

Tecnología Hidráulica

Hidráulica ambiental

En el marco del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, que se ejecuta con el apoyo de la Fundación Gonzalo Río Arronte, se realizó la restauración y protección de 11 manantiales ubicados en la ribera del lago: La Alberca; Ajuno; Santa Isabel Ajuno; Cuanajo I, II y III; Urandén de Morelos III; Arameo; Las Palmas; Tzentzenguaro, y Ojo de Agua. Con el fin de aprovechar la excelente calidad de los últimos tres manantiales, se construyeron en ellos obras de toma, y sistemas de bombeo y conducción.

Se realizaron dos estudios para evaluar la contaminación del lago de Pátzcuaro, uno relacionado con el transporte de nutrientes en la columna de agua, y el otro, enfocado a identificar posibles medidas de remediación. Para llevar a cabo el primero de los estudios, se efectuaron campañas de medición de la elevación de la superficie libre del agua, del campo de velocidades y diversos parámetros que caracterizan la calidad del agua. Asimismo, se realizaron simulaciones



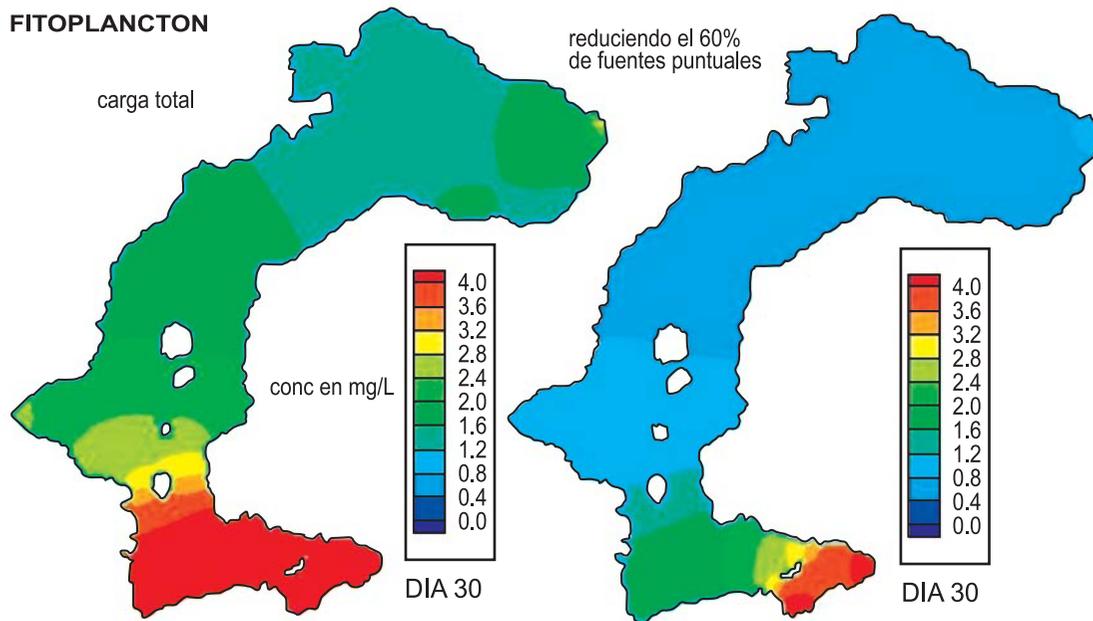
MANANTIAL CUANAJO I, PÁTZCUARO, MICHOACÁN



MANANTIAL AJUNO, PÁTZCUARO, MICHOACÁN

hidrodinámicas y se desarrolló y aplicó un modelo de transporte de nutrientes. Los resultados de calidad del agua clasifican al lago como eutrófico y las simulaciones confirman que la zona con mayor concentración de nutrientes es la cercana a la ciudad de Pátzcuaro. En términos generales, el lago presenta un exceso de fósforo y nitrógeno, que ha provocado infestación con lirio acuático, así como con vegetación enraizada sumergida y emergente, particularmente cerca del ingreso del río Guani y del dren Zurumútaro, por lo que es urgente disminuir el ingreso de ambos contaminantes al sistema acuático. Como medidas de remediación se propusieron las siguientes: control de la vegetación, manejo integral del lirio acuático en la zona cercana a la desembocadura del río Guani y tratamiento de las aguas residuales vertidas al lago.

A solicitud de la Coordinación de Proyectos Termoelectrónicos de la CFE, se realizaron los siguientes estudios: Manifestación de Impacto Ambiental, Sector Industrial con Alcance Regional, Riesgo Ambiental Nivel 3 y Técnico Justificativo para la construcción, operación y mantenimiento de la terminal de alma-



SIMULACIÓN DE FITOPLANCTON EN EL LAGO DE PÁTZCUARO.
COMPARACIÓN DE SITUACIÓN ACTUAL CON REDUCCIÓN DEL 60% DE CARGAS PUNTUALES

cenamiento y regasificación de gas natural licuado en Manzanillo, Col., cuya capacidad de regasificación será de mil millones de pies cúbicos diarios de gas natural. Con los resultados se concluyó que, bajo el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Programa Regional de Ordenamiento Ecológico y Territorial de la Subcuenca Laguna de Cuytlán y los del Programa de Desarrollo Urbano de Manzanillo 2000, el proyecto de la terminal es ambientalmente factible.

Desde 2003 se han atendido diversas solicitudes de Pemex Gas y Petroquímica Básica (PGPB) referentes al manejo y recuperación de pasivos ambientales. Tal es el caso del Proyecto de Remediación Ambiental Integral de la Unidad Minera Industrial de Texistepec, Ver. Al respecto, durante 2005 se apoyó la construcción de la celda de estabilización de residuos conocida como La Carbonera. Para tal fin el IMTA revisó, analizó, verificó y avaló los documentos y procedimientos asociados con la ingeniería básica y de detalle.

Con relación a los servicios de integridad mecánica de terminales de distribución de gas licuado que el IMTA realiza para PGPB, se realizaron inspecciones a recipientes esféricos en Cactus, Chis., y a tanques horizontales en Tepeji del Río, Hgo. Este tipo de servicio incluye inspección visual, medición de espesores, aplicación de partículas magnéticas fluorescentes, inspección ultrasónica y estudios metalográficos. Por otra

parte, en la terminal de Zapopan, Jal., la inspección se realizó utilizando la técnica de ultrasonido por ondas guiadas, a tuberías de diámetro mayor o igual a 2", y con ultrasonido convencional a tuberías de diámetro menor.

Hidráulica rural y urbana

La Comisión Estatal del Agua de Oaxaca encargó al IMTA la elaboración de un diagnóstico integral del organismo operador de agua de la ciudad de Oaxaca y su zona conurbana, y el plan de acción para atender la problemática de agua para los próximos veinte años. Entre las acciones propuestas destacan: la ubicación de nuevos aprovechamientos; la rehabilitación de la infraestructura de producción, conducción, potabilización y distribución, para poder satisfacer la demanda al horizonte de planeación; la modificación de la estructura tarifaria y del sistema de costeo, y la necesidad de incrementar la cultura de pago. La implementación de las acciones propuestas beneficiará a una población cercana a 500,000 habitantes.

Como parte de los objetivos estratégicos del sistema Agua y Saneamiento de Toluca (AST), se contempla la mejora de los servicios de abastecimiento de agua potable a los usuarios. Para lograrlo, AST tiene



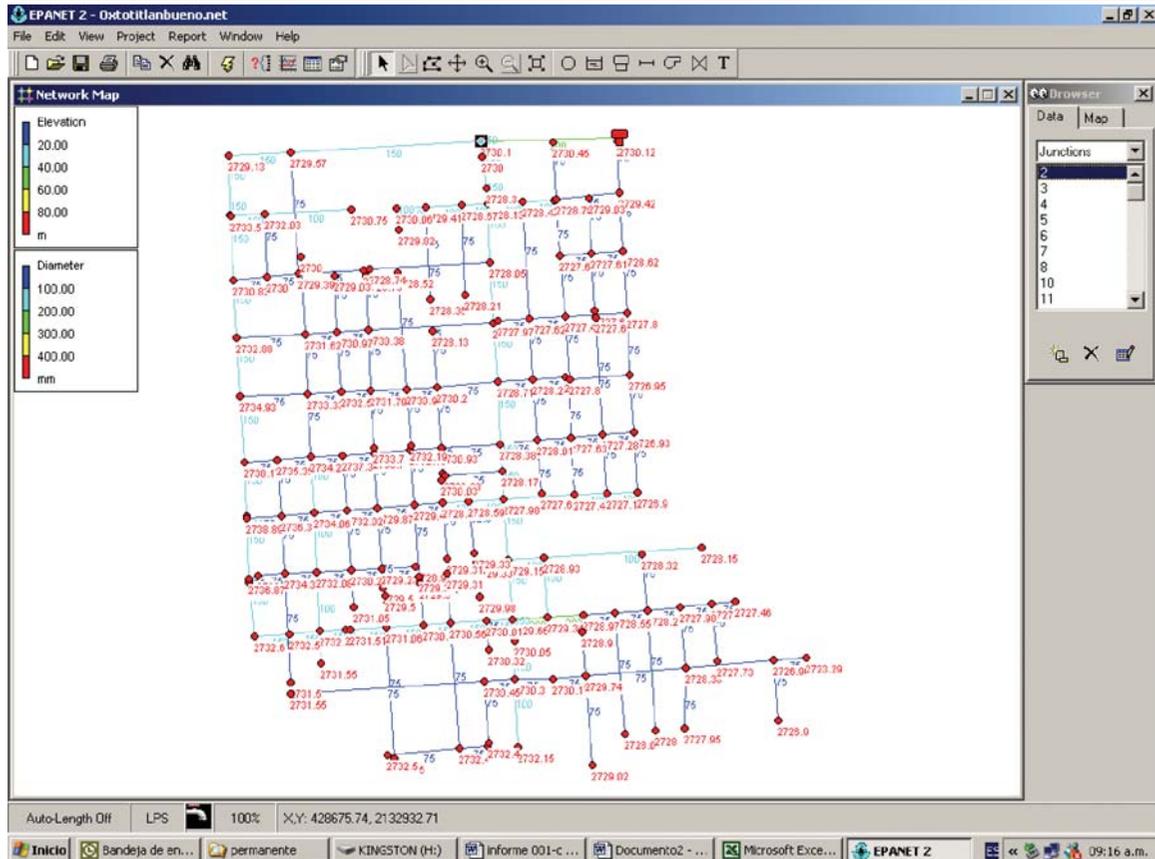
POZO DE ABASTECIMIENTO A LA CIUDAD DE OAXACA. POZO ARENAL

entre sus prioridades incrementar su eficiencia a partir de la sectorización de la red de distribución, motivo por el cual solicitó al IMTA la elaboración de un proyecto. A través de trabajos de campo y gabinete, se desarrolló un modelo hidráulico que permitió definir los sectores, así como una propuesta de nuevas políticas de operación. Adicionalmente, el IMTA sectorizó cuatro distritos hidrométricos piloto a los que evaluó,

con lo que se logró incrementar 30% su eficiencia física, beneficiando a 34,400 habitantes. Como parte de estos trabajos, se capacitó a cinco ingenieros de AST, quienes ahora realizan la sectorización en campo de los distritos hidrométricos propuestos por el Instituto.

A solicitud de la Comisión de Agua del Estado de Baja California, el IMTA realizó un análisis de la seguridad operativa de la ampliación del acueducto río Colorado-Tijuana. Debido a que el acueducto opera de manera cíclica, se consideró la ocurrencia de transitorios hidráulicos repetitivos. El estudio incluyó una campaña de mediciones de la presión en el arranque y paro de equipos, y el comportamiento hidráulico. Cada paro y arranque, a su vez, generan importantes variaciones de presión en las tuberías, que propician el fenómeno de fatiga del material. En esta revisión, por primera vez en la práctica de la ingeniería hidráulica en México, se consideró la fatiga del material para el diseño del espesor de la tubería.

Con la finalidad de certificar su proceso de cálculo de eficiencia física, la Comisión Estatal de Servicios



MODELO DEL DISTRITO HIDROMÉTRICO NUEVA OXTOTILÁN, TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO



CÁMARA DE AIRE ADICIONAL INSTALADA PARA CONTROLAR LA PRESIÓN NEGATIVA EN EL ACUEDUCTO RÍO COLORADO-TIJUANA

Públicos de Mexicali (CESPM) solicitó al IMTA la elaboración de un estudio para verificar sus procedimientos de medición de caudales. Para tal fin, se validó la medición de los volúmenes que ingresan al sistema y los consumidos por los usuarios. Además, se establecieron las equivalencias de sus metodologías de cálculo de eficiencia física con las propuestas por la Conagua. Del estudio se concluye que los sistemas de medición, manejo y procesamiento de datos, bajo los cuales la CESPM estimó y reportó una eficiencia física del 89.3% en el 2004, son confiables con un rango de error de 3.5 por ciento.

Por encargo de la SGT de la Conagua, se revisó la serie de libros que conforman el *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, y se llevó a cabo la actualización de su estructura. Al respecto, se identificaron varias oportunidades de mejora en los libros existentes y se propusieron nuevos libros a desarrollar. Asimismo, se definieron referencias cruzadas entre libros y vínculos con las normas asociadas.

Como parte del Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se llevaron a cabo cuatro estudios de detección y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física de los organismos operadores de agua potable y alcantarillado sanitario de las localidades de Pátzcuaro, Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan. Se inspeccionaron 15,890 tomas domiciliarias y 167 km de conducciones y redes de distribución. Con las acciones y reparaciones subsecuentes se eliminaron 73.8 l/s de fugas y se incrementó significativamente la presión en las redes, lo cual mejoró el servicio de 80,000 habitantes.

Obras y equipos hidráulicos

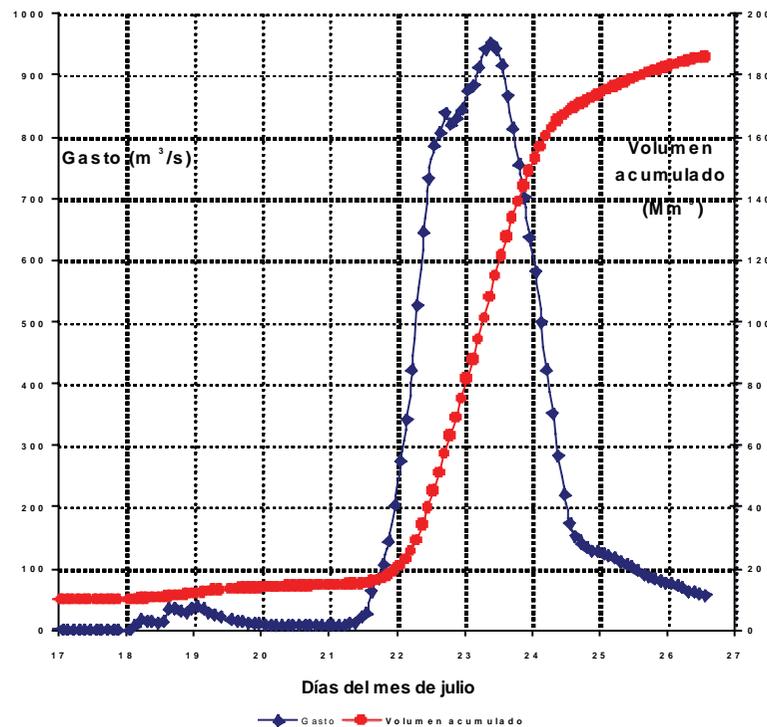
Para apoyar las acciones de la Conagua asociadas con la medición de caudales suministrados por las obras de toma a los distritos de riego, el IMTA realizó 11 proyectos ejecutivos para colocar sistemas de telemedición en igual número de presas. Por otro lado, se instaló el primer medidor de tiempo de travesía interno en la presa Gral. Salvador Alvarado, *Sanalona*, de la CFE. También se instaló, calibró y puso en funcionamiento el sistema de telemedición en la estación de aforo Los Aldamas, Tam. Este sistema permite monitorear continuamente el gasto y volumen totalizado que ingresa a la presa Marte R. Gómez, por el río San Juan.

A solicitud de PGPB se realizó la inspección del tanque criogénico de amoníaco, en la terminal refrigerada de distribución de gas licuado en Salina Cruz, Oax., teniendo como objetivo evaluar su integridad física. Se llevó a cabo la detección de posibles daños mecánicos y se desarrollaron modelos numéricos para evaluar la capacidad estructural del domo interior, ofreciendo varias recomendaciones de operación. Entre éstas destaca que el tirante de amoníaco no debe ser mayor a 17 m, a fin de evitar daños en el domo interior que podría provocar el oleaje generado por temblores intensos.

Para atender los problemas ambientales derivados de la presencia de una pluma contaminante de hidrocarburos en los terrenos de la refinería Héctor R. Lara Sosa en Cadereyta, N. L., el IMTA realizó la evaluación de sus terrenos y generó propuestas para la contención de la pluma contaminante. Para tal fin se lle-



SUPERVISIÓN DE ALINEAMIENTO DE SENSORES DE VELOCIDAD EN EL TÚNEL DE LA PRESA EUSTAQUIO BUELNA, SINALOA



HIDROGRAMA DE LA ESTACIÓN LOS ALDAMAS DURANTE EL PASO DEL HURACÁN EMILY (21-24 DE JULIO, 2005)

varon a cabo los siguientes estudios de ingeniería básica: topográfico, de mecánica de suelos, hidrológico, hidráulico, de socavación y de obras hidráulicas. Esto permitió generar el paquete de concurso y las bases de diseño para la licitación de las obras.

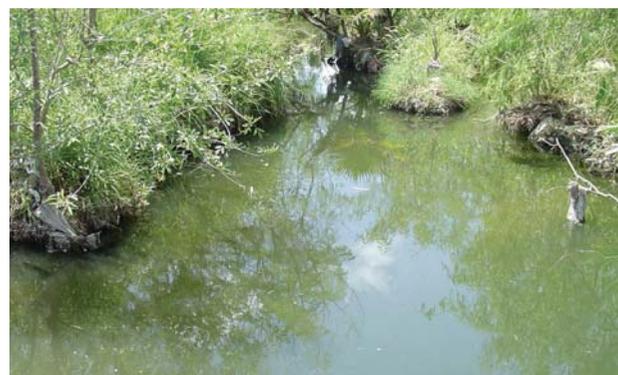
En atención a una solicitud de la Conagua se realizaron los estudios de ingeniería experimental para evaluar el funcionamiento de los vertedores de demasías de las presas El Tigre, Dgo., y El Naranjo, Col. Al respecto, se recomendó sobreelevar los muros del canal de descarga y cambiar la geometría de las estructuras terminales para ambas presas. Además, se propuso modificar el acceso a la cresta vertedora con muros verticales para la presa El Naranjo.

Calidad e hidráulica industrial

En el marco del Programa de Uso Eficiente y Racional del Agua, que el IMTA coordina para la Semarnat, se llevaron a cabo cursos de introducción al Programa, seminarios para dar mantenimiento y continuidad al mismo y cursos para operar la base de datos correspondiente. Con estas acciones, el 60% de las instituciones inscritas cuentan con personal capacitado en

la implantación del Programa. De las 49 instituciones que proporcionaron completa su información, con respecto al año anterior, treinta ahorraron un total de 103,489 m³ de agua y 19 incrementaron su consumo 59,476 m³ en total.

Por solicitud de la presidencia municipal de Reynosa, Tam., se elaboró un plan estratégico con propuestas de acciones específicas para la recuperación de la laguna La Escondida. El plan se desarrolló de manera conjunta con la Dirección de Ecología del municipio y la delegación federal de Semarnat en el estado. El plan incluye la clasificación de la problemática ambiental en nueve temas: deterioro de la calidad del



LAGUNA LA ESCONDIDA, REYNOSA, TAMAULIPAS

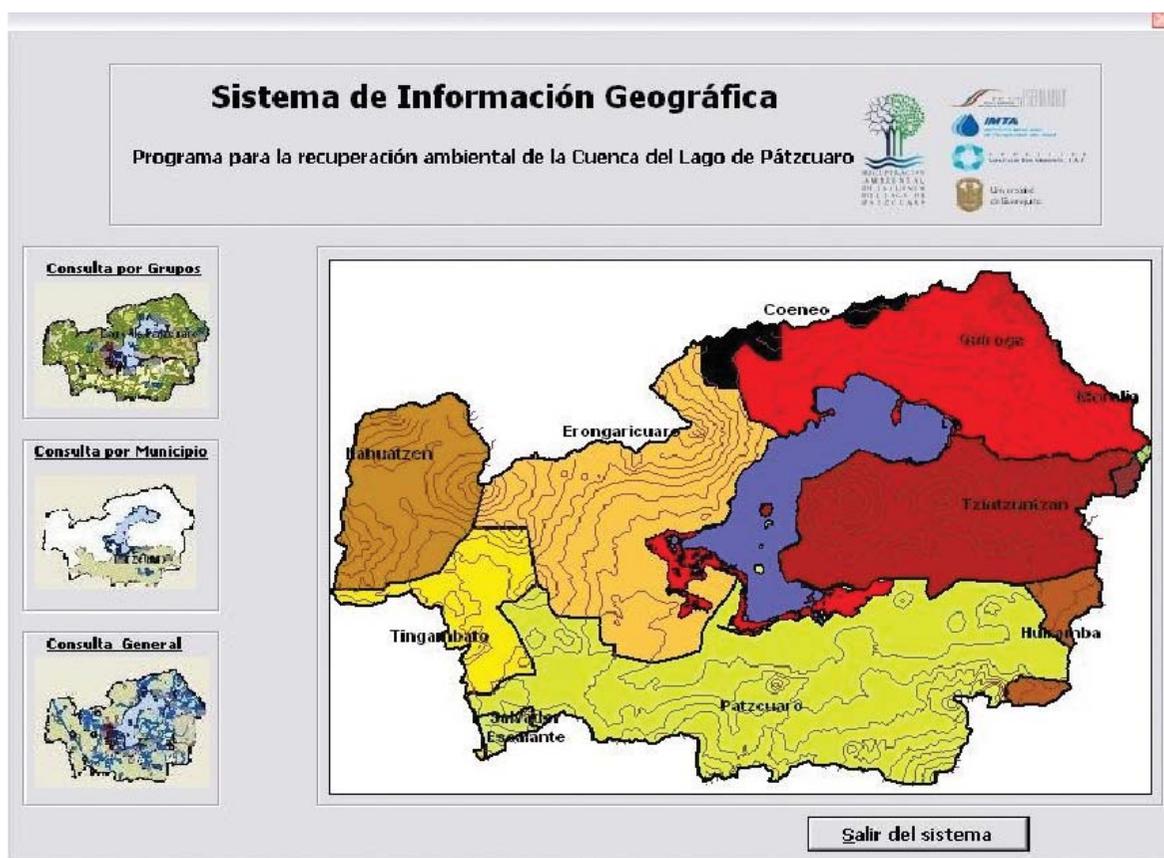
agua de la laguna; pérdida de la superficie y capacidad de almacenamiento lagunar; conflictos sociales y cultura ambiental; deterioro de la salud pública y pobreza extrema; contaminación del suelo; escasez de recursos económicos; pérdida de la diversidad de especies animal y vegetal terrestres y acuáticas, especialmente raras o en peligro de extinción; utilización de la laguna como depósito de vertimiento de residuos sólidos, y bajo seguimiento y poca continuidad de los programas de desarrollo de la laguna. También contiene las propuestas de acciones y proyectos requeridos para atender cada uno de ellos.

A petición de la Gerencia Regional Golfo Centro de la Conagua, se impartieron tres talleres de capacitación a 62 integrantes de los consejos de cuenca de los ríos Coatzacoalcos, Papaloapan y del Tuxpan al Jamapa, así como de sus órganos auxiliares, con el objeto de fortalecer la gestión integrada de los recursos hídricos en sus correspondientes ámbitos geográficos.

Para dar seguimiento al Programa para la Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, se generó una batería de indicadores de sustenta-

bilidad ambiental para monitorear la recuperación de la cuenca y se desarrolló un sistema de información geográfica para conocer la ubicación y mostrar mediante imágenes fotográficas las diversas obras y acciones que se han ejecutado.

En materia de certificación de equipos y materiales, se proporcionaron 36 servicios de certificación a 14 empresas del sector y 17, con fines de evaluación, a 15 empresas. Se llevó a cabo el acondicionamiento del banco de micromedidores en el laboratorio de tecnología de materiales mediante la instalación de un variador de velocidad para disminuir el consumo de energía eléctrica, así como para mantener presión y gasto constantes durante las pruebas. También se colocó un medidor de flujo de tipo electromagnético, con un rango de medición de 0.1 a 10 l/min, y un medidor tipo rotámetro con un rango de medición de 3.0 a 133 l/min. Asimismo, se realizaron pruebas de repetibilidad y reproducibilidad para la obtención de la incertidumbre en las pruebas de medidores, a fin de cumplir con la norma ISO 17025, requisito que pide la Entidad Mexicana de Acreditación, A.C.



SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO