

# Diseño y Pruebas de Funcionamiento de una Planta Potabilizadora Demostrativa para la comunidad rural de Santana, Gto.

## Informe Final

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

FONDO MIXTO DE FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA CONACYT - GOBIERNO DE GUANAJUATO

PROYECTO GTO-2007-C02-69481, CONVENIO 07-80-A-031



**M. I. Arturo González**, Responsable del proyecto<sup>1</sup>

**M. I. Martín Piña Soberanis**<sup>1</sup>

**M. A. Leticia Montellano Palacios**<sup>1</sup>

**Dra. Natividad Ramírez** Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica<sup>2</sup>

**MCS. Eveline Woitrin**, Departamento de Estudios de Cultura y Sociedad, Universidad<sup>2</sup>

**Ing. Gustavo Vázquez**, Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica<sup>2</sup>

*Asistentes de proyecto:*

**Arturo López Zúñiga**, alumno de Ingeniería Hidráulica<sup>2</sup>

**María del Carmen Segura Vega**, alumna de la Maestría en Ciencias del Agua<sup>2</sup>

**María del Socorro Buzo Muñoz**, alumna de Administración de Recursos Turísticos<sup>2</sup>

**Rodolfo Montes Vera**, alumno de Ingeniería Hidráulica<sup>2</sup>

**Óscar Felipe Hernández Muñoz**, Estudiante de la Maestría en Ciencias del Agua<sup>2</sup>

**Juan Martín Urbina Barba**, alumno de Ingeniería Civil<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

<sup>2</sup> Universidad de Guanajuato

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>RESUMEN DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>2</b>
METAS Y OBJETIVOS ALCANZADOS. ....	2
CONTRIBUCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO. ....	4
PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN. ....	4
FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS. ....	6
COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL Y MULTIDISCIPLINARIA.....	7
<b>IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN LOS SECTORES USUARIOS.....</b>	<b>8</b>
PRODUCTOS DE LA INVESTIGACIÓN TRANSFERIDOS A LOS USUARIOS. ....	8
MECANISMOS DE TRANSFERENCIA UTILIZADOS.....	8
BENEFICIO POTENCIAL DEL PROYECTO.....	9
COMPROMISOS ASUMIDOS POR LOS USUARIOS.....	10
OBSERVACIONES A LA EVALUACIÓN DE LOS USUARIOS.....	11
<b>APLICACIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS .....</b>	<b>11</b>
RESUMEN FINANCIERO .....	11
RESUMEN DE APORTACIONES COMPLEMENTARIAS .....	11
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>11</b>
PARA LA IMPLANTACIÓN DE LAS ACCIONES DERIVADAS DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
PARA LA DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....	12
<b>ANEXOS .....</b>	<b>13</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. METAS PROGRAMADAS Y LOGROS ALCANZADOS.....	3
TABLA 2. PRODUCTOS OBTENIDOS Y COMPROMETIDOS EN EL PROYECTO .....	4
TABLA 3. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS.....	6

---

## RESUMEN DEL PROYECTO

Las localidades rurales de Guanajuato que se abastecen de agua superficial a través de ríos, presas o bordos carecen de sistemas de tratamiento para potabilizar el agua que sean adecuados a las necesidades, capacidades y recursos locales. Por estas razones, existe la necesidad del desarrollo y adaptación de tecnologías de potabilización de aguas superficiales que sean eficientes, de fácil operación y bajo costo, como la filtración en múltiples etapas (FIME), con la capacidad de eliminar sólidos en suspensión, materia orgánica, hierro y microorganismos, entre otros. En proyecto anterior (GTO-04-C02-76), también desarrollado por el IMTA y la UG, se realizaron pruebas de tratabilidad para adaptar los parámetros de diseño y operacionales para el tratamiento de agua almacenada en presas. Ahora el siguiente paso es probar, mediante estudio en planta demostrativa a escala real, que una potabilizadora con tecnología FIME implementada en una pequeña comunidad, es factible de ser administrada, operada, mantenida y apropiada por la misma comunidad.

De estudios de gabinete y recorridos por comunidades rurales se seleccionó a Peregrina como posible sitio de estudio; el prediagnóstico técnico y social llevado a cabo mostró que Peregrina era sitio factible para implementar la planta potabilizadora. La comunidad, por decisión de mayoría en asamblea, decide participar en el proyecto. Se realiza diseño ejecutivo de la planta FIME, se gestiona la donación del terreno en comodato y se construye la planta con participación de la comunidad (20 hombres) en la etapa de empaquetado de los tanques con gravas y arenas.

Se realizan 4 talleres participativos para sensibilizar, planear acciones, organizar y capacitar a la gente en la administración, operación y mantenimiento de la planta FIME. Se conforma Comité de agua, se elabora reglamento de operación del sistema de agua y se fijan cuotas y sanciones. Se integran 2 grupos para operación y mantenimiento de la planta FIME. Se aplica encuesta para valorar el grado de participación, satisfacción y apropiación de la tecnología así como el desempeño del comité de agua. Entre los resultados destaca que el 39.3% de los usuarios encuestados han aumentado y diversificado el uso del agua porque la valoran mejor; para el 88% la cantidad es suficiente y aceptable; para el 96% la calidad es satisfactoria (agua clara, más limpia, sin olor aunque sí a cloro); el 96% está de acuerdo en el monto de las cuotas y 26.8% de los usuarios son morosos; el 85% de los encuestados recomendaría la implementación de planta FIME a otras comunidades con el esquema de autogestión.

El funcionamiento de la planta FIME, operada por la comunidad, es constante, estable y adecuado: la eficiencia de remoción promedio en parámetros operacionales es: turbiedad 97.2%, color real 89.5%, hierro 95.6%, nitrógeno amoniacal 74.1%; en el efluente de la planta no se detectan coliformes totales ni fecales. La calidad del agua filtrada cumple con los límites permisibles de agua potable marcados en la Modificación a la NOM-SSA1-127-1994.

---

## RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se presentan presentar los logros obtenidos en los siguientes rubros:

### Metas y objetivos alcanzados.

El objetivo general del proyecto fue el Diseño y Pruebas de Funcionamiento de una Planta Potabilizadora Demostrativa Unifamiliar o Comunitaria para la Comunidad de Santana, Gto.

Los objetivos particulares fueron:

- Implementar una planta potabilizadora demostrativa para la comunidad de Santana, Gto.
- Demostrar que el diseño de la planta es la óptima para la apropiación social de la comunidad

Inicialmente la comunidad de estudio era Santana, Gto., pero se cambió a Peregrina, Gto., como se explica a continuación:

El proyecto tuvo una importante desviación que modificó en forma sustancial el objeto de estudio, las actividades y el plazo de ejecución. De acuerdo al objetivo de convocatoria, el sitio para implementar la planta potabilizadora demostrativa era la comunidad Mineral de Santana, del municipio de Guanajuato. Se iniciaron allí los trabajos sociales y técnicos; estuvimos en contacto y era del conocimiento del SIMAPAG y de la CEAG nuestras actividades y objetivos, pero ya avanzados los trabajos de la primera etapa, recibimos primero por correo electrónico y luego por oficio, comunicado del SIMAPAG en cuanto a sus planes de dotar de agua de la potabilizadora Los Filtros, mediante bombeo al tanque El Borrego, a las localidades de Mineral de Santana y Llanos de Santana, la primera objeto de nuestro estudio, por lo cual nuestro proyecto de planta potabilizadora demostrativa ya no tenía razón de ser. Esta situación fue tratada directamente con la Dra. Ernestina Torres, Secretaria Administrativa del FONINV, y se acordó cambiar de comunidad rural de estudio y pedir una prórroga para poder cumplir con el proyecto, lo cual se hizo mediante oficio signado por el responsable técnico del proyecto y fue aceptado por el FONINV vía oficio.

Se realizaron actividades adicionales a las planeadas para elegir una nueva localidad de estudio:

- Definición de criterios para selección de nueva localidad de estudio
- Búsqueda de información sobre fuentes de agua superficial, calidad de agua e infraestructura en comunidades rurales de Guanajuato en fuentes institucionales y preselección de localidades (CEAG, ADRENEL, INEGI, SIMAPAG, etc.)
- Visita a localidades preseleccionadas para reconocimiento, toma de muestras y primer contacto con autoridades
- Selección de nueva comunidad y concertación con autoridades locales e instituciones.
- Encuentro con autoridades y comité de agua de Santana para informar del cambio en el proyecto y conclusión de los trabajos en la comunidad.

Ya elegido el nuevo sitio, se prosiguió la metodología originalmente planteada y con las mismas actividades pero reprogramadas.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan las metas y los objetivos alcanzados por el proyecto de manera comparativa con lo programado y sustentando las desviaciones.

**Tabla 1. Metas programadas y logros alcanzados**

Descripción de la etapa	Descripción de la meta Programada	Logros	Desviaciones
ETAPA 1: Estudio social para la formulación de la estrategia de promoción, transferencia y apropiación comunitaria de la planta potabilizadora demostrativa y proyecto ejecutivo para la construcción de la planta demostrativa	Conocer los aspectos sociales de las vivencias en torno al agua de la comunidad de Santana para formular una estrategia de promoción y transferencia para garantizar la apropiación comunitaria de la planta de filtración en múltiples etapas y la apropiación de la tecnología por parte de las instituciones del agua. Elaborar el diseño ejecutivo de la planta para su posterior construcción	Estudio social de percepción del agua en la comunidad Peregrina  Estrategia de promoción y transferencia de la tecnología FIME a la comunidad Peregrina.  Proyecto ejecutivo de planta potabilizadora de filtración en múltiples etapas (FIME)	El periodo inicial de la etapa era del 15/01/2088 al 31/06/2008, pero se prolonga hasta el 30/09/2009 porque se cambió de comunidad de estudio y fue necesario repetir la mayoría de las actividades sociales y técnicas e incluir otras para cumplir con la meta. Se solicita prórroga por la duración total del proyecto, lo cual fue aceptado (Oficio FONINV 061D.V./08). El término del proyecto se plantea para el 30 de abril de 2010.
ETAPA 2:  Construcción de la planta potabilizadora demostrativa y seguimiento al proceso de transferencia, operación y apropiación de la planta	Construcción de la planta potabilizadora demostrativa y seguimiento al proceso de transferencia, operación y apropiación de la planta	Construcción de planta potabilizadora demostrativa en Peregrina  Evaluación del funcionamiento de la planta FIME  Evaluación de la apropiación de la tecnología (satisfacción de los usuarios, organización y participación comunitaria, gestión del comité) y de los impactos de la disposición de agua potable sobre cambios en la dinámica comunitaria y de ciertas dimensiones de la calidad de vida de los habitantes	El periodo de la etapa se prolonga del 30 de septiembre de 2010 hasta 30 de abril de 2011 debido al retraso en el dictamen financiero de la primera etapa, aceptación de una segunda prórroga y entrega de la segunda ministración y la necesidad de contar con más tiempo para el proceso de adjudicación de la construcción de la planta potabilizadora y para su evaluación técnica y evaluación de la apropiación social. FONINV acepta prórroga mediante oficio No.030/SA/10.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, se cumplió totalmente con los objetivos planeados al inicio del proyecto.

### Contribución técnica del proyecto.

Los resultados del proyecto contribuirán al conocimiento de transferencia y apropiación de la filtración en múltiples etapas para la potabilización de aguas superficiales para pequeñas comunidades de Guanajuato: se hizo una adaptación de la tecnología FIME en cuanto a la configuración, características de los medios filtrantes y al modo de operar en coagulación-floculación granular, en comparación con lo recomendado en la bibliografía especializada (Visscher *et al*, 1992, Galvis *et al*, 1998), lo cual representa mejoras en cuanto a la eficiencia de remoción de contaminantes, además, con la experiencia de esta planta, se podrán hacer modificaciones para mejorar el diseño original, sobretodo en la funcionalidad de operación y mantenimiento. Aunque la tecnología FIME de forma convencional ya se ha implementado en varios países de América, Asia y África, el esquema modificado podría generar una patente.

Definitivamente, los resultados de esta experiencia técnico social de transferencia de tecnología FIME a una pequeña comunidad pueden presentarse en revistas especializadas, congresos, simposios o foros.

Una planta potabilizadora de FIME, es factible de ser transferida, administrada, operada y mantenida y finalmente apropiada por una pequeña comunidad, pues es sencilla en su operación, con bajo mantenimiento y puede funcionar sin energía ni sustancias químicas, excepto el cloro para desinfectar el agua y conservar su calidad en las redes de distribución.

### Productos de la investigación.

En la tabla de abajo se indican los productos obtenidos de la investigación, comparándolos con los productos comprometidos y explicando las desviaciones.

Adjuntar al informe todo aquello que evidencie los productos y sus características.

**Tabla 2. Productos obtenidos y comprometidos en el proyecto**

Descripción de la etapa	Productos		Observaciones
	Comprometidos	Obtenidos	
ETAPA 1: Estudio social para la formulación de la estrategia de promoción, transferencia y apropiación	1. Diagnóstico de infraestructura y calidad del agua 2. Diagnóstico socio económico, cultural y ambiental de la comunidad y su percepción entorno al	1. Diagnóstico de infraestructura y calidad del agua en 2. Diagnóstico socio económico, cultural y ambiental de la comunidad y su percepción entorno al	1. Se hace diagnóstico de infraestructura y calidad de agua para Santana y Peregrina. 2. Se hace diagnóstico social, cultural y ambiental parcialmente para Santana y completo



Descripción de la etapa	Productos		Observaciones
	Comprometidos	Obtenidos	
comunitaria de la planta potabilizadora demostrativa y proyecto ejecutivo para la construcción de la planta demostrativa	agua 3. Propuesta por etapas del proceso de transferencia de la tecnología 4. Diseño ejecutivo de la planta demostrativa 5. Organización de un comité del agua 6. Desarrollo de material impreso para promoción y difusión	agua, 3. Propuesta por etapas del proceso de transferencia de la tecnología 4. Diseño ejecutivo de la planta demostrativa 5. Integración del Comité del agua de Peregrina 6. Desarrollo de material impreso para promoción y difusión	para Peregrina  4. Se hace diseño funcional para Santana y ejecutivo para Peregrina  6. Se elabora tríptico y periódico mural para promoción y difusión en Peregrina
ETAPA 2:  Construcción de la planta potabilizadora demostrativa y seguimiento al proceso de transferencia, operación y apropiación de la planta	1. Planta potabilizadora demostrativa en óptimas condiciones de operación y funcionamiento. 2. Manual de operación y mantenimiento 3. Manual de procedimientos administrativos para el comité del agua 4. Metodología para la promoción, transferencia y apropiación de la planta potabilizadora que pueda usarse para replicar la experiencia en otras comunidades. 5. Video sobre la experiencia de Santana para promoción en otras comunidades. 6. Reporte de cierre del proceso de apropiación social de la planta potabilizadora y de los efectos en la salud y la economía de los habitantes 7. Formación de profesionistas en las áreas de ciencias sociales, ingeniería y ciencias del agua en los temas de apropiación	1. Planta potabilizadora demostrativa en óptimas condiciones de operación y funcionamiento. 2. Manual de operación y mantenimiento 3. Manual de procedimientos administrativos para el comité del agua 4. Metodología para la promoción, transferencia y apropiación de la planta potabilizadora que pueda usarse para replicar la experiencia en otras comunidades. 5. Video sobre la experiencia de Santana para promoción en otras comunidades. 6. Reporte de cierre del proceso de apropiación social de la planta potabilizadora y de los efectos en la salud y la economía de los habitantes 7. Formación de profesionistas en las áreas de ciencias sociales, ingeniería y ciencias del agua en los temas de apropiación	1. La planta FIME es operada adecuadamente y el efluente cumple con la NOM-127-SSA1-1994. 2. Se elabora Manual de operación en 2 versiones: 1) técnica y 2) para operadores. 3. No es necesario elaborar manual administrativo porque se usa el editado por el CEAG, es cual es simple y completo. 4. En la etapa 2 se definen indicadores de evaluación y se ajusta la propuesta metodológica de transferencia. 5. Están en edición 2 videos: uno sobre la experiencia de transferencia y apropiación en Peregrina y otro específico sobre la planta FIME. 6. El reporte del estudio social del proceso de apropiación en peregrina está dentro del informe de la etapa 2. 7. Se contó con la asistencia de estudiantes de las carreras de ingeniería en Geomática e hidráulica, civil,

Descripción de la etapa	Productos		Observaciones
	Comprometidos	Obtenidos	
	social de tecnología y tratamiento de aguas superficiales para uso y consumo humano.	social de tecnología y tratamiento de aguas superficiales para uso y consumo humano.	maestría en Ciencias del agua, licenciatura en Educación y Turismo.

De manera concordante con los objetivos del proyecto, se cumplió con los productos comprometidos al inicio del proyecto, excepto la conclusión del video, que está en proceso de edición, y la publicación de 2 artículos en para difusión congresos especializados, en cambio se presentó una ponencia en la XVI EXPO AGUA 2010 Guanajuato, y el artículo “Implementación de una planta potabilizadora de filtración en múltiples etapas en *Peregrina*, Gto., caso de estudio” aparecerá en las memorias del evento para divulgación. Por otro lado, se está en proceso de publicar dos artículos en una Revista de la Universidad de Guanajuato.

### Formación de recursos humanos.

En la tabla 3 se presentan los nombres, carreras, grados, institución otorgante y situación del trámite de titulación de los asistentes del proyecto.

**Tabla 3. Formación de recursos humanos**

Estudiante	Carrera, grado	Institución	Situación de trámite
Arturo López Zúñiga	Ing. en Geomática e Hidráulica	Depto. de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato	Titulado, Tesis: “Diseño hidráulico de una planta potabilizadora de filtración en múltiples etapas para la comunidad de Santana, Gto.”
Ma. Del Carmen Segura Vega	Maestría en Ciencias del Agua	Depto. de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato	Titulado, Tesis: “Diseño funcional de una planta potabilizadora con tratamiento en múltiples etapas (FIME) para la comunidad de Peregrina”
Rodolfo Montes Vera	Ing. en Geomática e Hidráulica	Depto. de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato	Tesis en revisión y próxima a presentarse en un mes
Ma. Del Socorro Buzo Muñoz	Administración de Recursos Turísticos	Universidad de Guanajuato	Tesis en revisión y próxima a presentarse en dos meses
Óscar Felipe Hernández Muñoz	Maestría en Ciencias del Agua	Depto. de Geomática e Hidráulica, Universidad de Guanajuato	Tesis en revisión y próxima a presentarse en un mes



Juan Martín Urbina Barba	Ing. Civil	Depto. De Ingeniería Civil, Universidad de Guanajuato	Tesis revisada, aceptada y en espera de fecha de examen
-----------------------------	------------	---	---

### Colaboración interinstitucional y multidisciplinaria.

En el desarrollo este proyecto y cumplimiento de sus objetivos, participaron dos instituciones mediante convenio de colaboración, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua<sup>1</sup> (IMTA), Responsable del proyecto, y la Universidad de Guanajuato<sup>2</sup> (UG), institución colaboradora.

El grupo de trabajo estuvo integrado por:

- M. I. Arturo González Herrera<sup>1</sup>, Responsable técnico del proyecto. Planeación y coordinación general y participación en todas las actividades técnicas y sociales de campo y gabinete; dirección de tesis.
- Dra. Natividad Ramírez Ramírez<sup>2</sup>, Departamento de Ingeniería en Geomática e Hidráulica. Coordinación del grupo de la Universidad de Guanajuato; participación en actividades técnicas de campo y gabinete: recorridos de campo, diagnósticos de infraestructura hidráulica, asambleas y talleres participativos, gestión de apoyos institucionales y privados, análisis en laboratorio de medios filtrantes y agua, dirección de tesis.
- Ing. Gustavo Vázquez Rodríguez<sup>2</sup>, Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica. Participación en actividades técnicas de campo y gabinete: recorridos de campo, diagnósticos de infraestructura de abastecimiento de agua, coordinación de estudios topográficos, gestión de donación de terreno para planta potabilizadora.
- M.S.C. Eveline Woitrin Bibot, Departamento de Estudios de Cultura y Sociedad<sup>2</sup>. Participación en actividades sociales de campo y gabinete: recorridos de campo, diagnósticos participativos, asambleas y talleres, metodológica de transferencia y evaluación de la apropiación de tecnología, dirección de tesis.
- M. A. Leticia Montellano Palacios<sup>1</sup>. Participación en actividades técnicas de campo: muestreo y análisis de calidad de agua.
- M. I. Martín Piña Soberanis<sup>1</sup>. Participación en actividades técnicas de campo y gabinete relacionadas con el diseño de la planta potabilizadora FIME y la puesta en marcha

Hubo cambios en la integración del grupo de trabajo. El Ing. Gustavo Vázquez se incorpora en la primera etapa para participar en visitas técnicas de campo y estudios relacionados con topografía e hidráulica en la comunidad de estudio, en sustitución del Dr. Francisco Martínez que fue nombrado Director de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato. Posteriormente, deja de participar en la segunda etapa el Ing. Gustavo Vázquez Rodríguez por atención a otras actividades académicas prioritarias. Se incorpora del M. I. Martín Piña Soberanis para sustituir a la M. A. Leticia Montellano para apoyar, con perfil más adecuado, en la puesta en marcha de la planta potabilizadora, evaluación de su funcionamiento y participación en talleres de capacitación.

Los cambios en el equipo de trabajo no afectaron la realización del proyecto.

## **IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN EN LOS SECTORES USUARIOS.**

### **Productos de la investigación transferidos a los usuarios.**

El producto principal del proyecto es la planta potabilizadora demostrativa de filtración en múltiples etapas, a escala real, implementada en la comunidad de Peregrina, municipio de Guanajuato, Gto., la cual está siendo operada por la misma comunidad y funcionando adecuadamente, cumpliendo el agua filtrada con los límites permisibles de calidad de agua potable marcados en la Modificación a la NOM-127-SSA1-1994. Los usuarios y beneficiarios directos son los habitantes de Peregrina.

Otros usuarios del proyecto serán técnicos de la comisión de agua potable de Guanajuato (CEAG), de organismos operadores de agua (como SIMAPAG), Ayuntamientos municipales, instituciones de educación superior con carreras relacionadas con la hidráulica, el abasto de agua potable y carreras sociales, empresas privadas de ingeniería de diseño y consultoría, aprovechar la experiencia técnica adquirida en Peregrina en cuanto a la implementación de la tecnología de filtración en múltiples etapas para potabilizar aguas superficiales para beneficio pequeñas comunidades.

Otro producto entregable a los usuarios institucionales directos, es la metodología de transferencia y apropiación de la tecnología FIME.

Queda pendiente entregar formalmente las instalaciones de la planta FIME a la comunidad de Peregrina.

### **Mecanismos de transferencia utilizados.**

Para transferir la planta FIEM a la comunidad de Peregrina, se utilizó la siguiente metodología:

1. Promoción del proyecto y concertación de participación de la comunidad en el proyecto
2. Diagnóstico local:
  - Fuentes de agua, cantidad y calidad
  - Usos y costumbres del agua
  - Salud: enfermedades gastrointestinales
  - Infraestructura de agua y saneamiento
  - Ente del agua, tarifas, recaudación
  - Organización y participación comunitaria

### 3. Talleres de capacitación:

- Sensibilización a los problemas de agua, participación y organización comunitaria
- Constitución y/o fortalecimiento del comité de agua
- Participación de la comunidad durante la construcción de la planta
- Administración y organización del ente
- Operación y mantenimiento de la planta FIME y del sistema de abastecimiento
- Capacitar a mayor número de personas
- Participación de hombres y mujeres en la O & M

### 4. Seguimiento y asesoría al sistema de agua

- Reforzar la operación y mantenimiento de la planta FIME,
  - Aplicación de cuestionarios al ente de agua y a usuarios para evaluación del funcionamiento y de la apropiación
  - Toma de muestras de agua y análisis de la calidad del agua en la potabilizadora
- Juntas con el ente del agua para evaluar resultados y proponer acciones correctivas

El conocimiento de los aspectos técnicos, eficiencia y aplicabilidad de las tecnologías de filtración para potabilizar aguas superficiales en zonas rurales, obtenida durante la implementación de la planta demostrativa FIME de Peregrina, se transfirieron inicialmente a la Depto. de Ingeniería en Geomática e Hidráulica de la Universidad de Guanajuato, a través de la aprendizaje de los asistentes de proyecto desarrollado en conjunto, con la posibilidad de replicar la experiencia para la solución de problemas de abastecimiento de agua potable en localidades rurales que se abastecen de fuentes de agua superficiales.

El conocimiento sobre estas tecnologías se puede extender a profesionistas del área del abastecimiento y tratamientos de aguas de la Comisión Estatal de Agua de Guanajuato, de los Organismos Operadores de agua y empresas consultoras del estado a través de cursos teórico prácticos de capacitación en aula y en la planta demostrativa FIME de Peregrina.

### **Beneficio potencial del proyecto.**

Los impactos inmediatos (tangibles) en la comunidad de Peregrina son los siguientes:

1. Agua limpia sin color ni olor para todo uso
2. Comodidad: ahorro de tiempo por reducción o eliminación de acarreo de agua de otra fuente
3. Bienestar y confort: agua más limpia para bañarse y lavar su ropa
4. Conformación de un comité de agua,
5. Cambios en la dinámica social: se genera cultura de pago por el servicio y participación organizada para operar y mantener el sistema de agua.

Los impactos mediatos (intangibles) esperados en Peregrina son:

1. Fortalecimiento de la capacidad de autogestión, organización y participación comunitaria para conseguir nuevos beneficios colectivos, por ejemplo, rehabilitación de la red de distribución de agua
2. Con la participación de hombres y mujeres, se promueve la equidad de género.
3. Mejoramiento de la calidad de vida.
4. Valoración del agua y concientización: menos desperdicio y mejor cuidado del agua; uso más racional y equitativo.

Aunque lo hasta ahora hecho por la comunidad en cuanto a administración, operación y mantenimiento de su sistema de agua, incluida la potabilizadora FIME, tiene tendencia hacia la apropiación, se le debe dar más tiempo (seguimiento y apoyo) para ver la consolidación de la participación organizada de la comunidad y el buen funcionamiento del sistema.

Los usuarios potenciales de las localidades de Guanajuato que se abastecen de fuentes de agua superficiales, aunque representan un pequeño porcentaje con relación a las que disponen de fuentes subterráneas (2.1% del volumen total extraído), podrían beneficiarse con la aplicación de plantas potabilizadoras con tecnología FIME que pueden ser sustentables por las mismas comunidades, ya que son de bajo costo de inversión, bajo mantenimiento y fácil operación, incluso, no requieren sustancias químicas (excepto el cloro para posdesinfección) en sus procesos y pueden operar por gravedad sin el uso de equipos electromecánicos.

El impacto socioeconómico se estima en el mejoramiento de la calidad de vida al contar con mejor calidad del agua de abastecimiento y por consiguiente en la disminución de enfermedades infecciosas intestinales transmisibles mediante el agua y el aumento del bienestar general de la población. Mejor calidad del agua disminuye la marginación. Un impacto económico muy importante a escala familiar es el ahorro en consultas médicas y gastos en medicamentos que tanto vulnera y empobrece a las familias. Menor incidencia de enfermedades se traduce en mejor rendimiento escolar y mejor nutrición en los niños, así como en menos faltas de trabajo en los adultos. Puede representar también ahorro de tiempo por reducción de acarreo de agua de otras fuentes.

### **Compromisos asumidos por los usuarios.**

El compromiso de la comunidad es responsabilizarse y participar de forma organizada en la administración, operación y mantenimiento de su sistema de agua desde el bombeo, almacenamiento, potabilización y distribución del agua. El proyecto les proporcionó la planta potabilizadora, la capacitación para su operación y mantenimiento, la evaluación del funcionamiento para estar seguros de la calidad de agua producida, asesoría durante la operación, asesoría para proyecto de rehabilitación de la red de agua, etc. La compañía minera Del Cubo les apoya concediéndoles un volumen diario del agua de su presa y pagando el costo del bombeo. La compañía minera Peñoles- Las Torres les cede en comodato el terreno donde se construyó la

potabilizadora. También por parte del SIMAPAG recibieron apoyo para la operación de la planta y tendrán vigilancia de la calidad del agua por parte del CEAG.

Otro compromiso de ellos es hacer la gestión ante el municipio para el proyecto ejecutivo y las obras de rehabilitación de la red de agua potable.

### **Observaciones a la evaluación de los usuarios.**

Se definieron indicadores y se realizó una encuesta para evaluar la apropiación de la tecnología tomando en cuenta la participación y satisfacción de usuarios así como la gestión del comité de agua. Entre los resultados de la encuesta destaca que el 39.3% de los usuarios encuestados han aumentado y diversificado el uso del agua; para el 88% la cantidad es suficiente; para el 96% la calidad es satisfactoria (agua clara, más limpia, sin olor aunque sí a cloro); el 96% de los usuarios está de acuerdo en el monto de las cuotas aunque el 26.8% son morosos (principalmente por falta de trabajo); 21 usuarios de los 28 encuestados marcaron su total satisfacción con el servicio del agua, y el hecho de que el 85% recomendaría la implementación de una planta FIME en otra comunidad indica su conformidad y buena aceptación del proyecto.

## **APLICACIÓN DE LOS RECURSOS FINANCIEROS**

### **Resumen financiero**

Se presentará aparte en el formato del ANEXO E, la información financiera del proyecto, explicando los cambios de partida y la comprobación aprobada por el Secretario Administrativo del Fondo.

### **Resumen de aportaciones complementarias**

No hubo en el proyecto aportaciones complementarias

## **RECOMENDACIONES**

### **Para la implantación de las acciones derivadas de la investigación**

Para llevar a cabo la aplicación o implantación de la potabilización de aguas superficiales mediante Filtración en Múltiples Etapas, primero es necesario difundir y divulgar la información

de este proyecto a los estudiantes y profesionales dedicados al abastecimiento y tratamiento de aguas a través de conferencias en foros regionales y publicación de artículos en revistas, boletines y/o periódicos; después, diseñar, planear y programar cursos o talleres de capacitación sobre estas tecnologías apropiadas y sustentables para dejar capacidad instalada en las instituciones locales; posteriormente se podrán llevar a cabo proyectos específicos (diseño y construcción) con este tipo de plantas y dar solución a las demandas de agua potable en comunidades rurales.

Una acción específica para la comunidad de Peregrina, en sus tareas diarias en la planta potabilizadora FIME es basarse en el manual de operación y mantenimiento y registrar todo en su bitácora, y en caso de situaciones problemáticas no previstas en dicho manual, ponerse en contacto con los técnicos del IMTA y la UG para asesoría.

### **Para la difusión de los resultados**

Los usuarios potenciales de los resultados de esta investigación son las instituciones de gobierno encargadas de proporcionar los servicios de agua potable, como la Comisión Estatal de Aguas y los Organismos Operadores de agua potable municipales y la CONAGUA; además, otros usuarios potenciales son las empresas consultoras de diseño y construcción de sistemas de abastecimiento y tratamiento de aguas, así como los estudiantes de licenciatura y maestría de carreras afines al tema.



---

## ANEXOS

### **Anexo 1      Desarrollo de la investigación.**

Informes parciales de las etapas 1 y 2 e informe final detallados del desarrollo y resultados técnicos del proyecto.

### **Anexo 2      Resúmenes Financieros.**

### **Anexo 3      Evaluación de los usuarios.**

### **Anexo 4      Productos generados e información de soporte.**

