempo real, lo que hizo posible evaluar su funcionamiento hidráulico en régimen no permanente y estimar el gasto necesario de trasvase para el periodo de estiaje.

Como parte del Estudio de clasificación de la bahía de Ixtapa-Zihuatanejo, Gro., enmarcado dentro de los fondos sectoriales Conacyt-Conagua, se ha llevado a cabo un conjunto de mediciones oceanográficas y meteorológicas en la bahía de Zihuatanejo e Ixtapa. Las mediciones han sido enfocadas hacia la caracterización de la hidrodinámica y meteorología de la zona. Se han determinado la batimetría, las corrientes (eulerianas y lagrangeanas), la estructura vertical de la columna de agua y termistores. El periodo de monitoreo se inició en octubre de 2005 con la batimetría y determinación de la distribución espacial de variables fisicoquímicas. En la segunda campaña (enero de 2006) se complementó la información batimétrica y de variables físicas de la estructura vertical de la columna de agua. En marzo de ese año se efectuó la tercera campaña, que consistió en la medición de corrientes y mareas,

así como de la estructura térmica de la columna de agua. Como parte de estas mediciones se instalaron anclajes durante marzo, abril y mayo en la bahía de Zihuatanejo e Ixtapa. Asimismo, debido a que actualmente dos de las plantas de tratamiento de Zihuatanejo están descargando aguas residuales en la laguna de La Salina, durante la campaña de noviembre de 2006 las mediciones se concentraron, en gran parte, en establecer la hidrodinámica de la laguna. Actualmente, se tiene caracterizado el patrón de velocidades y la estructura vertical de la zona de estudio. La siguiente fase será modelar estas condiciones ambientales y evaluar escenarios como apoyo para el cumplimiento del Programa Playas Limpias, coordinado por la Comisión Nacional del Agua.



BATIMETRÍA DEL ÁREA DE IXTAPA-ZIHUATANEJO, GRO., DERIVADA DE LAS MEDICIONES CON LA ECOSONDA Y DATOS BATIMÉTRICOS DE LA SECRETARÍA DE MARINA

Con el fin de analizar los mecanismos de liberación del fósforo que se acumula en los sedimentos de cuerpos de agua y sus efectos hacia la columna de agua, se llevó a cabo un experimento de laboratorio controlando factores fisicoquímicos, como la temperatura y el pH. Bajo el entendido de que no existe precipitación, el incremento en la concentración del fósforo en agua es controlado por la tasa de flujo de las sustancias en el sedimento y en la propia agua. Bajo este principio, y en laboratorio, es posible cuantificar dicha tasa con un balance de masa en todo el sistema. Para tal fin, se deben confinar los sedimentos en tubos o cámaras. En esta ocasión, y

con el fin de estudiar muestras de sedimentos del lago de Pátzcuaro, se diseñaron e instrumentaron cuatro columnas cilíndricas de acrílico de 51 cm de altura y un diámetro interno de 25 cm. En tres de las columnas se colocaron muestras de agua y sedimento extraídas del sitio conocido como El Cuello, en el lago de Pátzcuaro. La cuarta columna sirvió como testigo sin sedimentos. Las muestras de agua de las cuatro columnas se enviaron al laboratorio para análisis de fósforo total, reactivo y soluble durante 53 días. De los resultados de los análisis se obtuvo que la mayor tasa de liberación de fósforo total es de 0.49 mg/m²/día, cifra baja si se compara con la de otros lagos.