



# INFORME

## (2008-2009)

# “SUSTENTABILIDAD DE LOS OOAPAS RIBEREÑOS”



*SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA*

*JIUTEPEC, MORELOS  
MAYO DE 2009*

---

# INFORME

## (2008-2009)

# “SUSTENTABILIDAD DE LOS OOAPAS RIBEREÑOS”.



SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA

JIUTEPEC, MORELOS  
MAYO DE 2009

---



---

# **CONTENIDO GENERAL**

- I. IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN PÁTZCUARO, MICH.**
  - II. IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN QUIROGA, MICH.**
  - III. IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN ERONGARÍCUARO, MICH.**
  - IV. IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN TZINTZUNTZAN, MICH.**
  - V. DIAGNÓSTICO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y  
ALCANTARILLADO, (IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICHOACÁN)**
-



---

# INFORME

## “IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN PÁTZCUARO, MICH.”

ACTIVIDAD QUE FORMA PARTE DEL PROYECTO:  
“SUSTENTABILIDAD DE LOS OOAPAS RIBEREÑOS”.



### **PARTICIPANTES:**

EDGAR ANTÚNEZ LEYVA  
MARTHA PATRICIA HANSEN RODRÍGUEZ  
VÍCTOR JAVIER BOURGUETT ORTIZ

*SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA*

*JIUTEPEC, MORELOS  
MAYO DE 2009*

---

---

## **REVISIÓN H. AYUNTAMIENTO DE PÁTZCUARO**

Ing. Antonio García Velázquez  
Presidente Municipal de Pátzcuaro, Michoacán

C.P. Ricardo Casiano Ángel  
Director del PMSAP

Arq. Salvador Concha Cerón  
Subdirector del PMSAP

C. Arturo Alva Pureco  
Jefe de Operación del PMSAP

C.P. Juan Manuel López Castillejo  
Sistema Comercial del PMSAP

## **REVISIÓN IMTA**

M.I. Víctor Bourguett Ortiz  
Subcoordinador de Hidráulica Urbana

## **REVISIÓN FGRA, I.A.P.**

M.C. Ramón Pérez Gil Salcido  
Director del Programa Agua

---

---

# CONTENIDO

Página

## INTRODUCCIÓN

<b>1.</b>	<b>DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD.....</b>	<b>1</b>
1.1	UBICACIÓN GEOGRAFÍA.....	1
1.2	DEMOGRAFÍA .....	2
<b>2.</b>	<b>INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>3</b>
2.1	CAPTACIONES .....	3
2.2	CONDUCCIONES Y REGULARIZACIÓN.....	4
2.3	DISTRIBUCIÓN (TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS, CAJAS DE VÁLVULAS Y TOMAS DOMICILIARIAS).....	6
2.4	CONSERVACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA .....	7
<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR .....</b>	<b>9</b>
3.1	ACCIONES REALIZADAS DENTRO DEL SECTOR .....	9
3.1.1	VISITAS TÉCNICAS .....	9
3.1.1.1	OPERACIÓN ACTUAL DEL SECTOR “LA LOMA” .....	10
3.1.1.2	SUBSECTOR LA LOMA.....	11
3.1.1.3	SUBSECTOR FOVISSSTE .....	12
3.1.2	RECORRIDOS DE CAMPO EN AMBOS SUBSECTORES .....	13
3.1.3	UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LOS SITIOS DE MEDICIÓN .....	14
3.1.3.1	SUBSECTORES LA LOMA Y FOVISSSTE .....	14
3.1.4	MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMESTICAS .....	15
3.1.5	CATASTRO DE LA RED HIDRÁULICA DE DISTRIBUCIÓN .....	17
3.1.5.1	SUBSECTOR LA LOMA.....	17
3.1.5.2	SUBSECTOR FOVISSSTE .....	19
3.1.6	INSTALACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	20
3.1.7	REVISIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICO EN LAS ZONAS BAJO ESTUDIO.....	22
3.1.8	DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS NO VISIBLES.....	25
3.1.9	VINCULACIÓN PREDIO CONTRATO E IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TOMAS .....	26
3.1.10	MANTENIMIENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE VÁLVULAS.....	29
3.2	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA FÍSICA .....	31
3.2.1	LECTURAS DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	31
3.2.1.1	ANÁLISIS DE CONSUMO DEL SUBSECTOR LA LOMA .....	31
3.2.1.2	ANÁLISIS DE CONSUMO DEL SUBSECTOR FOVISSSTE.....	32
3.2.2	EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN EN LOS SUBSECTORES.....	33
3.2.2.1	EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN SUBSECTOR “LA LOMA” .....	33
3.2.2.2	EFICIENCIA DE DISTRIBUCIÓN SUBSECTOR “FOVISSSTE”.....	34
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL DEL PMSAP .....</b>	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>INDICADORES DE GESTIÓN .....</b>	<b>38</b>

---

---

6.	EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	40
7.	DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....	41
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	43

---

---

# INTRODUCCIÓN

El presente documento denominado “*Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños*” ha sido patrocinado mediante un convenio firmado entre la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

Considerando la importancia que representa el funcionamiento del organismo operador de agua potable de la cabecera municipal de Pátzcuaro en el continuo mejoramiento ambiental de la cuenca del lago, y tomando en cuenta los resultados alentadores obtenidos de estudios anteriores de sectorización nos motivan a dar continuidad con la implementación de un sector mas, con el fin de operar ordenadamente y de forma más controlada la red de distribución.

El presente trabajo está orientado hacia el mejoramiento de los servicios de agua potable de la cabecera municipal de Pátzcuaro, Michoacán. Está basado en información colectada, ordenada y analizada en coordinación con el Organismo “Pro-mantenimiento del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento” del Municipio de Pátzcuaro (PMSAP), en mediciones y trabajos de campo realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

El estudio se ha desarrollado en siete capítulos y los anexos correspondientes. En el capítulo uno se presenta un bosquejo general de la localidad, básicamente su ubicación geográfica y demografía.

En el capítulo dos se describe la infraestructura hidráulica de agua potable existente, el estado actual de las captaciones y capacidades, conducciones, regularización y distribución de agua potable.

En el capítulo tres se describen e ilustran las actividades realizadas en el mejoramiento del servicio con la implementación del sector (muestreo de presiones, delimitación del sector, detección de fugas, desazolve de cajas de válvulas, reparación y mantenimiento de válvulas, actualización del catastro de la red de distribución, instalación de muestra de micromedidores, instalación de macromedidor, vinculación, eficiencia física de distribución, entre otras).

En el capítulo cuatro se muestra el análisis del sistema financiero y comercial del PMSAP, del periodo 2004-2008.

En el capítulo cinco se presentan los indicadores de gestión, mismos que fueron calculados para los Organismos Operadores de Quiroga, Erongarícuaro y Tzintzuntzan para poder ser comparados.

---

---

En el capítulo seis se presentan los equipos utilizados en la detección y localización de fugas no visibles en la red de distribución de agua potable de la localidad; especificaciones técnicas y características.

En el capítulo siete se presenta las acciones y medios utilizados para dar a conocer las actividades a realizar en la localidad con el fin de informar y obtener el apoyo y concientización de la población.

Finalmente, en el capítulo ocho se exponen las conclusiones y recomendaciones técnicas, más relevantes para mantener el desarrollo del sistema de agua potable de Pátzcuaro, Michoacán.

---

## 1. DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

### 1.1 Ubicación geografía

Pátzcuaro se localiza al centro del estado de Michoacán, en las coordenadas 19°31' de latitud norte y 101°36' de longitud oeste, a una altura de 2,140 msnm. Limita al Norte con Tzintzuntzan, al Noroeste con Erongarícuaro, al Este con Tzurumútaro, al Sur con Santa Clara del Cobre, al Oeste con Huecorio y San Pedro (ver Figura 1-1). La localidad de Pátzcuaro tiene una superficie de 29.66 km<sup>2</sup>, que corresponde al 6.68% del área total del municipio.

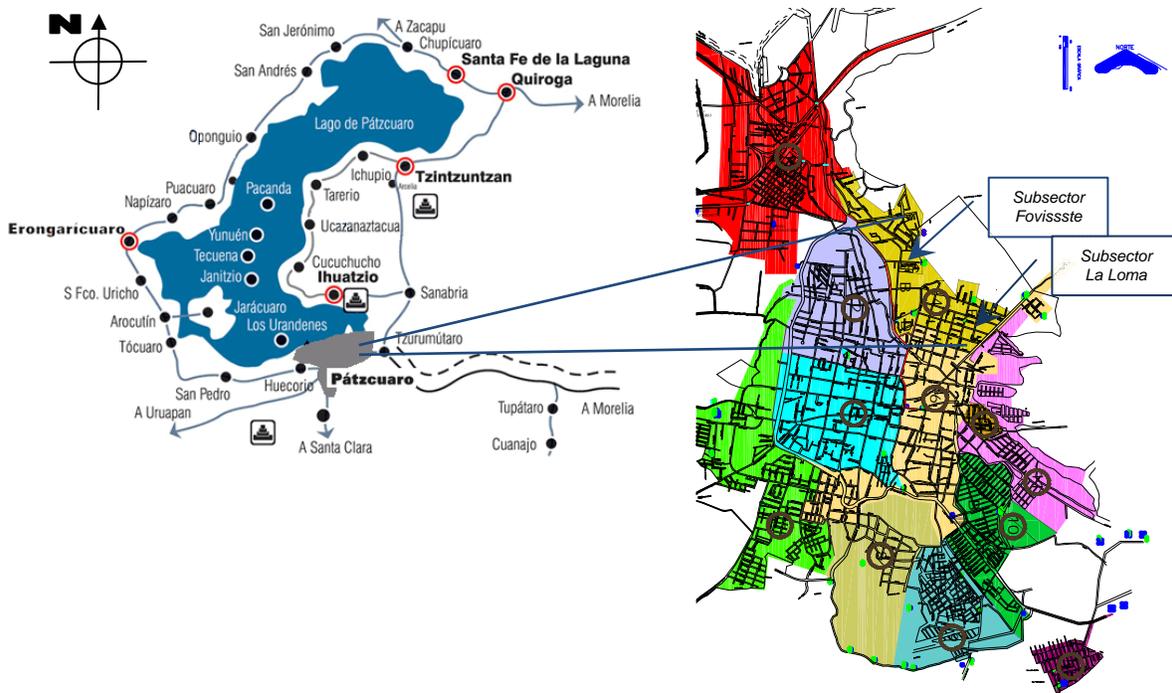


Figura 1-1. Macrolocalización de las áreas de trabajo en la localidad de Pátzcuaro, Michoacán

Al Municipio de Pátzcuaro lo comunican la carretera federal Número 15 Morelia-Quiroga-Pátzcuaro y la autopista Morelia-Pátzcuaro-Uruapan. Se cuenta asimismo, con la carretera de la ribera del lago de Pátzcuaro, a la cual se llega mediante la ruta Morelia-Quiroga-Santa Fe de la Laguna-Chupicuaro-Erongarícuaro-Pátzcuaro.

## 1.2 Demografía

En el año 2004 el IMTA realizó una verificación del padrón de usuarios del OOAPAS<sup>1</sup>, encontrando los resultados que se muestran en la Tabla 1-1.

Tabla 1-1 Tomas domiciliarias verificadas por el IMTA en el año 2004

SITUACIÓN	TOMAS					TOTAL
	DOMÉSTICAS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	HOTELES	PÚBLICAS	
REGULARES	9,840	1,231	24	33	95	11,223
IRREGULARES	2,380	318	5	1	25	2,729
<b>SUBTOTAL</b>	<b>12,220</b>	<b>1,549</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>120</b>	<b>13,952</b>
DESHABITADOS	924	62	0	0	0	986
<b>TOTAL</b>	<b>13,144</b>	<b>1,611</b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>120</b>	<b>14,938</b>

Entonces, con el índice de hacinamiento de 4.9 habitantes por toma domiciliaria doméstica, se estimó que en el año 2004 había 59,878 habitantes servidos con agua potable, que si se aplica la cobertura del 95% del servicio, se tiene una población total en Pátzcuaro de 63,029 habitantes, con base a esta población también se estimó que para el año 2015 habitarán en la localidad alrededor de 66,059 personas, que se abastecerán con un total de aproximadamente 13,212 tomas domiciliarias domésticas.

<sup>1</sup> Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Pátzcuaro, IMTA, 2005.

## 2. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

### 2.1 Captaciones

El agua que utiliza actualmente para abastecimiento urbano la localidad de Pátzcuaro es de dos tipos de fuentes, agua subterránea captada por cuatro pozos y agua superficial de dos manantiales. Los cuatro pozos se encuentran ubicados dentro de la localidad, operan las 24 hrs. del día y se extraen 148.5 l/s en promedio, este dato se comprobó con mediciones en sitio<sup>2</sup> haciendo uso de un equipo portátil ultrasónico. Respecto a los manantiales uno se encuentra ubicado en el centro de la localidad denominado "Alcantarillas o Don Vasco" que produce 29.32<sup>3</sup> l/s y se estimo un aprovechamiento de 15 l/s en la red, el otro manantial se localiza a 18 Km. Al Sureste de la población denominado "San Gregorio" que suministra un gasto base (Época de estiaje) garantizado de 50<sup>3</sup> l/s.

En la Fotografía 2.1 se muestran una vista general de la ubicación de cada uno de los pozos que abastecen a la red de distribución de agua potable de Pátzcuaro.



Pozo Huecorio



Pozo Itzi-Huriata



Pozo Los Reyes



Pozo Revolución

Fotografía 2.1.- Fuentes de abastecimiento subterránea para la localidad.

<sup>2</sup> Para más información consultar el Anexo: Mediciones pozos Pátzcuaro

<sup>3</sup> Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Pátzcuaro, IMTA, 2005.

El agua extraída de la fuente subterránea y superficial es suministrada a varios tanques y cárcamos de rebombeo, y posteriormente se distribuye a la red. En la Tabla 2-1 se indican las estructuras abastecidas con el agua de las fuentes de producción.

Tabla 2-1. Estructuras abastecidas por los pozos y manantiales

Nombre de la captación	Estructuras abastecidas
Pozo Huecorio	Tanque Redondo; con una capacidad de 571 m <sup>3</sup> y cárcamo de rebombeo junto al tanque redondo.
Pozo Itzi-Huriata	Cárcamo de rebombeo Norte-Sur, con una capacidad de 40 m <sup>3</sup> Tanques del calvario Grande ( 142 m <sup>3</sup> ) y Calvario chico (50 m <sup>3</sup> )
Pozo Los Reyes	Tanque Lázaro Cárdenas zona baja; con una capacidad de 319 m <sup>3</sup>
Pozo Revolución	Tanque Revolución, con una capacidad de 341 m <sup>3</sup>
Manantial "Alcantarillas"	Tanque Alcantarillas; con una capacidad de 65 m <sup>3</sup>
Manantial "San Gregorio"	Tanque Lázaro Cárdenas; con una capacidad de 143 m <sup>3</sup>

## 2.2 Conducciones y regularización

En el sistema de agua potable de la localidad de Pátzcuaro existen varias conducciones, que van desde las captaciones hasta los tanques de regularización y de rebombeo, así como a puntos estratégicos a la red de distribución. Para la distribución del servicio de agua potable, se cuenta con 37 tanques, de los cuales; 29 tanques son de distribución; 7 tanques son únicamente de rebombeo; y 2 tanques tienen la función de rebombeo y distribución. En la Tabla 2-2 se presenta un resumen de las conducciones del sistema de agua potable y la Tabla 2-3 presenta una relación de los tanques con sus características generales.

Tabla 2-2. Conducciones del sistema de agua potable de Pátzcuaro

NOMBRE DE LA CONDUCCIÓN	TRAYECTORIA	DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (m)
Manantial San Gregorio -Tanque Lázaro Cárdenas	Comunidad de San Gregorio, sobre terrenos de cultivo, monte y algunos poblados	12, 10, 8 y 6 (asbesto-cemento)	16,035
Tanque Lázaro Cárdenas Zona baja - Tanque Los Reyes	Calles Gabriel Ochoa y Jesús Romero Flores	10	1100
Manantial Alcantarillas -Tanque Alcantarillas	Calle Alcantarillas	2	150
Manantial Don Vasco - Tanque Cuatro	Calles Arciga, Ahumada, Industria y Avenida Lázaro Cárdenas	4	1,500
Tanque Cuatro - Tanque La Loma	Calles Patzimba, Irepan y Zipandecuari	3	700
Pozo Huecorio - Tanque Redondo	Sobre terrenos de cultivo, cruza la línea del ferrocarril a Uruapan, y por Libramiento General Ignacio Zaragoza, hasta Constitución de 1917,y Nueva del Panteón	18 (acero) y 10 (asbesto-cemento)	3,343
Cárcamo de rebombeo -Tanque Los Reyes	Calles Espejo, Romero, Dr. Coss, Andador Jesús Escamilla, Andador Teresa Dávalos y Lerín	10 (asbesto-cemento)	2,108
Pozo Itzi-Huriata - Cárcamo de Rebombeo Norte Sur -Tanques El Estribo Grande y Chico	Sobre terrenos de cultivo	6	2,096

Tabla 2-3. Relación de tanques existentes en la red de Pátzcuaro

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TANQUES POR FUENTE DE ABASTECIMIENTO							
Nombre del tanque	Superficial	Enterrado	Elevado	Rebombeo	Distribución	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Operando
<b>TANQUES QUE DEPENDEN DEL POZO REVOLUCIÓN</b>							
El Revolución	X				X	341	X
<b>TANQUES QUE DEPENDEN DEL POZO HUECORIO</b>							
El Redondo	X			X	X	571	X
INFONAVIT – I	X			X		162	X
INFONAVIT – I			X		X	22	X
Los Reyes	X				X	764	X
FOVISSTE – 4		X		X	X	508	X
FOVISSTE			X		X	56	X
La Loma (viejo)	X				X	134	X
La loma (nuevo)	X				X	150	
Los Nogales			X		X	115	
<b>TANQUES QUE DEPENDEN DEL POZO ITZI – HURIATA</b>							
El Calvario (Norte-Sur)	X			X		40	X
El Grande del Calvario	X				X	142	X
El Chico del Calvario	X				X	50	X
INFONAVIT –II		X		X		129	X
INFONAVIT –II			X		X	60	X
Los Fresnos		X		X		63	X
Los Fresnos	X				X	51	X
<b>TANQUES QUE DEPENDEN DEL POZO LOS REYES</b>							
Lázaro Cárdenas Zona Baja	X				X	319	X
Linda Vista del Cristo	X			X		22	X
Linda Vista del Cristo	X				X	59	X
<b>TANQUES QUE DEPENDEN DEL MANANTIAL ALCANTARILLAS</b>							
Alcantarillas	X				X	65	X
Fraccionamiento La Loma		X		X		8	X
Fraccionamiento La Loma			X		X	18	X
<b>TANQUES QUE DEPENDEN DEL MANANTIAL SAN GREGORIO</b>							
La Vitela I		X			X	20	X
La Vitela II	X				X	140	X
Joya de Los Molinos – I	X				X	13	X
Los Cedros	X				X	83	X
Vista Bella		X		X		100	X
Vista Bella			X		X	56	X
Loma Bonita			X		X	67	X
Joya de Los Molinos – II	X				X	22	X
La Era	X				X	90	X
Jacaranda	X				X	90	X
Colonia Lázaro Cárdenas	X				X	143	X
Ampliación Lázaro	X				X	59	X
El Pedregal	X				X	110	X
San Lázaro	X				X	5	X
Ejido Potrero		X			X	16	X
Ejido Jamuquen	X				X	60	X

Entre los tanque Los Reyes y el Redondo se cubre la mayor área con servicio en la localidad, sobre todo en la zona centro donde generalmente el servicio es por la noche y la madrugada.

## 2.3 Distribución (Tuberías principales, secundarias, cajas de válvulas y tomas domiciliarias)

El IMTA realizó en el año 2004 una revisión del catastro de la red de distribución de agua potable al 80%; como resultado de la revisión actualmente se dispone de un plano digital del sistema en ambiente AutoCad. La red primaria se compone de tubería asbesto-cemento y fierro fundido, cuyos diámetros varían desde 3" a 10" pulgadas, se tienen cuantificados<sup>4</sup> cerca de 130 km. Respecto al material de las instalaciones domiciliarias son de dos tipos: manguera y galvanizadas, estos materiales los compra el usuario directamente lo que provoca que se utilicen diversas calidades de materiales y consecuentemente las fugas.

El departamento de Operación cuenta con un Jefe de departamento y 57 empleados de campo encargados de vigilar y mantener el adecuado funcionamiento de la infraestructura hidráulica durante las 24 hrs. del día todo el año; realizan las operaciones necesarias para controlar: el bombeo en pozos, los niveles del agua en tanques y los rebombes. Asimismo se encargan de la reparación de fugas, atienden las solicitudes de instalación de nuevas tomas domiciliarias y realizan las labores de cancelación del servicio a usuarios morosos.

El OOAPAS dispone de 69 empleados que atienden el servicio de agua potable alcantarillado y saneamiento más 19 empleados en las plantas tratadoras; lo cual se mantiene ligeramente por abajo del promedio que deben ser cinco empleados por cada mil tomas y se atienden cerca de 13,952 tomas.

---

<sup>4</sup> *Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Pátzcuaro, IMTA, 2005.*

## 2.4 Conservación del agua en el sistema

Las acciones que incrementan y controlan la eficiencia física se muestran a continuación en la Tabla 2-4.

Tabla 2-4 Acciones que incrementen y controlan la eficiencia física

INCREMENTAN	CONTROLAN
Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias	Sectorización de la red de distribución
Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas	Formación de recursos humanos en eficiencia física
Localización y reparación de fugas en tuberías principales, secundarias y tanques	Macro medición
	Catastro de infraestructura hidráulica y de redes
	Control operacional
	Control de fugas

En el año 2004-2005 el IMTA realizó el estudio del *Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del Lago de Pátzcuaro*, se determinó para la localidad una eficiencia física de 51.3% del volumen total suministrado, es decir 48.7% de agua no contabilizada; para ello fue necesario realizar aforos en las fuentes de abastecimiento con equipo portátil por un día de operación de las fuentes para determinar la producción; los consumos domésticos se determinaron mediante una muestra de 58 micromedidores instalados aleatoriamente a usuarios de la localidad, donde se tomaron los registros de una semana.

En el año 2005 el IMTA llevó a cabo las acciones que incrementan la eficiencia física mediante el *Estudio de detección y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física de cuatro OOAPAS, ribereños del lago de Pátzcuaro*, y en donde se concluyó para Pátzcuaro lo siguiente: Se implementó el Distrito Itzi-Huriata donde se determinó una eficiencia física inicial de 54.4% y posteriores a los trabajos de eficientización se alcanzó una eficiencia física del 61.0% muy similar a la eficiencia obtenida para la localidad de 59.3% que resultó de reparar 121 fugas en la red de distribución; se recomendó continuar con el programa de sectorización e implementar por el propio organismo un programa permanente de control y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física al 80%.

En el 2006 y 2007 con el proyecto denominado "Mejora de la Eficiencia Física y Comercial en el Organismo Operador de Pátzcuaro (Segunda etapa)" donde se dio continuidad con la implementación de dos sectores más (Revolución y Huecorio) así como seguimiento al sector Itzi-Huriata; las eficiencias alcanzadas para cada sector fueron las siguientes: Revolución 55.1%, Huecorio 53.5% e Itzi-

Huricata 56.8%, se recomendó continuar con el programa de sectorización e implementar por el propio organismo un programa permanente de control y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física al 80%.

En el presente año 2008 se continúa con el proceso de Reducción Integral de Pérdidas, mediante la continuación de sectorización y formación de recursos humanos con el presente trabajo denominado *Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños* que concluirá en el año 2011.

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR

El objetivo de este trabajo fue trabajar en el sector identificado como "La Loma", en el cual se realizaron actividades para determinar la eficiencia de distribución, principalmente de dos subsectores que lo componen (La Loma y FOVISSSTE), lo cual se obtuvo por medio de diversas actividades.

#### 3.1 Acciones realizadas dentro del sector

El sector "La Loma" queda ubicado en la zona Noreste de la localidad de Pátzcuaro. En la Figura 3-1 se observa la ubicación de los dos subsectores en los que se trabajaron y cuyas actividades se detallan a continuación.

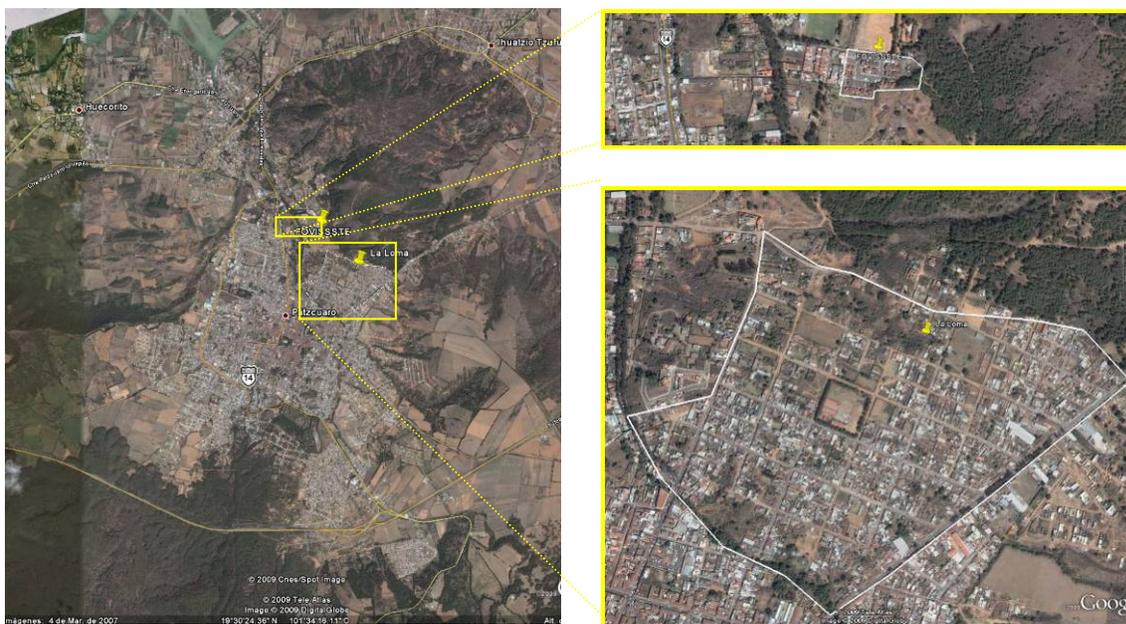


Figura 3-1 Ubicación de los subsectores

##### 3.1.1 Visitas técnicas

La primera actividad realizada en esta localidad fue una visita técnica al Organismo operador. El director el CP. Ricardo Casiano Ángel a quien se le solicitó información existente sobre el sector propuesto a implementarse, como son planos topográficos existentes, padrón de usuarios, redes de agua potable y alcantarillado; se propuso al organismo trabajar conjuntamente mediante un convenio de colaboración en la implementación del sector denominado La Loma y como primera actividad el compromiso de recorridos de inspección al Sector en estudio. A continuación se describen las actividades realizadas en forma coordinada.

### 3.1.1.1 Operación actual del sector "La Loma"

La siguiente Figura 3-2 ilustra el esquema de la distribución actual del agua del sector denominado "La Loma". La operación es de la siguiente manera; el Tanque principal denominado No. 4 Fovisste (520 m<sup>3</sup>) recibe agua de dos fuentes, el Manantial Alcantarillas las 24 hr. y del Tanque Redondo 2 hr. diarias, y distribuye como se describe a continuación:

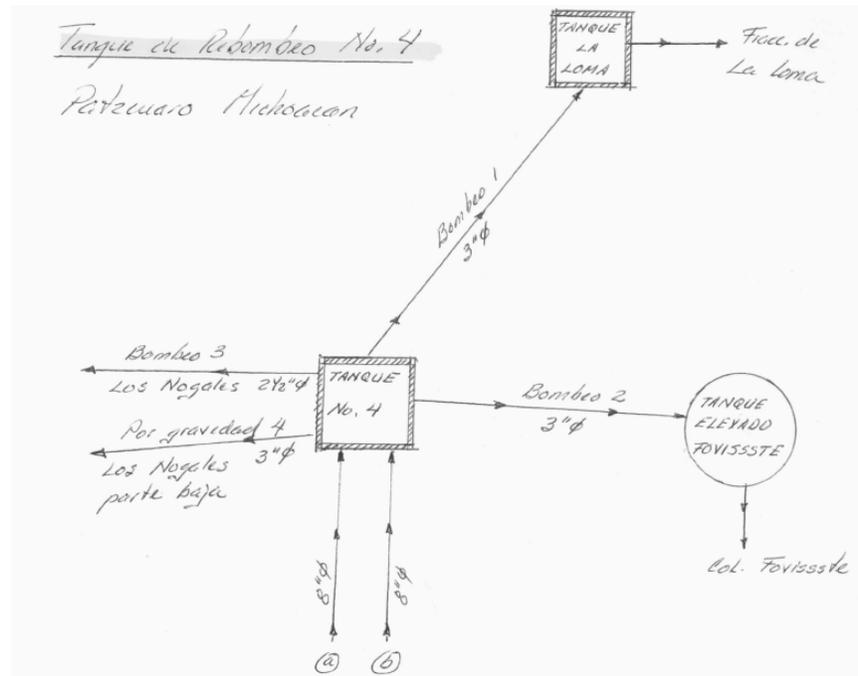


Figura 3-2 Distribución Tanque No. 4 (Fovisste)

- 1) Rebombeo de 24 hr. hacia el Tanque la Loma<sup>5</sup> (150 m<sup>3</sup>) con tubería de 3" de PVC, para abastecer la col. Vasco de Quiroga (La Loma).
- 2) Rebombeo de 1 hr. 45 min cada tercer día hacia el Tanque elevado Fovisste (60 m<sup>3</sup>) con tubería de 3" de PVC, para abastecer al Fraccionamiento Fovisste.
- 3) Rebombeo de 1 hr. 30 min todos los días hacia el Tanque de los Nogales (100 m<sup>3</sup>) con tubería de 2 1/2" de PVC, para abastecer la colonia Los Nogales.
- 4) Por gravedad de 3 a 4 diarias hacia la parte baja de los Nogales, con tubería de 3" de PVC.

<sup>5</sup> Se realizó medición puntual con equipo ultrasónico sobre la línea de 3" del rebombeo y se determinó un caudal de 5.8 l/s, se tiene conocimiento que el Tanque la Loma tiene problemas de fugas.

### 3.1.1.2 Subsector La Loma

Este recorrido se realizó en forma conjunta, con personal del PMSAP, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMNSNH), se detectó que en el subsector existen gran cantidad de terrenos baldíos y casas abandonadas, existe una pendiente moderada, el subsector colinda al norte con la localidad de Tzenzenguaró, al sur con una barranca, al oriente con la calle Serrato y al Poniente con la Av. Lázaro Cárdenas. El tanque principal denominado La Loma se encuentra en la parte norte del subsector.

Las colonias que conforman el sector<sup>6</sup> (Vasco de Quiroga, Fovissste, La Loma, Nogales, Cerro blanco y Querenda) son de clase popular, en la siguiente Fotografía 3.1 se muestra el tipo de vivienda de la Col. Vasco de Quiroga que es la de mayor población.



Calle Erendira



Calle Irepan



Serrato esq. Irepan



Serrato esq. Puente

Fotografía 3.1 Tipo de viviendas y límites de la col. Vasco de Quiroga

<sup>6</sup> Convenio Específico IMTA/H. Ayuntamiento de Pátzcuaro/HC-0853/2008, Informe Final de Pátzcuaro, PMSAP 2008

También se realizó el recorrido por la red, donde personal de operación realiza sus movimientos de válvulas, haciéndose notar que son demasiados movimientos para dar servicio al subsector, por tanto los periodos de servicio se reducen a una hora y media máximo dos horas por cuadra o manzana, por lo que la tubería nunca se presuriza; durante el recorrido con el personal de operación se ubicaron hidrantes que dan apoyo del servicio a la población y que son abastecidos del acueducto San Gregorio. Ambas situaciones se muestran en la siguiente Fotografía 3.2



Cotejo de infraestructura con plano en mano



Verificación de movimientos de válvulas



Apertura y cierre de válvulas del operador



Hidrante ubicado en la Calle Cúratame

Fotografía 3.2 Movimiento de válvulas y ubicación de hidrantes

### 3.1.1.3 Subsector Fovissste

Este Subsector cuenta con un tanque elevado el cual da servicio exclusivamente al Fraccionamiento Fovissste, la pendiente es suave y regular el nivel socioeconómico es medio, el subsector limita al norte con una escuela y un campo de fútbol, al sur con un bosque, al oriente con bosque y al poniente con la privada de la paz, en todos los domicilios las tomas se encuentran fuera, así que para la instalación de micromedidores y sus lecturas son independientes del usuario, el

movimiento de válvulas es mínimo sólo se realiza en un sitio que es al pie del tanque elevado. La siguiente Fotografía 3.3 muestra el tanque elevado y parte del Fraccionamiento Fovissste.



Tanque elevado del Fovissste (60m<sup>3</sup>)



Vista del tipo de vivienda existente en el subsector

Fotografía 3.3 Condiciones del Subsector Fovissste

Se concluyó que el subsector La Loma el tipo de clase socio económica es popular y en el subsector Fovissste la clase socio económica es de tipo media.

### **3.1.2 Recorridos de campo en ambos subsectores**

Se visitó el sector para hacer un recorrido por los subsectores el día y horario en que se suministra el servicio de agua para verificar que efectivamente el subsector a implementar cuente con servicio y las zonas adyacentes no; e identificar que acciones se requieren para que el sector quede aislado del resto de la red de distribución.

Este recorrido se realizó en forma conjunta, con personal del PMSAP, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMNSNH), poniéndose atención al tipo de vivienda y los límites iniciales del subsector, se detectó que existen terrenos baldíos, casas abandonadas.

También se puso principal atención en los sitios posibles para ubicar un punto de medición (estación de aforo), los cuales se propusieron al organismo a la salida del tanque respectivo.

En el subsector La Loma el servicio de agua es de lunes a sábado de 8:00 a 13:00 hr. y otra zona de 23:00 a 6:00 hrs y todo el domingo las 24 hrs, dentro del subsector se tandeo el servicio de forma simultanea por calles o manzanas por periodos de 1½ a 2 horas, situación que no favoreció el desarrollo de los trabajos

de campo, dado que las tuberías no alcanzan presiones adecuadas para el desarrollo de los trabajos.

El subsector Fovissste su servicio de agua es cada tercer día tandeado, con un horario de servicio de 11:00 a 14:00 horas, lo que favorece el desarrollo de los trabajos de campo al presurizarse la red de distribución, asimismo todos los domicilios cuentan con tinacos que les permiten almacenar agua para sus necesidades diarias.

### **3.1.3 Ubicación y construcción de los sitios de medición**

Como actividad previa para iniciar los trabajos se seleccionaron los sitios de medición en ambos subsectores en forma conjunta con el PMSAP. Se propuso construir un registro (estación de aforo) al pie del tanque elevado del FOVISSSTE y por otra parte monitorear la línea que suministra al tanque La Loma. (Aunque se recomendó se construyera un registro a la salida del tanque viejo La Loma, sin embargo se realizan actualmente interconexión entre el tanque nuevo y el tanque viejo que se esta rehabilitando).

#### **3.1.3.1 Subsectores La Loma y Fovissste**

Se le indicó los puntos de medición al personal de PMSAP, los cuales quedaron ubicados a la salida de los tanques La Loma y Fovissste, los cuales cuentan con una tubería de PVC de 6" a la salida del Tanque La Loma y una tubería de PVC de 4" a la salida del tanque Fovissste, por lo que el PMSAP, construyó un registro para alojar el equipo de medición a las salida del tanque Fovissste (ver Fotografía 3.5) e IMTA realizó medición puntual a la salida del tanque viejo La Loma (ver Fotografía 3.4) para determinar el gasto suministrado al subsector (PMSAP no construyó registro dado que el terreno es propiedad privada).



Fotografía 3.4 Sondeo para la construcción de caja en el subsector La Loma



Fotografía 3.5 Selección del sitio y construcción de la Estación de Aforo del subsector Fovissste

### 3.1.4 Muestreo de presiones en tomas domesticas

Al efectuarse los recorridos de campo con el personal del PMSAP se fueron tomando presiones de forma aleatorio en las tomas domiciliarias para evaluar la calidad en el servicio y constatar tuvieran agua como corresponde de acuerdo al programa de servicio que presta el organismo.

Con esta actividad se constató que para el subsector La Loma las presiones en los domicilios son bajas e incluso se detectaron domicilios con servicio confirmado pero sin presión, la mayor presión detectada fue de  $0.7 \text{ kg/cm}^2$ .

En la siguiente Fotografía 3.6 se muestran las lecturas obtenidas del muestreo de presiones en tomas domiciliarias obtenidas por las brigadas de campo.

En la Tabla 3-1 siguiente se presentan los registros de las presiones tomadas en la inspección física del sector y los datos graficados del primer muestreo en la Gráfica 3-1, siendo el promedio de estos datos de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ .

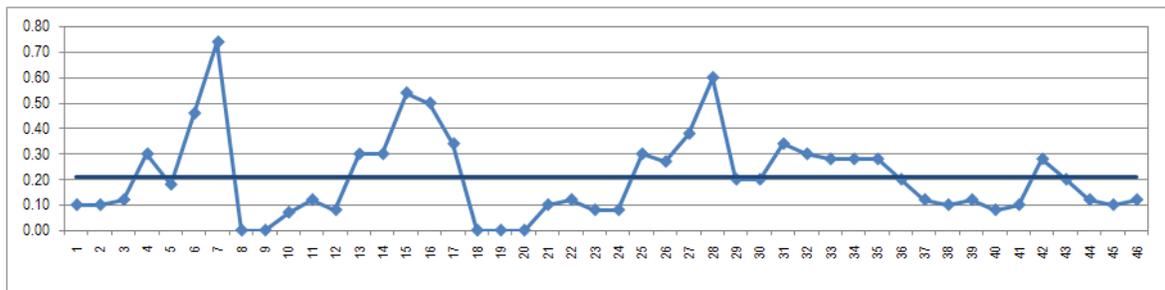
Para el subsector Fovissste se determino una presión promedio de  $1.5 \text{ kg/cm}^2$ , valor adecuado a las necesidades de la población, la información se detalla en el anexo informe final de la UMSNH.



Fotografía 3.6 Muestreo de presiones en tomas domiciliarias

Tabla 3-1 Inspección física del sector

Verificación del Seccionamiento											
Lecturas de presión (kg/cm <sup>2</sup> ) / hora de toma de lecturas											
PTO	DOMICILIO			LECTURA	HORA	PTO	DOMICILIO			LECTURA	HORA
	CALLE	Nº	ENTRE CALLES				CALLE	Nº	ENTRE CALLES		
16 DE OCTUBRE DE 2008					17 DE OCTUBRE DE 2008						
1	TZINPANDECUARI	72	IREPAN E HIGUARE	0.10	10:05	24	ZICURANCHA	9B	PATZIMBA Y CURATAME	0.08	13:10
2	VEAPANI	46	TZINPANDECUARI Y ZUANGA	0.10	10:25	25	ZICURANCHA	5	PATZIMBA Y TIMAS	0.30	13:12
3	VEAPANI	69	TZINPANDECUARI Y ZUANGA	0.12	10:27	26	ZICURANCHA	6	PATZIMBA Y TIMAS	0.27	13:13
4	VEAPANI	60	TZINPANDECUARI Y ZUANGA	0.30	10:32	27	ZICURANCHA	15	PATZIMBA Y TIMAS	0.38	13:15
5	VEAPANI	58	TZINPANDECUARI Y ZUANGA	0.18	10:35	28	ZICURANCHA	16	PATZIMBA Y TIMAS	0.60	15:50
6	VEAPANI	71B	ZUANGA Y SERRATO	0.46	10:40	29	TZINPANDECUARIN	36A	VEAPANI Y TARIACURI	0.20	16:01
7	VEAPANI	73	ZUANGA Y SERRATO	0.74	10:43	30	TZINPANDECUARIN	35	VEAPANI Y TARIACURI	0.20	16:05
8	VEAPANI	70	ZUANGA Y SERRATO	0.00	10:46	31	TZINPANDECUARIN	39	PRIV. DE CURATAME Y CURATAME	0.34	16:10
9	VEAPANI	38	PATZIMBA Y TIMAS	0.00	10:00	32	PRIV. DE CURATAME	9	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.30	16:12
10	TZINPANDECUARIN	35	VEAPANI Y PUACUME	0.07	11:10	33	PRIV. DE CURATAME	13	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.28	16:17
11	TZINPANDECUARIN	32	VEAPANI Y PUACUME	0.12	11:15	34	PRIV. DE CURATAME	15	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.28	16:30
12	TZINPANDECUARIN	31	VEAPANI Y PUACUME	0.08	11:17	35	PRIV. DE CURATAME	4	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.28	10:15
13	TZINPANDECUARIN	19	VEAPANI Y PUACUME	0.30	11:25	36	TARIACURI	40	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.20	10:27
14	TZINPANDECUARIN	20	VEAPANI Y PUACUME	0.30	11:30	37	TARIACURI	43	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.12	10:45
15	PATZIMBA	12	ZICURANCHA Y PUACUME	0.54	12:15	38	TZINPANDECUARIN	42	TARIACURI Y CURATAME	0.10	11:05
16	PATZIMBA	11	ZICURANCHA Y PUACUME	0.50	12:20	39	TZINPANDECUARIN	105	TARIACURI Y CURATAME	0.12	11:30
17	PATZIMBA	13	ZICURANCHA Y PUACUME	0.34	12:28	40	TZINPANDECUARIN	70	HIGUARE E IREPAN	0.08	11:45
18	PATZIMBA	21	ZICURANCHA Y VEAPANI	0.00	12:32	41	TZINPANDECUARIN	72	HIGUARE E IREPAN	0.10	12:05
19	PATZIMBA	26	ZICURANCHA Y VEAPANI	0.00	12:35	42	PRIV. DE CURATAME	4	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.28	10:15
20	PATZIMBA	27	ZICURANCHA Y VEAPANI	0.00	12:40	43	TARIACURI	40	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.20	10:27
21	ZICURANCHA	47	PATZIMBA Y CURATAME	0.10	12:45	44	TARIACURI	43	TZINPANDECUARIN Y CURATAME	0.12	10:45
22	ZICURANCHA	16	PATZIMBA Y CURATAME	0.12	12:50	45	TZINPANDECUARIN	42	TARIACURI Y CURATAME	0.10	11:05
23	ZICURANCHA	22	PATZIMBA Y CURATAME	0.08	12:55	46	TZINPANDECUARIN	105	TARIACURI Y CURATAME	0.12	11:30



Gráfica 3-1 Presiones en el Sector La Loma (1<sup>er</sup> muestreo).

### 3.1.5 Catastro de la red hidráulica de distribución

#### 3.1.5.1 Subsector La Loma

Se verificaron en campo los límites de la red de distribución del subsector y se revisaron las condiciones de las cajas de válvulas, así como levantamiento de detalles de cruceros mediante fichas técnicas de desazolve de cajas de válvulas, posteriormente se realizaron algunas correcciones (tramos, conexiones, válvulas) al plano inicial del subsector<sup>7</sup>.

La siguiente Fotografía 3.7 muestra los trabajos de limpieza y desazolve realizados en las cajas de válvulas que se encuentran en el subsector La Loma. Para mayor detalle consultar los informes de la UMSNH y PMSAP que se anexan al presente informe.



Caja llena de concreto Tzipandecuari y Veapani



Válvula azolvada y sin registro en Patzimba y Tzicuirancha



Trabajos de limpieza y desazolve del registro en Patzimba y Veapani



Fotografía 3.7 Trabajos de limpieza y desazolve del Subsector La Loma

<sup>7</sup> Información detallada en el Anexo: Planos La Loma y Fovissste de la UMSNH.

La siguiente Figura 3-3 ilustra la ficha de desazolve y despiece de cada una de las cajas de válvulas que se revisaron en el subsector con el fin de actualizar el catastro de la red de distribución.

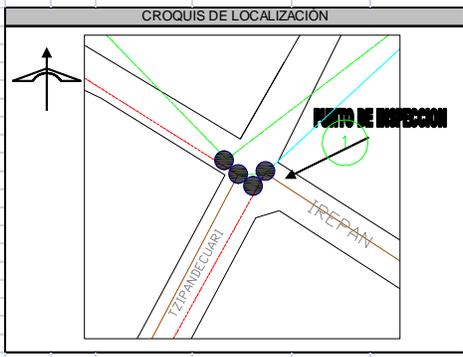
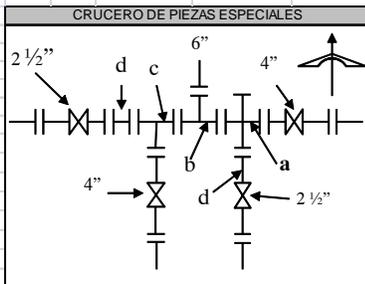
 INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA FISICA EN EL OOPAS DE PATZCUARO LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJAS DE VALVULAS			
SECTOR	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
LALOMA	ESQUINA IREPAN CON TZIPANDECUARIN	VASCO DE QUIROGA	1
<b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b> 		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VALVULA</b> MATERIAL Fo.Fo. TIPO COMP - COMP - COMP - COMP DIAMETRO 4" - 4" - 2 1/2" - 2 1/2" MARCA ----- PROFUNDIDAD (m) 0.80 - 0.80 - 0.80 - 0.80 <b>ESTADO DE CONSERVACION DE LA VALVULA</b> BUENO X X REGULAR X X MALO REQUIERE SUSTITUCIÓN <b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b> MATERIAL DE LA TAPA CONCRETO CONDICIONES DE LA TAPA BUENO TIPO DE SUELO ARCILLA AFOROQ(1/s)= Estimado	
<b>ESTADO ANTES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b> 		<b>ESTADO DESPUES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b> 	
<b>OBSERVACIONES: NO HAY FUGAS, ESTAN EMPOTRADAS EN CONCRETO LAS VALVULAS</b>			
<b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b> 		<b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b> a  de 4" b  de 6" a 4" c  4" a 4" d  carrete de 2 1/2"	

Figura 3-3 Ficha de desazolve y mantenimiento de cajas de válvula

Dentro de esta actividad se contemplo la construcción y/o ampliación de registros de cajas de válvulas con la finalidad de dar mantenimiento a las válvulas que se identificaron con problemas de hermeticidad. Esta información tambien esta disponible en los informes de PMSAP y UMSNH que se anexan al presente informe.

### 3.1.5.2 Subsector Fovissste

Asimismo se realizó la limpieza y desazolve de las cajas de válvulas que se encuentran en el Subsector Fovissste y que se muestran en la siguiente Fotografía 3.8.



Fotografía 3.8 Trabajos de limpieza en la válvula localizada debajo del tanque elevado

Como resultado de las actividades antes mencionadas, se tiene el plano de la red de distribución de agua potable actualizado de ambos subsectores, los cuales se presentan en el Anexo de Planos de la UMSNH y que a manera de ilustración se presentan en la siguiente Figura 3-4



Subsector La Loma



Subsector Fovissste

Figura 3-4 Plano de actualización del catastro de la red de distribución de ambos subsectores.

### 3.1.6 Instalación y supervisión de la muestra de micromedidores

Esta actividad se llevo a cabo con el fin de de obtener un volumen medido consumido promedio en cada subsector. En la Tabla 3-2 se muestra la propuesta de una muestra de 40 micromedidores a instalarse de forma aleatoria, sin embargo solo se consiguió instalar 19 en La Loma y 20 en Fovissste.

En La Loma, se tuvieron problemas para instalar los micromedidores por parte de los usuarios dado a que se resisten por temor a incrementos en sus tarifas o a ser monitoreados. Los volúmenes obtenidos con esta muestra se extrapolaron a todos los usuarios del propio sector para determinar de forma estimada el consumo del sector.

Tabla 3-2 Propuesta de medidores a instalar en el sector La loma

Subsectores en Pátzcuaro	Micromedidores	
	Uso Doméstico	Uso Comercial
La Loma	15	5
Fovissste	20	0

En la Tabla 3-3 y Tabla 3-4 se muestra la relación de los domicilios donde se instalaron los medidores (con previo consentimiento de los usuarios, como resultado de la vinculación), y la Fotografía 3.9 y Fotografía 3.10 muestra la instalación de los micromedidores nuevos y la fachada de los domicilios donde se instalaron<sup>8</sup>.

Tabla 3-3 Relación de micromedidores instalados en el subsector La Loma

No.	DIRECCION	USO	MEDIDOR
1	IREPAN # 5	DOM	9361
2	CURIPARAN # 9	DOM	9370
3	HIGUINGARE # 22	DOM	9367
4	HIGUINGARE # 30	DOM	9362
5	PRIV. DE TZINPANDECUARI # 6	DOM	9344
6	TZINPANDECUARI ESQ. PRIV. DE TZINPANDECUARI	DOM	9369
7	CURATAME ESQ. HIHUIGARE	DOM	9345
8	ZUANGA # 8	DOM	9365
9	VEAPANI # 71-B	DOM	9363
10	VEAPANI # 66	DOM	9348
11	VEAPANI # 56	DOM	9342
12	VEAPANI # 4	DOM	9368
13	VEAPANI # 8-A	DOM	9366
14	IREPAN # 30	DOM	9364
15	IREPAN # 32	DOM	9365
16	VEAPANI # 47	DOM	9286
17	SICUARANCHA # 11	DOM	9341
18	SICUARANCHA # 20	DOM	9271
19	PATZIMBA # 24	DOM	9286

Tabla 3-4 Relación de micromedidores instalados en el subsector Fovisste

No.	DIRECCION (N° medidor de CFE)	USO	# MEDIDOR
1	5140-5120	DOM	9261
2	5180-5160	DOM	9268
3	5220-5200	DOM	9286
4	5300-5280	DOM	9288
5	5340-5320	DOM	9262
6	5380-5360	DOM	9262
7	5440-5460	DOM	9270
8	4880-4860	DOM	9269
9	4780-4800	DOM	9349
10	4760-4740	DOM	9346
11	4720-4700	DOM	9289
12	4680-4660	DOM	9347
13	4640-4620	DOM	9267
14	4600-4580	DOM	9343
15	4940-4960	DOM	9250
16	5080-5060	DOM	9283
17	4520-4500	DOM	9284
18	4560-4540	DOM	9281
19	4440-4420	DOM	9285
20	4120-4100	DOM	9282

<sup>8</sup> En el anexo: Informe del PMSAP se presenta ficha de identificación de cada uno de los micros instalados.



Fotografía 3.9 Medidor Instalado y fachada del domicilio, La Loma



Fotografía 3.10 Medidor Instalado y fachada del domicilio, Fovissste

Debido a que la totalidad de micromedidores<sup>9</sup> instalados eran nuevos, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable.

### **3.1.7 Revisión de planos topográfico en las zonas bajo estudio.**

Se delegó a la UMSNH la recopilación de información existente en toda instancia donde existiera información de planos topográficos de la localidad de Pátzcuaro, con el fin de revisarla y dictaminar si la información es confiable para hacer uso de ella. Tomando en cuenta que la información recopilada en el PMSAP, Obras Publicas, INEGI, CEAC, IMTA entre otras instituciones y todas difieren entre sí. La UMSNH se dio a la tarea de tomar en campo varios puntos con estación total para comprobarlos con los planos obtenidos y se evidencio tal diferencia, por tanto la UMSNH dictaminó realizar los levantamientos correspondientes de planimetría y altimetría para la localidad, para este caso en particular se realizo el levantamiento únicamente de los subsectores La Loma y Fovissste. La siguiente Fotografía 3.11 muestra el personal técnico de la UMSNH realizando el levantamiento con estación total y las siguientes Figura 3-5 y Figura 3-6 muestran la planimetría y

<sup>9</sup> Las características y especificaciones técnicas de los medidores domiciliarios modelo MT-KD marca Bar meter se detallan en el Anexo Características Equipos de Medición.

altimetría obtenidas de los subsectores La Loma y Fovissste. Se tienen digitalizados en AutoCad los trabajos realizados; así como detalle de datos generados e informe de la actividad realizada por la Universidad Michoacana (Ver anexo Planos UMSNH).



Fotografía 3.11 Trabajos de campo con estación total (Planimetría y altimetría)

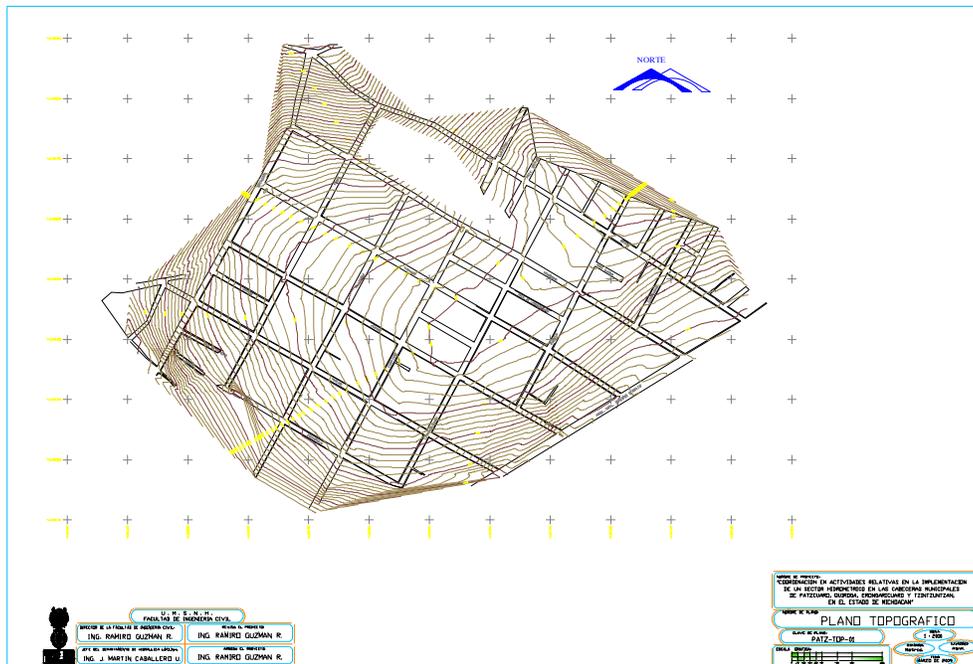


Figura 3-5 Levantamiento topográfico del subsector La Loma (Planimetría y Curvas de nivel)

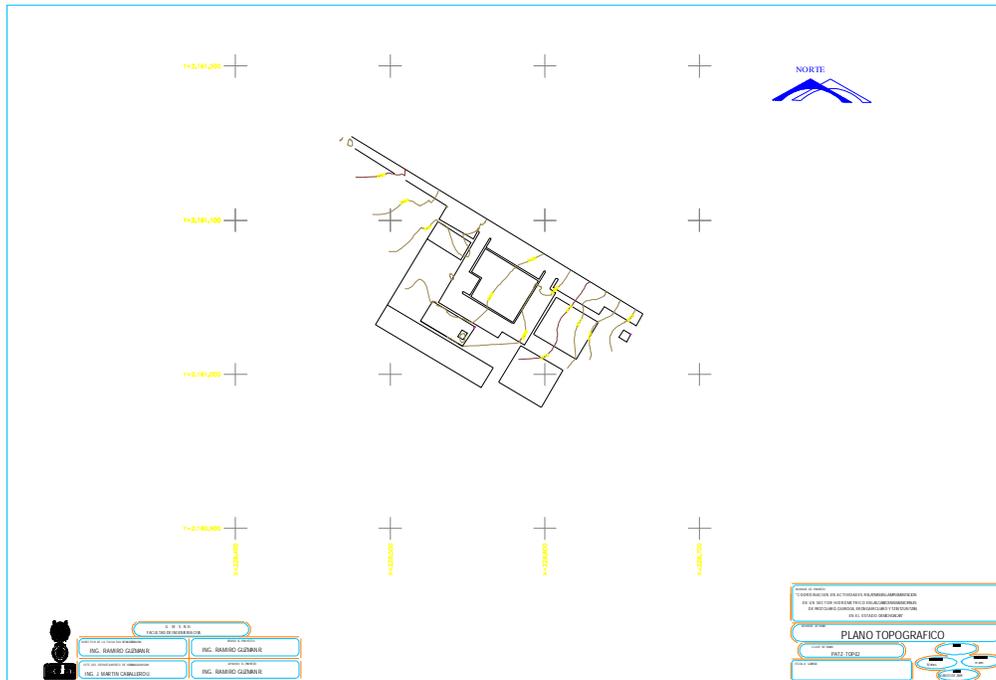


Figura 3-6 Levantamiento topográfico del subsector Fovissste

### 3.1.8 Detección y localización de fugas no visibles

En instalaciones del CAPASE en Erongarícuaro se llevo a cabo la demostración de equipos de detección de fugas en redes de distribución a cargo de personal especializado en el tema. A dicha reunión asistieron los directores y representantes de los cuatro Municipios ribereños al Lago de Pátzcuaro. Donde se les informo las ventajas de contar con equipos especializados para la recuperación de volúmenes perdidos por fuga e identificación de tomas clandestinas y problemas en tomas (taponamientos), acciones que inciden directamente en el incremento de la eficiencia física y comercial así como el mejoramiento del servicio a los usuarios.



Fotografía 3.12 Capacitación en la Detección de fugas no visibles

Posteriormente en Pátzcuaro se capacitó en campo a una brigada del propio personal de operación (Alfonso Trinidad Carranza y Alfonso Medina Pérez) del PMSAP en la detección de fugas no visibles con el equipo geófono de escucha, así se ilustra en la Fotografía 3.12. En el anexo de Detección de fugas se detalla la capacitación de la brigada.

La detección y localización de fugas no visibles dentro del propio sector se realizó en tres periodos de una semana en diciembre de 2008 y enero de 2009, durante este periodo no se localizaron fugas en la red, ni en tomas domésticas debido al servicio tandeado que se tiene en el subsector y a la falta de presión necesaria que se requiere como mínimo para detectar las fugas. En el anexo de Detección de fugas se dan los pormenores.

### **3.1.9 Vinculación predio contrato e identificación y clasificación de tomas**

Se realizó la vinculación predio contrato y se identificaron los diferentes tipos de usos de las tomas domiciliarias que se ubican en el sector. Durante esta actividad se tuvo el inconveniente de casas en que no se encontró al usuario al momento de la encuesta por lo que se insistió en pasar una segunda y en ocasiones hasta una tercera vez; y como último recurso se procedió a preguntar a los vecinos, quienes confirmaron la sospecha que algunas de ellas se encuentran deshabitadas.

La información recopilada fue principalmente la siguiente: Identificación de cada domicilio, Nombre del usuario, Numero de medidor de CFE, Tipo de uso, Habitantes por domicilio, Tipo de almacenamiento, Si cuenta con micromedidor y si está dispuesto a que se le instale uno y finalmente observaciones. A continuación en la Figura 3-7 se muestra la información recopilada en campo y el formato utilizado para realizar la actividad de vinculación predio-contrato. La Fotografía 3.13 muestra acciones que personal de la UMSNH realizó en dicha actividad.

De los recorridos de vinculación se detectaron una población total en el subsector La Loma de 2,650 habitantes (este valor se obtiene de multiplicar su índice de hacinamiento de 4.6, valor obtenido de las encuestas realizadas en las viviendas, por el total de tomas domésticas que proporcionaron información que son 576), el total de predios es de 1,147, incluyendo lotes baldíos, parcelas y sin toma.

En lo referente al Subsector Fovissste se tiene una población total de 167 habitantes (este valor se obtiene de multiplicar su índice de hacinamiento de 3.8, valor obtenido de las encuestas realizadas en las viviendas, por el total de tomas domésticas que son 44), el total de predios es de 60, el 100% de estas tomas son de tipo doméstico.

DESCRIPCION DE LOS LOTES IDENTIFICADOS EN LA MANZANA "K"																
LOTE	TOMA	GENERALES DEL USUARIO			MED CFE	TIPO DE USO			HAB	ALMACENAMIENTO				ACEP MED SI NO	RESULTADO	OBSERVACIONES
		NOMBRE DEL USUARIO	DIRECCION			D	G	I		P	A	T	TQ			
K1	1	GREGORIO ARREOLA	IREPAN ESQ ZOANCA	45	6950	X				4			X		REGULAR	TOMA CORTA
K2	2	ROSA MENDEZ FLORES	IREPAN	43	7190, 7180	X				4		X		X	NO IDENTIFICADO	C 3ER DIA, TOMA CORTA
K3	3		IREPAN												BALDIO	BALDIO
K4	4	ENRIQUE GAONA	IREPAN	39	7200	X				10		X		X	DEUDOR	C 3ER DIA, TOMA CORTA
K5	5	ZARA GUILLÉN	IREPAN	37	7220, 7240	X				3			X		REGULAR	C 3ER DIA, TOMA CORTA
K6	6	JULIAN RODRIGUEZ	PRIV IREPAN	37A	470842	X				8		X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K19	19	EUGENIA ALCARAS SAGRERO	CURIPARAN	4	8N9576	X				10		X		X	NO IDENTIFICADO	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K20	20	DANIEL HERRERA AVILA	CURIPARAN ESQ HIGUINGARI	18		X				10		X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K23	23	JOSE TRINIDAD ALCARAZ S.	HIGUINGARI	18 B	6600	X				4		X	X	X	REGULAR	C 3ER DIA
K24	24	RAMON CRUZ	HIGUINGARI	20	6610	X				5	X			X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K25	25	REMEDIOS MEDINA	HIGUINGARI	20	6620	X				2		X	X	X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K26	26	ROSA LINDA GAONA	HIGUINGARI	24	6680	X				6		X	X	X	REGULAR	C 34 DIAS, TOMA LARGA
K33	33	MARTA SAGRERO PIÑA	HIGUINGARI ESQ ZUANGA	5	662969	X				4	X			X	IRREGULAR	C 3ER DIA, TOMA CORTA
K39	39	MARTIN RODRIGUEZ CARDONA	PRIV ZUANGA	5	6680	X				2		X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K40	40	MARTIN RODRIGUEZ CARDONA	PRIV ZUANGA	12	L717X5	X				4	X	X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA
K42	42	RUBEN REINOSO ROBLES	PRIV ZUANGA	6880	X					3		X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA CORTA
K44	44	ELVIRA CHAVEZ C.	PRIV ZUANGA	8	6900	X				4		X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA CORTA
K45	45		PRIV ZUANGA	7	6920	X				6	X			X	NO IDENTIFICADO	C 3ER DIA
K46	46	EZEQUIEL LOPEZ	PRIV ZUANGA ESQ ZUANGA	6840	X					4		X		X	REGULAR	C 3ER DIA, TOMA LARGA

<b>TOTAL DE PREDIOS VINCULADOS</b>	<b>46</b>	<b>TIPO DE ALMACENAMIENTO REPORTADO</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS GENERALES</b>
<b>TIPO DE TOMA</b>		<b>ALJIBE</b> 4 10%	USUARIO REGULAR 17 37%
DOMÉSTICA 31		<b>TINACO</b> 20 51%	USUARIO IRREGULAR 1 2%
COMERCIAL 0		<b>TANQUE</b> 15 38%	TOMA DE BANQUETA 0 0%
INDUSTRIAL 0		<b>DIRECTA (N.T)</b> 0 0%	DEUDOR 2 4%
PÚBLICA 0		<b>39</b> 100%	TOMA CANCELADA 0 0%
<b>HACINAMIENTO EN LA MANZANA</b> 4.9		<b>APRECIACIÓN DE LA MEDICIÓN</b>	ABANDONADA 8 17%
NÚMERO DE HABITANTES 143		ACEPTAN MEDIDOR 4 9%	EN CONSTRUCCION 1 2%
TOMAS DOM. QUE REPORTARON 29		NO ACEPTAN MEDIDOR 27 69%	LOTE BALDIO 4 9%
		NO CONTESTARON 15 33%	NO IDENTIFICADO 13 28%
			<b>TOTAL DE LOTES ANALIZADOS</b> 46 <b>100%</b>

Figura 3-7 Formato utilizado en el levantamiento de datos del subsector La Loma

DESCRIPCION DE LOS LOTES IDENTIFICADOS EN LA MANZANA "MZ1"																
LOTE	TOMA	GENERALES DEL USUARIO			MED CFE	TIPO DE USO			HAB	ALMACENAMIENTO				ACEP MED SI NO	RESULTADO	OBSERVACIONES
		NOMBRE DEL USUARIO	DIRECCION			D	G	I		P	A	T	TQ			
MZ1.1	1	RAUL AVILA	ANDADOR DEL LAGO ESQ ANIC	111A	5140	X				6		X		X	REGULAR	C 3ER DIA
MZ1.2	2	PEDRO JUAREZ GROSOCO	ANDADOR DEL LAGO ESQ ANIC	111	5120	X				3		X	X	X	REGULAR	C 3ER DIA
MZ1.3	3	PATRICIA MATAMOROS	ANDADOR DEL POZO	121A	5180	X				2		X		X	REGULAR	C 3ER DIA
MZ1.4	4		ANDADOR DEL POZO	121	5160	X				4		X	X	X	REGULAR	C 3ER DIA
MZ1.5	5		ANDADOR DEL POZO	131A	5200	X						X		X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.6	6		ANDADOR DEL POZO	131	5220	X						X	X	X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.7	7		ANDADOR DEL POZO	141A	5040	X						X		X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.8	8		ANDADOR DEL POZO	141	5260	X						X	X	X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.9	9		ANDADOR DEL POZO	151A	5280	X						X		X	ABANDONADA	ABANDONADA
MZ1.10	10		ANDADOR DEL POZO	151	5300	X						X	X	X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.11	11		ANDADOR DEL ARROYO ESQ F	161A	4940	X						X		X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.12	12		ANDADOR DE LA LLUVIA	161	4960	X						X		X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.13	13		ANDADOR DE LA LLUVIA	171A	4980	X						X		X	ABANDONADA	ABANDONADA
MZ1.14	14		ANDADOR DE LA LLUVIA	171	5000	X				4		X		X	NO IDENTIFICADO	C 3ER DIA
MZ1.15	15	LUIS JUAREZ ROJAS	ANDADOR DE LA LLUVIA	181A	5040	X				5		X		X	DEUDOR	C 3ER DIA
MZ1.16	16	RUBE SILVESTRE GUZMAN	ANDADOR DE LA LLUVIA	181	5020	X				3		X	X	X	REGULAR	C 3ER DIA
MZ1.17	17		ANDADOR DE LA LLUVIA ESQ F	191A	5060	X						X		X	NO IDENTIFICADO	NO ABRIERON
MZ1.18	18		ANDADOR DEL LAGO	191	5080	X						X		X	ABANDONADA	ABANDONADA

<b>TOTAL DE PREDIOS VINCULADOS</b>	<b>18</b>	<b>TIPO DE ALMACENAMIENTO REPORTADO</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS GENERALES</b>
<b>TIPO DE TOMA</b>		<b>ALJIBE</b> 0 0%	USUARIO REGULAR 5 28%
DOMÉSTICA 18		<b>TINACO</b> 18 75%	USUARIO IRREGULAR 0 0%
COMERCIAL 0		<b>TANQUE</b> 6 25%	TOMA DE BANQUETA 0 0%
INDUSTRIAL 0		<b>DIRECTA (N.T)</b> 0 0%	DEUDOR 1 6%
PÚBLICA 0		<b>24</b> 100%	TOMA CANCELADA 0 0%
<b>HACINAMIENTO EN LA MANZANA</b> 3.9		<b>APRECIACIÓN DE LA MEDICIÓN</b>	ABANDONADA 3 17%
NÚMERO DE HABITANTES 27		ACEPTAN MEDIDOR 0 0%	EN CONSTRUCCION 0 0%
TOMAS DOM. QUE REPORTARON 7		NO ACEPTAN MEDIDOR 18 100%	LOTE BALDIO 0 0%
		NO CONTESTARON 0 0%	NO IDENTIFICADO 9 50%
			<b>TOTAL DE LOTES ANALIZADOS</b> 18 <b>100%</b>

Figura 3-8 Formato utilizado en el levantamiento de datos del subsector Fovissste



Fotografía 3.13 Personal de la UMSNH, realizando la vinculación, en los subsectores

La siguiente Tabla 3-5 resume el número total de predios y la clasificación de tomas identificadas dentro del Subsector La Loma; así por ejemplo: se cuenta con un total de 1,147 predios, de los cuales 978 cuentan con tomas, de estos 940 son de Uso Doméstico, 26 son de Uso Comercial, 1 industriales, 6 de Uso Público Oficial, 5 toma para establo; por otro lado se identificaron 150 Lotes Baldíos, 8 parcelas y 11 lotes sin toma.

De acuerdo con los datos estadísticos y como se muestra en la Figura 3-9 del total de tomas en el sector; el 82.0 % corresponden al Uso Doméstico, el 2.3% es de Uso Comercial, el 0.1% es de uso industrial, el 0.5% de Uso Público, 0.4% Establos el 13.1% son lotes baldíos, el 0.7% son parcela y el 1.0% son lotes sin toma.

Tabla 3-5 Clasificación de las Tomas

Descripción del tipo de Tomas	Cantidad	
	Numero	%
Total de Predios	1,147	100.0%
Predios con Tomas Domésticas	940	82.0%
Predios con Tomas Comerciales	26	2.3%
Predios con Tomas Industrial	1	0.1%
Predios con Toma de Uso Público Oficial	6	0.5%
Predios con toma de Establo	5	0.4%
Lotes Baldíos	150	13.1%
Parcela	8	0.7%
Predios sin toma	11	1.0%

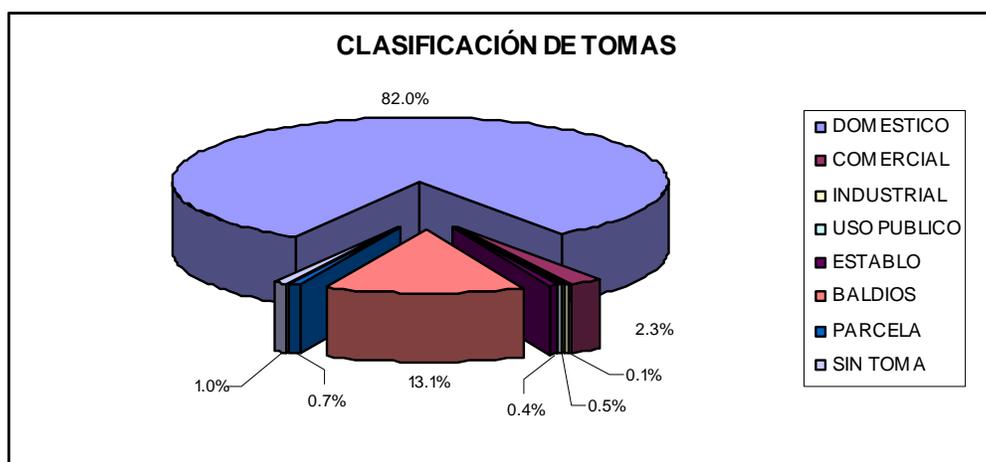


Figura 3-9 Clasificación de las tomas en los predios vinculados del Sector

En lo relacionado al Subsector Fovissste tenemos un total de 60 predios, de los cuales 60 cuentan con tomas de tipo doméstico.

La información del status (situación) de las tomas en cuanto a usuarios morosos y clandestinaje de ambos subsectores se amplía en el anexo: Informe Final, vinculación de la UMSNH.

### 3.1.10 Mantenimiento y/o sustitución de válvulas

Se inspeccionaron 29 cajas de válvulas (registros) de la red de distribución que corresponden al sector La Loma (Subsectores La loma y FOVISSSTE), de estos registros 5 no se pudo inspeccionar el despiece de válvulas dado que son tapas de concreto selladas (a decir del propio personal del organismo pocas veces se operan); 19 válvulas recibieron algún tipo de mantenimiento, 7 válvulas en diferentes diámetros se sustituyeron dado que el mantenimiento que se les dio ya no era suficiente, en la Tabla 3-6 se lista las válvulas que el personal del PMSAP realizó algún tipo de mantenimiento. En la siguiente Fotografía 3.14 se ilustra el mantenimiento que se dio a algunas válvulas; y para efectuar el mantenimiento la UMSNH se encargo del suministro de material hidráulico requerido para ello, mismo que se ilustra en la Fotografía 3.15.

Tabla 3-6 Cajas de valvulas desazolvadas y valvulas reparadas o sustituidas

CAJAS DE CALVULAS						
No DE REG	UBIACCION	Ø DE VALVULA	SUPERVISION	DESASOLVADA	REP Y MANT	SUSTITUCION
1	ESQUINA IREPAN CON TZEPANDECUARI	2(4") y 2(2 1/2")	1	1	1	
2	ESQUINA TZIPANDECUARI Y HIGUINGARIE	2 1/2"	1	1	1	
3	ESQUINA TZIPANDECUARI Y PRIVADA TZIPANDECUARI	2 1/2"	1	1		1
4	ESQUINA TZEPANDECUARI Y TARIACURI	3 (2 1/2")	1	1		3
5	ESQUINA TZIPANDECUARI CON VEAPANI	2(2 1/2")	1	1		1
6	ESQUINA CURATAME Y TARIACURI	2 1/2"	1	1	1	
7	ESQUINA ERENDIRA CON TARIACURI	2 1/2"	1	1	1	
8	ESQUINA TARIACURI Y TIMAS	3 (2 1/2")	1	1	1	
9	ESQUINA PATZIMBA Y TARIACURI	2 1/2"	1	1	1	
10	ESQUINA CUARATAME Y PUACUME	2 1/2"	1	1		1
11	ESQUINA PUACUME Y PATZIMBA	2 1/2"	1	1	1	
12	ESQUINA ZUANGA E IREPAN	NO VISIBLE	1			
13	ESQUINA IREPAN Y PRIVADA DE IREPAN	NO VISIBLE	1			
14	CALLE IREPAN CERCA No 10	2 1/2"	1	1	1	
15	ESQUINA TZIPANDECUARI Y PUACUME	NO VISIBLE	1			
16	ERENDIRA Y PUACUME	NO VISIBLE	1			
17	ESQUINA CURATAME Y VEAPANI	2 1/2"	1			
18	ESQUINA PATZIMBA Y VEAPANI	4"	1	1	1	
19	ESQUINA TIMAS Y VEAPANI	2 1/2"	1	1	1	
20	ESQUINA ZICUIRANCHA Y PATZIMBA	2 1/2"	1	1		1
21	CALLE CURATAME FRENTE No 4	2 1/2"	1	1	1	
22	ESQUINA TIMAS Y TIRIPIME	2 1/2"	1	1	1	
23	PUACUME Y TIMAS	2 1/2"	1	1	1	
24	ESQUINA PUCUAME Y PUREPECHAS	2"	1	1	1	
25	ESQUINA LAZARO CARDENAS Y BERNARDO ABARCA	6"	1	1	1	
26	TANQUE 4 BOMBEO (fovissste)	2 1/2"	1	1	1	
27	TANQUE 4 BOMBEO (fovissste)	8"	1	1	1	
28	JUNTO A TANQUE ELEVADO FOVISSSTE	2(4")	1	1	1	
29	BAJO TANQUE ELEVADO FOVISSSTE	4"	1	1	1	
			29	24	19	7



*Sustitución de valvulas en Tzipandecuari y Tariacuri*



*Sustitución de valvulas en Tzipandecuari*



*Mantenimiento de valvulas en calle Puacume*



Fotografía 3.14 Mantenimiento y/o sustitución de válvula



*Material de reparación de fugas y piezas especiales*

Fotografía 3.15 Suministro de materiales hidráulicos para mantenimiento de válvulas.

## 3.2 Análisis de la eficiencia física

### 3.2.1 Lecturas de la muestra de micromedidores

En la siguiente Fotografía 3.16 se muestra al personal del UMSNH tomando lecturas de los 39 micromedidores instalados, se tomaron dos lecturas correspondientes al 18 de febrero y 04 de marzo de 2009 (en el caso del subsector Fovissste se tiene una tercera medición realizada el 24 de marzo).



Fotografía 3.16 Levantamiento de consumos registrados en el micromedidor

#### 3.2.1.1 Análisis de consumo del Subsector La Loma

En la Tabla 3-7 se indica que de los 19 micromedidores instalados se tuvo un consumo promedio por usuario en 14 días de  $6.67 \text{ m}^3/14 \text{ días}$ , que equivale a un consumo de  $103.5 \text{ l/h-d}$ , con un índice de hacinamiento de 4.6 habitantes por toma registrada.

Para obtener el volumen consumido se multiplicó el consumo unitario de  $6.67 \text{ m}^3/14 \text{ días}$  por el número de usuarios del sector que son 576, lo cual da un volumen de  $3,840 \text{ m}^3$  en 14 días.

Tabla 3-7 Lecturas realizadas a los medidores instalados en el subsector "La Loma"

No.	DIRECCION	USO	No. DE MEDIDOR	1RA LECTURA 18/02/09	2da LECTURA 04/03/09	Consumo m <sup>3</sup> /14 días
1	IREPAN # 5	DOM	9361	15	21	6
2	CURIPARAN # 9	DOM	9370	5	9	4
3	HIGUINGARE # 22	DOM	9367	32	47	15
4	HIGUINGARE # 30	DOM	9362	8	10	2
5	PRIV. DE TZINPANDECUARI # 6	DOM	9344	13	23	10
6	TZIPANDECUARI ESQ. PRIV. DE TZINPANDECUARI	DOM	9369	14	velorio	
7	CURATAME ESQ. HIHINGARE	DOM	9345	16	22	6
8	ZUANGA # 8	DOM	9365	12	N/E	
9	VEAPANI # 71-B	DOM	9363	11	21	10
10	VEAPANI # 66	DOM	9348	9	N/E	
11	VEAPANI # 56	DOM	9342	4	7	3
12	VEAPANI # 4	DOM	9368	N/E	N/E	
13	VEAPANI # 8-A	DOM	9366	10	14	4
14	IREPAN # 30	DOM	9364	N/E	29	
15	IREPAN # 32	DOM	9365	N/E	N/E	
16	VEAPANI # 47	DOM	9286	N/E	5	
17	SICUARANCHA # 11	DOM	9341	N/E	12	
18	SICUARANCHA # 20	DOM	9271	N/E	7	
19	PATZIMBA # 24	DOM	9286	N/E	2	
Suma						60
Promedio						6.67

### 3.2.1.2 Análisis de consumo del Subsector Fovissste

En la Tabla 3-8 se indica que de los 20 micromedidores instalados se tuvo un consumo promedio por usuario en 34 días de 12.21 m<sup>3</sup>/34 días, que equivale a un consumo de 94.5 l/h-d, con un índice de hacinamiento de 3.8 habitantes por toma registrada.

Para obtener el volumen consumido se multiplicó el consumo unitario de 12.21 m<sup>3</sup>/34 días por el número de usuarios del sector que son 44, lo cual da un volumen de 537.2 m<sup>3</sup> en 34 días.

Tabla 3-8 Lecturas realizadas a los medidores instalados en el subsector "Fovissste"

No.	DIRECCION Medidor CFE	USO	No. DE MEDIDOR	1RA LECTURA 18/02/09	2da LECTURA 4/03/09	3ra LECTURA 24/03/09	Consumo m <sup>3</sup> /34 días
1	5140-5120	DOM	9261	5	N/L		
2	5180-5160	DOM	9268	5	8	15	10
3	5220-5200	DOM	9286	1	2	3	2
4	5300-5280	DOM	9288	0	8	0	0
5	5340-5320	DOM	9262	12	23	42	30
6	5380-5360	DOM	9262	1	5	7	6
7	5440-5460	DOM	9270	7	12	22	15
8	4880-4860	DOM	9269	4	10	15	11
9	4780-4800	DOM	9349	7	13	24	17
10	4760-4740	DOM	9346	0	1	1	1
11	4720-4700	DOM	9289	5	10	16	11
12	4680-4660	DOM	9347	0	1	1	1
13	4640-4620	DOM	9267	5	11	20	15
14	4600-4580	DOM	9343	3	6	11	8
15	4940-4960	DOM	9250	5	11	19	14
16	5080-5060	DOM	9283	5	7	24	19
17	4520-4500	DOM	9284	4	7	13	9
18	4560-4540	DOM	9281	7	13	26	19
19	4440-4420	DOM	9285	11	23	43	32
20	4120-4100	DOM	9282	5	9	17	12
Suma							232
Promedio							12.21

### 3.2.2 Eficiencia de distribución en los Subsectores

#### 3.2.2.1 Eficiencia de distribución Subsector "La Loma"

Tomando en cuenta la medición de gasto de 5.8 l/s que se realizó en la línea de rebombeo de 3" que llega al Tanque La Loma y que se reporta en el informe final del PMSAP. Se estimó el volumen suministrado al subsector de la siguiente forma, se multiplica el gasto de 5.8 l/s, por el número de días que se dio el servicio 14 días y por 24 que es el número de horas de servicio, lo cual da un volumen suministrado en ese periodo de 7,016 m<sup>3</sup>/14 días

De donde:

$$\text{Vol. Cons} = 3,840 \text{ m}^3/14\text{días}$$

$$\text{Vol. Sum} = 7,016 \text{ m}^3/14 \text{ días}$$

$$E \text{ dis } \% = [\text{Vol. Cons} / \text{Vol. Sum.}] \times 100 = [3,840/7,016] \times 100 = 54.7\%$$

$$Per \text{ dis } \% = 100 - E \text{ dis } \% = 100 - 54.7 = 45.3\%$$

Con lo anterior se obtiene la eficiencia de distribución de 54.7%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 45.3%.

### 3.2.2.2 Eficiencia de distribución Subsector "Fovissste"

Asimismo se tomaron lecturas en el macromedidor los días 18 de febrero de 2009, la cual fue de 598 m<sup>3</sup> y el 24 de marzo de 2009, la cual fue de 1,193 m<sup>3</sup>, de lo cual resulta el volumen suministrado en ese periodo de 34 días de 595 m<sup>3</sup>.

Tabla 3-9 Volúmenes suministrados al subsector "Fovissste"

#	Día	Fecha	Lectura del Macro en m <sup>3</sup>	Volumen Suministrado en m <sup>3</sup>
1	MIERCOLES	18 DE FEBRERO DE 2009	598	
2	MARTES	24 DE MARZO DE 2009	1,193	595

De donde:

$$\text{Vol. Cons} = 537.26 \text{ m}^3/34\text{días}$$

$$\text{Vol. Sum} = 595 \text{ m}^3/34 \text{ días}$$

$$E \text{ dis } \% = [\text{Vol. Cons} / \text{Vol. Sum.}] \times 100 = [537.2/595] \times 100 = 90.2\%$$

$$Per \text{ dis } \% = 100 - E \text{ dis } \% = 100 - 90.2 = 9.8\%$$

Con lo anterior se obtiene la eficiencia de distribución de 90.2%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 9.8%.

Cabe mencionar que las eficiencias de distribución obtenidas parten de una muestra de datos que se obtuvieron en campo (población, consumos, volúmenes suministrados, horarios de servicio y maniobras del personal de operación) y que se deberán considerar como valores de arranque.

Sin embargo una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable (datos operacionales y comerciales) que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

## 4. ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL DEL PMSAP

Este estudio está basado en el documento denominado "Mejora de la eficiencia Física y Comercial en el Organismo Operador de Pátzcuaro (segunda etapa)" capítulo 4 "Evaluación Socioeconómica de las acciones de mejora de la eficiencia Física y comercial a nivel global". Donde se presenta la evolución de la eficiencia física y de facturación del periodo 2004 al 2006.

Se realizó un análisis<sup>10</sup> donde se muestra la evolución de la recaudación y los costos de operación y mantenimiento del Organismo Operador "Pro-mantenimiento del sistema de agua potable, alcantarillado y saneamiento de Pátzcuaro" (PMSAP). Del periodo 2004-2008<sup>11</sup>

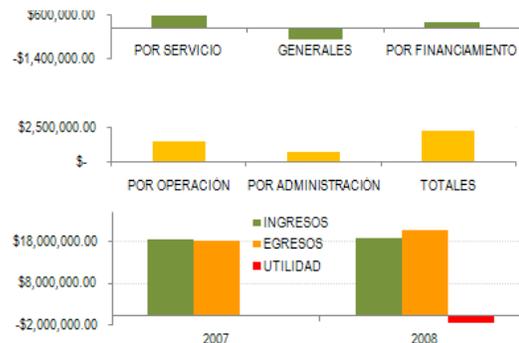
El estado de resultados se clasifico en: Ingresos por servicios, ingresos generales e ingresos por financiamiento.

El análisis de ingresos por servicio arrojó que hubo un incremento en 7.3%, con respecto a 2007. Los ingresos generales mostraron un decremento de 5.3% y los ingresos por financiamiento aumentaron en un 1.3%.

Con respecto al análisis de egresos el estudio arrojó que, en general los egresos por operación representan un 80% del gasto total. Durante 2008, los egresos totales, aumentaron en un 12%.

La recaudación se incrementó en un 4.6%, con respecto al año 2007.

INGRESOS	2007	2008	2008 vs 2007	%
POR SERVICIO	\$ 7,659,558.00	\$ 8,219,618.00	\$ 560,060.00	7%
GENERALES	\$ 10,469,997.00	\$ 9,914,102.00	-\$ 555,895.00	-5%
POR FINANCIAMIENTO	\$ 18,399,147.00	\$ 18,637,365.00	\$ 238,218.00	1%
EGRESOS	2007	2008	2008 vs 2007	%
POR OPERACIÓN	\$ 14,569,567.70	\$ 16,108,006.03	\$ 1,538,438.33	11%
POR ADMINISTRACIÓN	\$ 3,574,652.65	\$ 4,360,260.73	\$ 785,608.08	22%
TOTALES	\$ 18,144,220.35	\$ 20,468,266.76	\$ 2,324,046.41	13%
UTILIDAD	2007	2008	2008 vs 2007	%
INGRESOS	\$ 18,399,147.00	\$ 18,637,365.00	\$ 238,218.00	
EGRESOS	\$ 18,144,220.35	\$ 20,468,266.76	\$ 2,324,046.41	
<b>UTILIDAD</b>	<b>\$ 254,926.65</b>	<b>-\$ 1,830,901.76</b>		
	<b>1%</b>	<b>-10%</b>		



Durante 2008 la cartera vencida del organismo operador de Pátzcuaro fue de \$9,628,591. Este adeudo lo componen el 42% del padrón de usuarios.

<sup>10</sup> El estudio completo se encuentra en el Anexo Electrónico: "Análisis del sistema financiero y comercial del PMSAP"

<sup>11</sup> Para la elaboración de este documento el organismo (PMSAP) proporcionó estados de resultados del 2004 al 2008.

El déficit por falta de cobro de los servicios de agua y alcantarillado, para 2007 y 2008, es del 55.7% y un 58.6%, respectivamente. Se dejaron de cobrar \$9'435,805 en el año 2008.

En lo que respecta a los déficit global para los años 2007 y 2008 se incrementaron en un 57.8% y un 59.8%, en valor promedio el 55.2% que se deja de cobrar.

Se recomienda implementar de forma general acciones para reducir la cartera vencida, entre ellas el entregar los reportes de consumo y estado de cada toma, como los que actualmente se realizan de forma puntual.

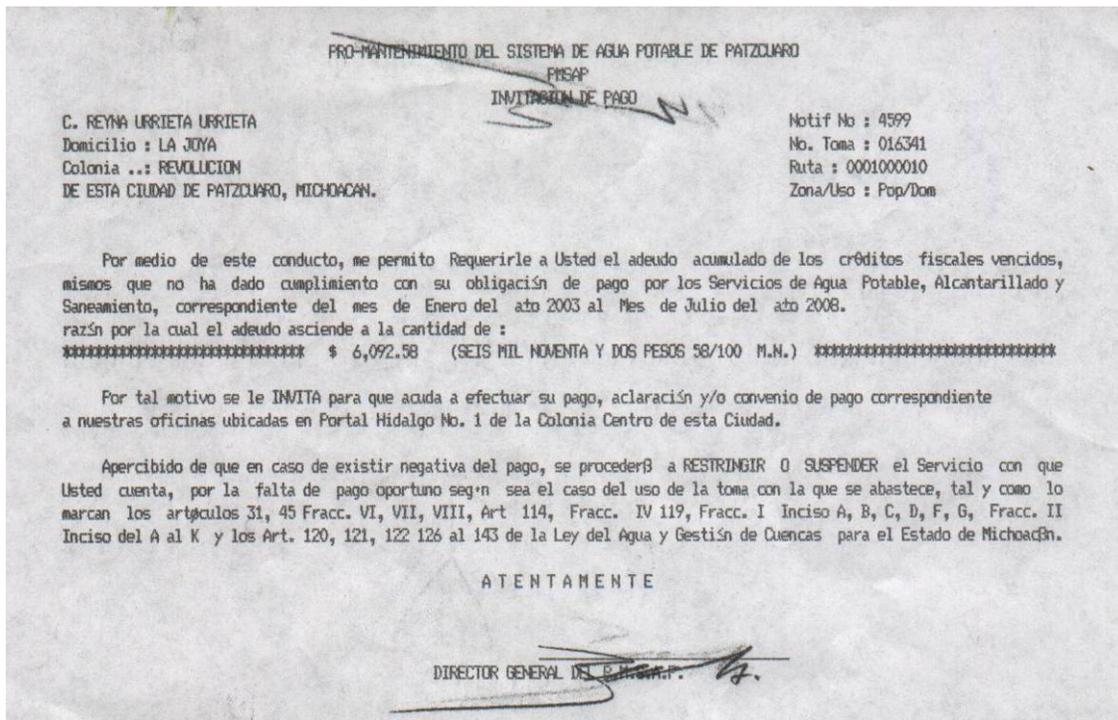


Figura 4-1 Invitación de pago

PRO-MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE PATZCUARO  
PMSAP  
REQUERIMIENTO DE COBRO

C. RAMON ALEJANDRE HERNANDEZ  
Domicilio : JESUS PEREZ 107  
Colonia ... INFONAVIT I  
DE ESTA CIUDAD DE PATZCUARO, MICH.

Notif No : 4553  
No. Toma : 007642  
Ruta : 5032000910  
Zona/Usa : Pop/Dom

Por medio de este conducto, me permito Requerirle a Usted el adeudo acumulado de los créditos fiscales vencidos, mismos que no ha dado cumplimiento con su obligación de pago por los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, correspondiente del mes de Enero del año 2005 al Mes de Agosto del año 2008, razón por la cual el adeudo asciende a la cantidad de :  
\*\*\*\*\* \$ 4,009.60 (CUATRO MIL NUEVE PESOS 60/100 M.N.) \*\*\*\*\*  
cantidad misma que se desglosa de la siguiente manera:

A=D	AGUA	ALCANTAR	SANEAM	I.V.A.	RECARGOS	GTOS EJEC	INFRACC	OTROS ADEU
2003	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	577.44	115.44	0.00	0.00	625.32	0.00	0.00	0.00
2006	631.68	126.36	0.00	0.00	420.71	0.00	0.00	0.00
2007	631.68	126.36	12.00	0.00	147.82	0.00	0.00	0.00
2008	421.12	84.24	8.00	0.00	0.00	81.43	0.00	0.00
SUMAS	2,261.92	452.40	20.00	0.00	1,193.85	81.43	0.00	0.00

En consecuencia se le otorga EL IMPROFRROGABLE PLAZO DE 15 (QUINCE) DIAS HABILES, contados a partir del día hábil siguiente en que se reciba el presente Requerimiento, para que acuda a efectuar su pago, aclaración y/o convenio de pago correspondiente a nuestras oficinas ubicadas en Portal Hidalgo No. 1 de la colonia Centro de esta Ciudad.

Apercibido de que en caso de existir negativa del pago, se procederá a RESTRINGIR O SUSPENDER el Servicio con que Usted cuenta, por la falta de pago oportuno según sea el caso del uso de la toma con la que se abastece, tal y como lo marcan los artículos 31, 45 Fracc. VI, VII, VIII, Art 114, Fracc. IV 119, Fracc. I Inciso A, B, C, D, F, G, Fracc. II Inciso del A al K y los Art. 120, 121, 122 126 al 143 de la Ley del Agua y Gestión de Cuencas para el Estado de Michoacán.

ATENTAMENTE

  
DIRECTOR GENERAL DEL P.M.S.A.P.

RAZON DE RECIBIDO. En la Ciudad de Patzcuaro, Michoacán, siendo las 12:30 horas del día 15 del mes de septiembre del año 2008, entregue la copia de la presente al C. Ramon Alejandro quien manifestó ser miyo

RECIBI   
Nombre Completo y Firma

ENTREGUE   
Inspector o personal autorizado

Figura 4-2 Requerimiento de cobro

## 5. INDICADORES DE GESTIÓN

Se recopilaron datos sobre el estado que guardan los cuatro Organismos Operadores del agua a través de indicadores de gestión calculados a partir de datos básicos, mismos que se basan en una encuesta estandarizada. El objetivo es determinar el estado de los servicios de los Organismos Operadores de cada municipio, identificando los problemas que enfrenta cada uno de los Organismos.

Algunos datos fueron recopilados del PIGOO , los resultados se comparan con los resultados del promedio del PIGOO y el promedio nacional. Los resultados de los indicadores son los siguientes:

Para las tomas con servicio continuo se observa que Pátzcuaro cuenta con el 86% y Quiroga con el 82%.

Con respecto a la macromedición Pátzcuaro cuenta con 67%, Quiroga 75%, Erongarícuaro 50%, el promedio nacional es 63% y el del PIGOO es de 81%.

En lo referente a la micromedición Pátzcuaro reportó un 1.3%, Quiroga el 1.6%, Erongarícuaro 4.4%, el promedio nacional es 33.7% y el del PIGOO es de 55.2%.

La dotación para Quiroga es de 609lhd, Pátzcuaro 422lhd, Erongarícuaro 262lhd y Tzintzuntzan de 241 l/h/d, el promedio nacional es de 338 l/h/d y el PIGOO 248lhd.

El consumo para Erongarícuaro es de 363 lhd, Quiroga 351lhd y Pátzcuaro 232lhd. El promedio PIGOO es de 153lhd.

La cobertura de agua potable dio resultados superiores al 100%, mismo que nos muestra la necesidad de actualizar el padrón de usuarios.

El costo promedio del volumen producido en el PIGOO es de \$5.7/m<sup>3</sup>, mientras que el promedio nacional es de \$2.73 m<sup>3</sup>, los organismos operadores de Pátzcuaro, Quiroga y Erongarícuaro están por debajo del promedio nacional.

Para la eficiencia física se observa que Pátzcuaro tiene el 54.9% Quiroga el 57.6%.

Entre las conclusiones a las que se llegó están que:

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños, mismos que son necesarios para evaluar el desarrollo de sus actividades.

Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido.

Se tienen que hacer actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe.

Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

## 6. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En este punto se muestran las especificaciones técnicas de los equipos utilizados para la detección de fugas, sin embargo tal como se menciona anteriormente, solamente fue posible la detección de fugas con el equipo electro acústico denominado geófono, debido a las condiciones que se dieron en la localidad.

A continuación se muestran brevemente las características principales y funcionamiento del equipo. En anexo detección de fugas se abunda sobre el tema.

El equipo *AquaScope* es un detector electro - acústico de fuga de agua, práctico y resistente. Tiene una acústica y sensibilidad altas. Cuenta con un amplificador de alta fidelidad y un medidor visual que señala las intensidades de los sonidos, incluye dos micrófonos: Piso y de Contacto directo, audífonos y un cargador de baterías para el medidor analógico visual de lectura. Localiza el lugar preciso de una fuga desde la superficie; sus contornos son de fácil manejo y por su peso tan ligero de 2.3kg permite abarcar grandes distancias en revisión de rutina sin cansar al operador.

Para fijar con precisión la posición desconocida de una fuga de agua puede realizarse combinando los componentes del equipo, mediante el empleo de los dos micrófonos y amplificando la señal, se pueden ubicar con exactitud los sonidos de agua que escapan de la tubería. El tono varía desde profundo, grave y turbulento en una tubería principal, hasta un ruido agudo en toma domiciliaria o en el empaque de válvula.

El equipo consta de:

1. Amplificador electrónico (*receiver module*)
2. Audífonos (*headphones*)
3. Micrófono de piso (*ground microphone*)
4. Bastón (*handle*)
5. Micrófono de contacto directo (*direct contact microphone*)
6. Varillas de extensión (*extensions*)
7. Punta metálica del micrófono de contacto directo (es parte del micrófono de contacto directo)
8. Punta magnética ó imán (*magnetic tip*)
9. Medidor analógico de lectura visual (meter module) y cargador (*battery charger*)
10. Plato de resonancia con barra metálica puntiaguda (*resonant plate with spike*)

## 7. DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Con la finalidad de informar a los usuarios del servicio de agua potable se realizaron dos volantes (Figura 7-1) que informan, de forma general, los resultados de las actividades que se estuvieron realizando con la finalidad de mejorar el servicio de agua potable, de la misma forma invitan al mismo a verificar que su toma se encuentre regularizada y evite tener adeudos.



*Folleto que muestra los resultados de las actividades realizadas durante el proyecto*



SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

**SEMARNAT**

FUNDACION  
GONZALO RIO ARRONTE, I.A.P.



**RECUPERACIÓN  
AMBIENTAL  
DE LA CUENCA  
DEL LAGO DE  
PÁTZCUARO**



Estado de  
Michoacán



Municipio de  
Pátzcuaro



Municipio de  
Quiroga



Municipio de  
Erongaricuaru



Municipio de  
Tzitzuntzan

**GASTAS MÁS EN OTROS PRODUCTOS QUE  
TE SON MENOS ÚTILES Y QUE SIN  
EMBARGO PAGAS CON GUSTO.**

**POR FAVOR, TAMBIÉN PAGA TU SERVICIO  
DE AGUA A TIEMPO.**



**PAGA TU SERVICIO A TIEMPO.  
REGULARIZA TU TOMA.**

**¿Y SI LO PAGAS?**

*Se tendrá dinero para que te llegue más agua, por más tiempo y más limpia, entre otros beneficios.*



**¡Juntos podemos lograrlo!**

*Acércate a la oficina de agua de tu localidad y regulariza tu toma, tenemos un plan adecuado para tus necesidades.*



**¿QUÉ PASA SI NO PAGAS EL SERVICIO?**



- ◆ La oficina de agua no cuenta con dinero para afrontar los gastos y está siempre en deuda.
- ◆ No hay quien pueda atender los problemas.
- ◆ El agua no se entrega diariamente.
- ◆ No se tiene dinero para comprar lo necesario para limpiar el agua, lo que puede provocar enfermedades.
- ◆ Se tienen problemas de contaminación ambiental.
- ◆ Todos estos problemas crean fricciones entre los líderes y la sociedad.

*Importancia del pago del servicio de agua potable*

Figura 7-1 Divulgación de actividades desarrolladas durante el proyecto

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluidos los trabajos y del análisis anteriormente realizado, se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

En lo relacionado al Subsector "La Loma"

- La Presión Media es de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$ , valor insuficiente a las necesidades de la población.
- El servicio de agua potable es tandeado todos los días, dentro del mismo existen zonas a las cuales se les da servicio de agua potable cada tercer día de  $1 \frac{1}{2}$  a 3 horas, por tanto no se cubren los requerimientos de la población.
- Aproximadamente un 20% de la población no cuenta con el servicio de agua potable, esto es debido a que son abastecidos por el acueducto San Gregorio.
- La red es obsoleta, fue construida en 1958, después del acueducto de San Gregorio, cuenta con 51 años de servicio, valor que supera el límite máximo de vida útil.
- En el caso particular de este subsector se encuentra que la red presenta problemas graves, que requieren atención urgente e inmediata que consisten en la sustitución de la red principal y secundaria así como la instalación de tomas domiciliarias.
- Se determino una eficiencia de distribución de 54.7, por lo tanto las pérdidas de distribución son del 45.3%.
- El PMSAP tiene un proyecto para suministrar un volumen adicional al subsector, pero corre el riesgo de incrementar las pérdidas por fugas por la condición de la red actual.

En el Subsector "Fovissste"

- Actualmente al subsector se le da el servicio de agua potable en forma tandeada 3 horas cada tercer día, todos los domicilios cuentan con tinacos para almacenar agua en las azoteas con lo cual se cumplen con los requerimientos de la población.
- La presión media en el Subsector es de  $1.5 \text{ kg/cm}^2$ , valor adecuado a las necesidades de la población.
- Se determino una eficiencia de distribución alta de 90.2%, valor mayor al 85% del recomendado como mínimo aceptable, por lo tanto el distrito se consedera eficientado.

Una una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

Se capacito una brigada de dos personas (Alfonso trinidad Carranza y Alfonso Medina Pérez) en la detección de fugas no visibles con equipo geofono de escucha, se apoyo en la gestión de cursos, demostraciones y compra de un equipo de detección de fugas no visibles.

En lo relacionado con el análisis de ingresos por servicio arrojó que hubo un incremento en 7%, con respecto a 2007. Los ingresos generales mostraron un decremento de 5% y los ingresos por financiamiento aumentaron en un 1%.

Con respecto al análisis de egresos el estudio arrojó que, en general los egresos por operación representan un 80% del gasto total. Durante 2008, los egresos totales, aumentaron en un 12%.

La recaudación se incrementó en un 5%, con respecto al año 2007.

Durante 2008 la cartera vencida del organismo operador de Pátzcuaro fue de \$9,628,591. Este adeudo lo componen el 42% del padrón de usuarios.

El déficit por falta de cobro de los servicios de agua y alcantarillado, para 2007 y 2008, es del 56% y un 59%, respectivamente. Se dejaron de cobrar \$9'435,805 en el año 2008.

En lo que respecta a los déficit global para los años 2007 y 2008 se incrementaron en un 58% y un 60%, en valor promedio el 55% que se deja de cobrar.

Se recomienda implementar de forma general acciones para reducir la cartera vencida, entre ellas el entregar los reportes de consumo y estado de cada toma, como los que actualmente se realizan de forma puntual.

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños.

Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido.

Es necesario realizar actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe.

Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1. MACROLOCALIZACIÓN DE LAS ÁREAS DE TRABAJO EN LA LOCALIDAD DE PÁTZCUARO, MICHOACÁN.....	1
FIGURA 3-1 UBICACIÓN DE LOS SUBSECTORES.....	9
FIGURA 3-2 DISTRIBUCIÓN TANQUE NO. 4 (FOVISSSTE) .....	10
FIGURA 3-3 FICHA DE DEZASOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJAS DE VÁLVULA.....	18
FIGURA 3-4 PLANO DE ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AMBOS SUBSECTORES. ....	20
FIGURA 3-5 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SUBSECTOR LA LOMA (PLANIMETRÍA Y CURVAS DE NIVEL).....	23
FIGURA 3-6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SUBSECTOR FOVISSSTE.....	24
FIGURA 3-7 FORMATO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUBSECTOR LA LOMA .....	27
FIGURA 3-8 FORMATO UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SUBSECTOR FOVISSSTE.....	27
FIGURA 3-9 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS EN LOS PREDIOS VINCULADOS DEL SECTOR.....	28
FIGURA 4-1 INVITACIÓN DE PAGO.....	36
FIGURA 4-2 REQUERIMIENTO DE COBRO .....	37
FIGURA 7-1 DIVULGACIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL PROYECTO.....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1 TOMAS DOMICILIARIAS VERIFICADAS POR EL IMTA EN EL AÑO 2004 .....	2
TABLA 2-1. ESTRUCTURAS ABASTECIDAS POR LOS POZOS Y MANANTIALES .....	4
TABLA 2-2. CONDUCCIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE PÁTZCUARO.....	4
TABLA 2-3. RELACIÓN DE TANQUES EXISTENTES EN LA RED DE PÁTZCUARO .....	5
TABLA 2-4 ACCIONES QUE INCREMENTEN Y CONTROLAN LA EFICIENCIA FÍSICA .....	7
TABLA 3-1 INSPECCIÓN FÍSICA DEL SECTOR.....	16
TABLA 3-2 PROPUESTA DE MEDIDORES A INSTALAR EN EL SECTOR LA LOMA .....	20
TABLA 3-3 RELACIÓN DE MICROMEDIDORES INSTALADOS EN EL SUBSECTOR LA LOMA.....	21
TABLA 3-4 RELACIÓN DE MICROMEDIDORES INSTALADOS EN EL SUBSECTOR FOVISSSTE .....	21
TABLA 3-5 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS .....	28
TABLA 3-6 CAJAS DE VALVULAS DESAZOLVADAS Y VALVULAS REPARADAS O SUSTITUIDAS .....	29
TABLA 3-7 LECTURAS REALIZADAS A LOS MEDIDORES INSTALADOS EN EL SUBSECTOR “LA LOMA” .....	32
TABLA 3-8 LECTURAS REALIZADAS A LOS MEDIDORES INSTALADOS EN EL SUBSECTOR “FOVISSSTE” .....	33
TABLA 3-9 VOLÚMENES SUMINISTRADOS AL SUBSECTOR “FOVISSSTE” .....	34

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2.1.- FUENTES DE ABASTECIMIENTO SUBTERRÁNEA PARA LA LOCALIDAD.....	3
FOTOGRAFÍA 3.1 TIPO DE VIVIENDAS Y LIMITES DE LA COL. VASCO DE QUIROGA .....	11
FOTOGRAFÍA 3.2 MOVIMIENTO DE VÁLVULAS Y UBICACIÓN DE HIDRANTES .....	12
FOTOGRAFÍA 3.3 CONDICIONES DEL SUBSECTOR FOVISSSTE.....	13
FOTOGRAFÍA 3.4 SONDEO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAJA EN EL SUBSECTOR LA LOMA.....	14
FOTOGRAFÍA 3.5 SELECCIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO DEL SUBSECTOR FOVISSSTE .....	15
FOTOGRAFÍA 3.6 MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMICILIARIAS.....	16
FOTOGRAFÍA 3.7 TRABAJOS DE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL SUBSECTOR LA LOMA .....	17

---

---

FOTOGRAFÍA 3.8 TRABAJOS DE LIMPIEZA EN LA VÁLVULA LOCALIZADA DEBAJO DEL TANQUE ELEVADO .....	19
FOTOGRAFÍA 3.9 MEDIDOR INSTALADO Y FACHADA DEL DOMICILIO, LA LOMA .....	22
FOTOGRAFÍA 3.10 MEDIDOR INSTALADO Y FACHADA DEL DOMICILIO, FOVISSSTE.....	22
FOTOGRAFÍA 3.11 TRABAJOS DE CAMPO CON ESTACIÓN TOTAL (PLANIMETRÍA Y ALTIMETRÍA) .....	23
FOTOGRAFÍA 3.12 CAPACITACIÓN EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES .....	25
FOTOGRAFÍA 3.13 PERSONAL DE LA UMSNH, REALIZANDO LA VINCULACIÓN, EN LOS SUBSECTORES.....	27
FOTOGRAFÍA 3.14 MANTENIMIENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE VÁLVULA.....	30
FOTOGRAFÍA 3.15 SUMINISTRO DE MATERIALES HIDRÁULICOS PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS.....	30
FOTOGRAFÍA 3.16 LEVANTAMIENTO DE CONSUMOS REGISTRADOS EN EL MICROMEDIDOR .....	31
 <b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	
GRÁFICA 3-1 PRESIONES EN EL SECTOR LA LOMA (1 <sup>ER</sup> MUESTREO).....	16

---

---

# INFORME

## “IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN QUIROGA, MICH.”

ACTIVIDAD QUE FORMA PARTE DEL PROYECTO:  
“SUSTENTABILIDAD DE LOS OOAPAS RIBEREÑOS”.



**PARTICIPANTES:**

EDGAR ANTÚNEZ LEYVA  
MARTHA PATRICIA HANSEN  
RODRÍGUEZ  
VÍCTOR JAVIER BOURGUETT ORTIZ

*SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA*

*JIUTEPEC, MORELOS  
MAYO DE 2009*

---

---

## **REVISIÓN H. AYUNTAMIENTO DE QUIROGA**

M.V.Z. Roberto Calderón Anita  
Presidente Municipal de Quiroga, Michoacán

C. Eugenio Magaña Magaña  
Director del OOAPASQ

C. Daniel Coria Mejía  
Jefe de Operación del OOAPASQ

C. José Luis Herrera Herrera  
Cultura del Agua del OOAPASQ

## **REVISIÓN IMTA**

M.I. Víctor Bourguett Ortiz  
Subcoordinador de Hidráulica Urbana

## **REVISIÓN FGRA, I.A.P.**

M.C. Ramón Pérez Gil Salcido  
Director del Programa Agua

---

---

# CONTENIDO

Página

## INTRODUCCIÓN

<b>1.</b>	<b>DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD.....</b>	<b>1</b>
1.1	UBICACIÓN GEOGRAFÍA.....	1
1.2	DEMOGRAFÍA .....	1
<b>2.</b>	<b>INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>3</b>
2.1	CAPTACIONES .....	3
2.2	CONDUCCIONES Y REGULARIZACIÓN.....	3
2.3	DISTRIBUCIÓN (TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS, CAJAS DE VÁLVULAS Y TOMAS DOMICILIARIAS).....	6
2.4	CONSERVACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA .....	7
<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR .....</b>	<b>9</b>
3.1	ACCIONES REALIZADAS DENTRO DEL SECTOR .....	9
3.1.1	VISITAS TÉCNICAS .....	9
3.1.2	RECORRIDOS DE CAMPO .....	11
3.1.3	MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMESTICAS .....	12
3.1.4	UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO .....	15
3.1.5	ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	16
3.1.6	INSTALACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	18
3.1.7	REVISIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICO EN LAS ZONAS BAJO ESTUDIO.....	19
3.1.8	DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS NO VISIBLES.....	21
3.1.9	VINCULACIÓN PREDIO CONTRATO E IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TOMAS .....	23
3.1.10	MANTENIMIENTO CORRECTIVO DE VÁLVULAS.....	26
3.1.11	REGISTROS PARA MONITOREO.....	27
3.1.12	ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS FINALES DE DISTRIBUCIÓN, POSTERIORES A LOS TRABAJOS DE MEJORAMIENTO. ....	29
3.1.13	LIMITES DEL SECTOR IMPLEMENTADO FINAL. ....	30
3.2	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA FÍSICA .....	32
3.2.1	LECTURAS DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	32
3.2.2	LECTURAS DEL MACROMEDIDOR INSTALADO EN LA ESTACIÓN DE AFORO .....	33
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL DEL OOPASQ.....</b>	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>INDICADORES DE GESTIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>6.</b>	<b>EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>38</b>
<b>7.</b>	<b>DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>39</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>41</b>

---

---

# INTRODUCCIÓN

El presente documento denominado “*Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños*” ha sido patrocinado mediante un convenio firmado entre la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

Considerando la importancia que representa el funcionamiento del organismo operador de agua potable de la cabecera municipal de Quiroga en el continuo mejoramiento ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, y tomando en cuenta los resultados alentadores obtenidos de estudios anteriores de sectorización nos motivan a dar continuidad con la implementación del tercer sector hidrométrico, con el fin de operar ordenadamente y de forma más controlada la red de distribución.

El presente trabajo está orientado hacia el mejoramiento de los servicios de agua potable de la cabecera municipal de Quiroga, Michoacán. Está basado en información colectada, ordenada y analizada en coordinación con el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Quiroga (OOAPASQ), en mediciones y trabajos de campo realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

El estudio se ha desarrollado en siete capítulos y los anexos correspondientes. En el capítulo uno se presenta un bosquejo general de la localidad, básicamente su ubicación geográfica y demografía.

En el capítulo dos se describe la infraestructura hidráulica de agua potable existente, el estado actual de las captaciones y capacidades, conducciones, regularización y distribución de agua potable.

En el capítulo tres se describen e ilustran las actividades realizadas en el mejoramiento del servicio con la implementación del sector (muestreo de presiones, delimitación del sector, detección de fugas, desazolve de cajas de válvulas, reparación y mantenimiento de válvulas, actualización del catastro de la red de distribución, instalación de muestra de micromedidores, instalación de macromedidor, vinculación, eficiencia física de distribución).

En el capítulo cuatro se muestra el análisis del sistema financiero y comercial del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Quiroga, del periodo 2004-2008.

En el capítulo cinco se presentan los indicadores de gestión, mismos que fueron calculados para los Organismos Operadores de Pátzcuaro, Erongarícuaro y Tzintzuntzan para poder ser comparados.

---

---

En el capítulo seis se presentan los equipos utilizados en la detección y localización de fugas no visibles en la red de distribución de agua potable de la localidad; especificaciones técnicas y características.

En el capítulo siete se presenta las acciones y medios utilizados para dar a conocer las actividades a realizar en la localidad con el fin de informar y obtener el apoyo y concientización de la población.

Finalmente, en el capítulo ocho se exponen las conclusiones y recomendaciones técnicas, más relevantes para mantener el desarrollo del sistema de agua potable de Quiroga, Michoacán.

---

# 1. DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

## 1.1 Ubicación geográfica

La localidad de Quiroga es cabecera municipal del municipio del mismo nombre, se localiza al centro del estado de Michoacán, en las coordenadas 19°39'55” de latitud norte, 101°31'22” de longitud oeste y con una altitud de 2,060 msnm. Limita al norte con Coeneo, al este Morelia, al sur con Tzintzuntzan y al oeste con Erongarícuaro (ver Figura 1.1). La distancia de la capital del estado a Quiroga es de 72 km. Tiene una superficie de 1.32 Km<sup>2</sup> y representa el 0.6 por ciento del total del municipio.

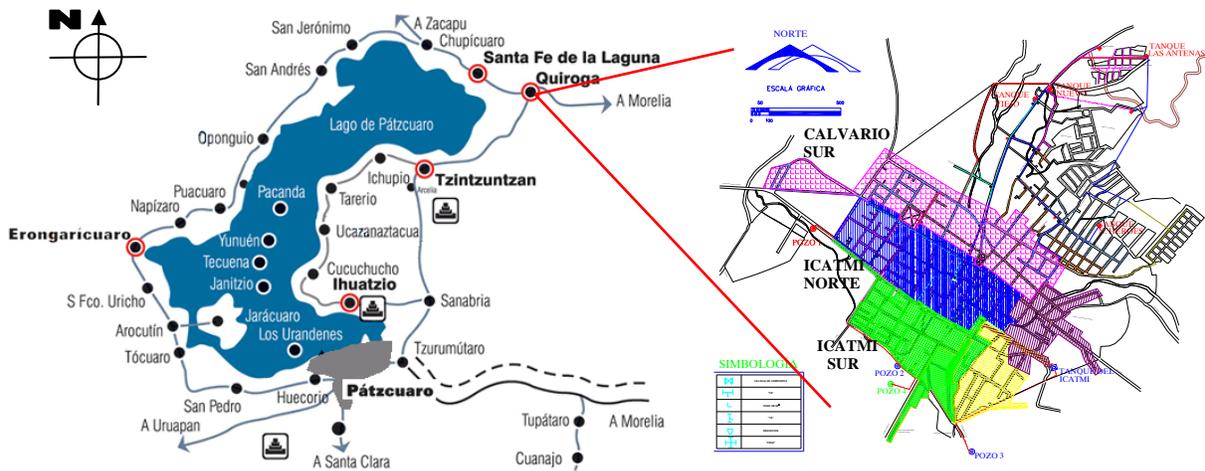


Figura 1.1 Localización de la localidad de Quiroga, Michoacán.

Al municipio de Quiroga lo comunican la carretera Federal Número 15 Morelia- Quiroga-Pátzcuaro y la autopista Morelia-Pátzcuaro-Uruapan. Se cuenta, asimismo, con la carretera de la ribera del lago de Pátzcuaro, a la cual se llega mediante la ruta Morelia- Quiroga-Santa Fe de la Laguna – Chupícuaro – Erongarícuaro – Pátzcuaro.

## 1.2 Demografía

En el año 2004 el IMTA realizó una verificación del padrón de usuarios del OOAPASQ<sup>1</sup>, encontrando los resultados que se muestran en la Tabla 1-1. En el 2006 y 2007 se trabajó sobre dos distritos hidrométricos de la localidad que comprenden aproximadamente el 50% de las tomas registradas en el padrón de usuarios del OOAPASQ, por lo tanto los valores que se muestran en la Tabla 1-2,

<sup>1</sup> Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Quiroga, IMTA, 2005.

son producto de los resultados analizados en campo sobre la vinculación predio-contrato de usuarios, realizados en agosto y septiembre del 2006. El organismo operador se comprometió a realizar en campo la vinculación predio-contrato con el fin de actualizar el 50% de las tomas restantes que se encuentran en la parte norte de la localidad, donde no se ha aplicado el programa de sectorización.

Tabla 1-1 Tomas domiciliarias verificadas por el IMTA en el año 2004

SITUACIÓN	TOMAS					TOTAL
	DOMÉSTICAS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	HOTELES	PÚBLICAS	
REGULARES	2,242	377	7	5	30	2,656
IRREGULARES	1,342	220	11	0	18	1,591
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,584</b>	<b>597</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>4,252</b>
DESHABITADOS	135	16				151
<b>TOTAL</b>	<b>3,719</b>	<b>613</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>4,403</b>

Tabla 1-2 Tomas domiciliarias verificadas por el IMTA en el año 2006

SITUACIÓN	TOMAS					TOTAL
	DOMÉSTICAS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	HOTELES	PÚBLICAS	
REGULARES	1,272	377	7	5	30	1,691
IRREGULARES	2,312	220	11	0	18	2,561
<b>SUBTOTAL</b>	<b>3,584</b>	<b>597</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>4,252</b>
DESHABITADOS	892	16	0	0	0	908
<b>TOTAL</b>	<b>4,476</b>	<b>613</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>5,160</b>

Entonces, con un índice de hacinamiento de 5.02 habitantes por toma domiciliaria doméstica, se estimó que en el año 2004 había 17,992 habitantes servidos con agua potable, que si se aplica la cobertura del 95% del servicio, se tiene una población total en la localidad de Quiroga de 18,939 habitantes, con base a esta población también se estimó que para el año 2015 la población se mantendrá en las 18,939 personas, que se abastecerán con un total de aproximadamente 4,337 tomas domiciliarias domésticas.

## 2. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

### 2.1 Captaciones

El agua que utiliza actualmente para abastecimiento urbano la localidad de Quiroga es de dos tipos de fuentes. La primera agua subterránea captada a través de tres pozos que operan las 24 hrs. del día y se extraen 72.7 l/s en promedio (registros de macromedidor de enero a diciembre de 2008), este dato se comprobó con mediciones en sitio<sup>2</sup> haciendo uso de un equipo portátil ultrasónico, existe un cuarto pozo que es relativamente nuevo y no está en operación (aforo de 25 l/s, OOAPASQ). La segunda fuente es superficial y se trata de un manantial que se compone de seis cajas donde se colecta el agua de los afloramientos en las márgenes del arroyo "Las Palmas", y el cual produce 21.5 l/s según medición puntual efectuada en Marzo de 2005 por el IMTA (se sigue recomendando al OOAPASQ el monitoreo de forma permanente para tener un valor promedio más real).

El agua extraída y captada de las fuentes subterráneas y la superficial es suministrada a tanques de regularización y posteriormente se distribuye a la red<sup>3</sup>. En la Tabla 2-1 se indican las estructuras abastecidas con el agua de las fuentes de producción.

Tabla 2-1 Estructuras abastecidas por los pozos y el manantial

Nombre de la captación	Producción Promedio (l/s)	Estructuras abastecidas
Pozo No. 1	42.66	Tanque nuevo del Calvario; con una capacidad de 250 m <sup>3</sup>
Pozo No. 2	12.81	Tanque ICATMI; con una capacidad de 280 m <sup>3</sup>
Pozo No. 3	17.22	Tanque ICATMI; con una capacidad de 280 m <sup>3</sup>
Manantial "Las Palmas"	21.25	Tanque viejo del Calvario; con una capacidad de 300 m <sup>3</sup>

### 2.2 Conducciones y regularización

En el sistema de agua potable de la localidad de Quiroga existen varias conducciones, que van desde las captaciones a los tanques de regularización, así como a puntos estratégicos a la red de distribución. Para la distribución del servicio de agua potable, se cuenta con 5 tanques para toda la localidad. Son tanques superficiales de mampostería y concreto. En la Tabla 2-2 se presenta un resumen de las conducciones del sistema de agua potable.

<sup>2</sup> Para más información consultar el Anexo: Mediciones pozos Quiroga

<sup>3</sup> Mejora de la Eficiencia Física y Comercial en el Organismo Operador de Quiroga (Segunda etapa), informe IMTA 2007.

Tabla 2-2 Conducciones del sistema de agua potable de Quiroga

NOMBRE DE LA CONDUCCIÓN	TRAYECTORIA	DIÁM. (pulg)	TIPO	LONGITUD (m)
Pozo No. 1 a Tanque nuevo	Pasa por las calles: Francisco I. Madero, Adolfo López Mateos, Benito Juárez, Miguel Negrete Norte	8	ASBESTO Y PVC	2,148
Pozo No.2 a Tanque ICATMI	Pasa por la orilla de la barranca hasta Degollado, Pino Suárez, Berriozabal, Allende, subiendo hasta el Tanque del ICATMI.	6	PVC	1,109
Pozo No.3 a Tanque ICATMI	Sube por el Fraccionamiento Cerro Azul hasta el Tanque del ICATMI	6	PVC	329
Manantial "Las Palmas"	Tubería de conducción que encausa el agua de las seis cajas al Tanque Calvario viejo	6	PVC	200
		4	ASBESTO	500

La localidad de Quiroga cuenta con cinco tanques de regulación de los cuales uno está fuera de operación, dos más en mal estado con grietas y operando; otro tanque es nuevo con su respectivo cárcamo de rebombeo y están programados operen el segundo semestre del año 2009, también se cuenta con un tanque-cárcamo relativamente nuevo. La Tabla 2-3 presenta la relación de los tanques y cárcamos de rebombeo con su estado físico actual.

Tabla 2-3 Características generales de los tanques y cárcamos

No.	TANQUE	ESTADO DEL TANQUE	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
01	Tanque La Antena	Buen estado	250
02	Tanque viejo del Calvario	Mal estado	300
03	Tanque ICATMI	Mal estado	280
04	Tanque La Cañada	No opera	50
05	Tanque-rebombeo Calvario nuevo	Buen estado	250
06	Tanque de la Unidad Deportiva	Listo para operar	360
07	Cárcamo de rebombeo Unidad Dep.	Listo para operar	50

El Tanque ICATMI y el nuevo del Calvario cubren la mayor área con servicio en la localidad, siendo su cobertura de aproximadamente del 85%. Los tanques no se encuentran en buenas condiciones a excepción del tanque nuevo del Calvario, los demás requieren de dictamen estructural y/o atención de mantenimiento correctivo, dado que no existe programa establecido de mantenimiento preventivo, como lo es la limpieza, pintura o impermeabilización y rehabilitación; acciones que se requieren en el tanque viejo del Calvario e ICATMI.

Personal del Organismo operador, IMTA y Agronomía Integral inspeccionaron el Tanque ICATMI dado que el personal de operación había identificado deficiencias en el servicio a causa de bajos niveles (fallas de la membrana), se identificaron las causas tales como rasgaduras en la membrana, desempalmes entre uniones y problema de llenado. Personal de Agronomía Integral que realizó los trabajos anteriormente, corroboró en sitio los problemas y se programaron los trabajos de reparación. La siguiente Fotografía 2.1 muestra el proceso de reparación del tanque ICATMI<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> En el anexo: Informe final del OOAPASQ se da mayor detalle de los trabajos realizados y la supervisión del organismo.



*Deterioro de la geomembrana causada por la forma de operar el tanque (llegada del flujo).*



*Disipador de energía (arreglo para amortiguar el golpe del agua sobre la membrana).*



*Corte de la membrana para inspección grado de fisura en el tanque*



*Dimensionamiento de la falla estructural, Se recomendó llenar el tanque a media capacidad, hasta que se sustituyera por el tanque nuevo.*



*Desprendimientos de materiales causados por la falla estructural y ruptura de geomembrana.*



*Supervisión de los trabajos de reparación.*

Fotografía 2.1 Tanque ICATMI, Quiroga, Michoacán

## 2.3 Distribución (Tuberías principales, secundarias, cajas de válvulas y tomas domiciliarias)

La red se compone de tubería asbesto cemento, PVC y Fierro Fundido, cuyos diámetros varían desde 1 a 8 pulgadas, se tienen cuantificados 46,8 km., de toda la red de la ciudad, en la Tabla 2-4 se muestra el desglose de longitud de tubería por diámetro. Como resultado de la inspección de estudios anteriores; actualmente se dispone de un plano digital mas actualizado del catastro de la red de distribución en ambiente AutoCad. Cabe indicar que los sectores ICATMI Norte e ICATMI Sur que se implementaron entre los años 2006 y 2007, conforman aproximadamente el 50% de la red de distribución de la ciudad.

Tabla 2-4 Diámetros y longitudes de la red de distribución.

DIÁMETRO DE TUBERÍA (PULGADAS)	LONGITUD (m)
1	2,553
2	8,346
2 ½	9,261
3	4,960
4	1,301
6	3,186
8	4,690
9 Fraccionamientos*	12,567
<b>TOTAL</b>	<b>46,864</b>

\*No se cuenta con catastro de la red, solo con planos de planimetría

Respecto a tomas domiciliarias, existen tres tipos de instalaciones: manguera, galvanizado y cobre, estos materiales los compra el usuario directamente, lo que provoca que se utilicen diversas calidades de materiales y consecuentemente se propicie falla por fuga<sup>5</sup> obre la toma domiciliaria.

No existe el departamento de operación, tres personas son responsables de la operación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable, entre los tres operan y vigilan las bombas, realizan los movimientos de válvulas en diferentes horarios del día, mantienen el adecuado funcionamiento de la infraestructura de agua potable y de alcantarillado durante las 24 horas del día todos los días del año; realizan las operaciones necesarias para mantener los niveles del agua en tanques y el rebombeo. Asimismo se encargan de la reparación de fugas, atienden las solicitudes de instalación de nuevas tomas domiciliarias y realizan las labores de cancelación del servicio a usuarios morosos.

Por lo tanto se dispone de seis empleados de base y cuatro eventuales que atienden el servicio de agua potable y saneamiento, por debajo de la media

<sup>5</sup> Estudios de Detección y Reparación de fugas para Incrementar la Eficiencia Física de cuatro Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS), ribereños del Lago de Pátzcuaro. Informe final de Quiroga. IMTA 2005

nacional donde se recomiendan cinco empleados por cada mil tomas (se atienden en el año 2008 cerca de 4,250 tomas).

## 2.4 Conservación del agua en el sistema

Las acciones que incrementan y controlan la eficiencia física se muestran a continuación en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5 Acciones que incrementen y controlan la eficiencia física

INCREMENTAN	CONTROLAN
Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias	Sectorización de la red de distribución
Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas	Formación de recursos humanos en eficiencia física
Localización y reparación de fugas en tuberías principales, secundarias y tanques	Macro medición
	Catastro de infraestructura hidráulica y de redes
	Control operacional
	Control de fugas

En el año 2004-2005 el IMTA realizó el estudio del *Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del Lago de Pátzcuaro*, se determinó para la localidad una eficiencia física de 38% del volumen total suministrado, es decir 62% de agua no contabilizada; para ello fue necesario realizar aforos en las fuentes de abastecimiento con equipo portátil por un día de operación de las fuentes para determinar la producción; los consumos domésticos se determinaron mediante una muestra de 16 micromedidores instalados aleatoriamente a usuarios de la localidad, donde se tomaron los registros de una semana.

En el año 2005 el IMTA llevó a cabo las acciones que incrementan la eficiencia física mediante el *Estudio de detección y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física de cuatro OOAPAS, ribereños del lago de Pátzcuaro*, y en donde se determinó: Se cubrieron un total de 44.14 km de red inspeccionada con geófono incluyendo la revisión de tomas domiciliarias; se localizaron 56 fugas no visibles, 9 en red de distribución y 47 en toma domiciliaria, se determinó una incidencia de fugas de 1.27 fugas por kilómetro de red y una estimación de volúmenes intermitentes de agua pérdida de 27.75 l/s. Se incrementó la presión en algunas zonas pasando de deficiente (menos de 0.5 kg/cm<sup>2</sup>) a suficiente (0.5 a 1 kg/cm<sup>2</sup>). La causa principal de las fugas fue la calidad deficiente de los materiales, y factores externos. Se determinó una eficiencia física del 43.3% que sigue siendo baja y se recomendó llevar a cabo un programa de sectorización y programa permanente de control y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física

al 80%. Finalmente se detectó un ligero incremento en la recaudación por los servicios que presta el Organismo.

En el 2006 y 2007 con el proyecto denominado "Mejora de la Eficiencia Física y Comercial en el Organismo Operador de Quiroga (Segunda etapa)" donde se implementaron los dos primeros sectores se estimó que la eficiencia física para la localidad en el año 2006 resultó del 51.5%, con el 48.5% de agua no contabilizada, con un marcado incremento de la recaudación por el servicio de agua. Para el año 2007 (primer semestre), la eficiencia física resultó del 50.7%.

En el presente año 2008 se extiende el proceso de Reducción Integral de Pérdidas, mediante la continuación de sectorización y formación de recursos humanos con el presente trabajo denominado *Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños* que concluirá en el año 2011.

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR

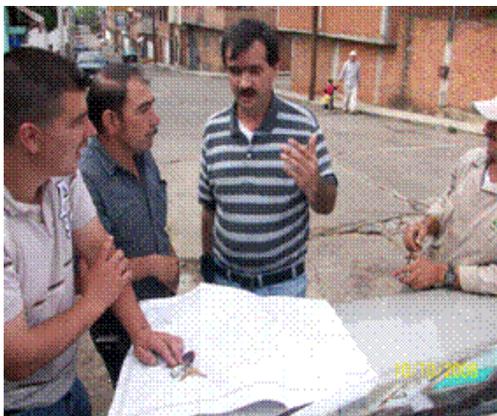
#### 3.1 Acciones realizadas dentro del sector

##### 3.1.1 *Visitas técnicas*

La primera actividad realizada en esta localidad fue una visita técnica al Organismo operador. El director el C. Eugenio Magaña Magaña a quien se le solicitó información existente sobre el sector propuesto a implementarse, como son planos topográficos existentes, padrón de usuarios, redes de agua potable y alcantarillado; se propuso al organismo trabajar conjuntamente mediante un convenio de colaboración en la implementación del sector denominado Calvario Sur y como primera actividad el compromiso de desazolve y limpieza de las cajas de válvulas para realizar el levantamiento de fichas técnicas y actualizar la red de distribución.

En la siguiente visita y con plano en mano se procedió a realizar un recorrido de reconocimiento en compañía del personal del OOAPAS y la UMSNH, con la finalidad de identificar la zona a trabajar, la ubicación de los límites del sector y de las cajas de válvulas límite (ver Fotografía 3.1). Al personal del OOAPAS se le encomendó la tarea de darles mantenimiento a todas las válvulas con fuga. En la siguiente Fotografía 3.2 se muestra el estado en que se encontraron las cajas de válvulas.

El sector limita al sur con la Av. Vasco de Quiroga que es la zona comercial de la ciudad, al poniente se ubica la Col. Pacanda (carretera a Zacapu), al oriente colinda con el Campo Santo y al norte con la Col. Niños Héroe.



*Inspección de cajas de válvulas dentro del sector Calvario Sur (calle Abasolo)*

Fotografía 3.1 Personal del Organismo, IMTA y UMSNH inspeccionando válvulas límite



*Cajas de válvulas llenas de agua por fuga en válvulas, así como de raíces en el interior*

Fotografía 3.2 Estado de las válvulas antes de darles mantenimiento

Se nos proporciono la información del funcionamiento de operación del servicio de agua, días de operación de cada zona, horarios de servicio, entre otros datos. Se reviso el tanque de almacenamiento denominado Calvario Nuevo y personal de operación del organismo explico cómo se distribuye el agua por medio de válvulas a la salida del tanque y en la zona de influencia. Se determino el gasto de la línea de salida del tanque con un gasto de 45.1 l/s, se visito el pozo #1 de agua potable para también realizar una medición con el equipo ultrasónico portátil resultando un gasto de 41.4 l/s<sup>6</sup>, muy similar al registrado por su macro medidor instalado fijo.

La siguiente Fotografía 3.3 ilustran las actividades descritas en el párrafo anterior.



*Aforo con equipo ultrasónico portátil en la línea de conducción al tanque superficial Calvario Sur.*

<sup>6</sup> Para mayor información consultar el Anexo: Mediciones Quiroga



*Aforo con equipo ultrasónico en la línea del pozo de producción #1.*

Fotografía 3.3 Aforo con equipo ultrasónico portátil en tanque y pozo, Quiroga, Michoacán

### **3.1.2 Recorridos de campo**

Se visitó la localidad para hacer un recorrido por el sector el día y horario en que se suministra el servicio de agua para verificar que efectivamente el sector a implementar cuente con servicio y las zonas adyacentes no, e identificar que acciones se requieren para que el sector quede aislado del resto de la red de distribución.

Este recorrido se realizó en forma conjunta, con personal del OOAPASQ, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMNSNH), poniéndose atención al tipo de vivienda y los límites iniciales del sector, se detectó que en el sector existen terrenos baldíos, casas abandonadas, existe una pendiente moderada y desperdicios de agua dado que se tiene un servicio tandeado.

El sector a implementarse (Calvario Sur) es abastecido por el Tanque Calvario nuevo, el cual recibe agua subterránea a través del pozo #1 localizado al poniente de la localidad, con un gasto promedio de extracción de 42.6 l/s, el pozo opera las 24 hrs. los 365 días del año. El tanque Calvario nuevo tiene una capacidad de 250 m<sup>3</sup>.

El tanque se encuentra en la parte norte de la ciudad, punto donde se propuso situar la estación de aforo (punto de medición), el cual se ubico a la salida del tanque, después de la válvula principal como se muestra en la siguiente Fotografía 3.4. El servicio del sector a implementarse se brinda los días lunes, miércoles y viernes, con un horario de servicio de 06:00 a las 15:00 horas. Se realizó el recorrido de campo sobre la red de distribución y personal de operación realizó los movimientos principales de válvulas, se aprovecho para ir tomando presiones en las tomas domésticas.



*Tanque Calvario nuevo*



*Estación de aforo, pasando este registro*

Fotografía 3.4 Tanque Calvario nuevo y ubicación de la estación de aforo

### **3.1.3 Muestreo de presiones en tomas domesticas**

Al efectuarse los recorridos de campo con el personal del OOPASQ se fueron tomando presiones de forma aleatorio en las tomas domiciliarias para evaluar la calidad en el servicio y constatar tuvieran agua como corresponde de acuerdo al programa de servicio que presta el organismo.

Con esta actividad se constató que las presiones en los domicilios se encuentran por abajo de  $1 \text{ kg/cm}^2$ . De acuerdo con los resultados en ese momento registrados se le propuso al OOPASQ incrementar el horario de servicio con la finalidad de tomar nuevamente presiones, para así verificar si dando más tiempo de servicio mejoran las condiciones en el sector.

Los resultados obtenidos fueron gratificantes, se consiguió incrementar en algunos casos al doble la presión en las tomas; domicilios que no les llegaba agua se vieron beneficiados con la prolongación del tiempo de servicio. En este muestreo se detecto una zona conflictiva en la calle Benito Juárez, donde se encuentra el balneario, puesto que en esa parte el agua llega sin presión o no llega y los vecinos comentan que es porque el balneario tienen varias tomas, situación que se reporto al director del organismo para que inspeccionara.

En la siguiente Fotografía 3.5 se muestran las lecturas obtenidas del muestreo de presiones en tomas domiciliarias.



*Calle 20 de Noviembre No. 498, se registro 0.2 kg/cm<sup>2</sup>*



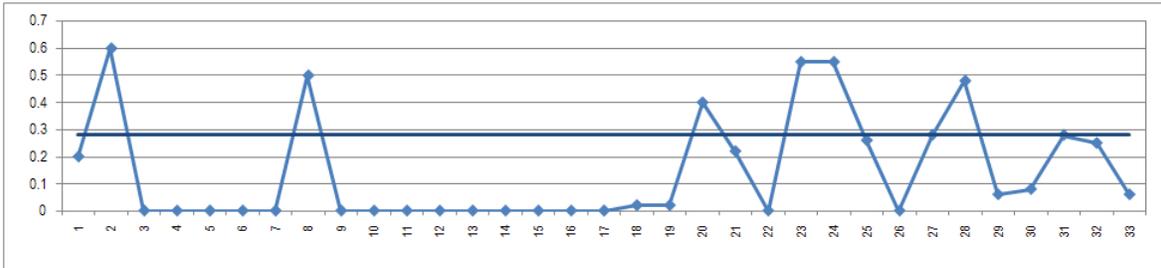
*Calle Amalia Solórzano s/n, se registro 2.5 kg/cm<sup>2</sup> (fuera del sector)*

Fotografía 3.5 Muestreo de presiones en tomas domiciliarias

En la Tabla 3-1 siguiente se presentan los registros de las presiones tomadas en la inspección física del sector y los datos graficados del primer muestreo en la Gráfica 3-1, siendo el promedio de estos datos de 0.28 kg/cm<sup>2</sup>. Después de prolongar los horarios de servicio se obtuvo en un segundo muestreo de presiones un promedio de 0.40 kg/cm<sup>2</sup> (la información de presiones se detalla en el informe de la UMSNH que se anexa al documento) valor inadecuado a las necesidades de la población.

Tabla 3-1 Inspección física del sector

Verificación del Seccionamiento							
Lecturas de presión (kg/cm <sup>2</sup> )/ hora de toma de lecturas							
PTO	DOMICILIO	LECTURA	HORA	PTO	DOMICILIO	LECTURA	HORA
16 DE OCTUBRE DE 2008				17 DE OCTUBRE DE 2008			
1	20 de Noviembre # 498	0.2	10:30	18	Vasco de Quiroga (dulcería Mona)	0.02	12:28
2	Lazaro Cardenas # 254	0.6	10:35	19	Vasco de Quiroga (Bardal)	0.02	12:30
3	Manuel Doblado # 166	NO HAY	10:40	20	Vasco de Quiroga # 514	0.4	12:36
4	Manuel Doblado # 302	NO HAY	10:44	21	Hidalgo # 470	0.22	12:10
5	Manuel Doblado # 446	SOLO NOCHE	10:50	22	Hidalgo # 318	S/P	12:15
6	Galeana S/N	NO HAY	10:54	23	Hidalgo # 139	0.55	12:18
7	Vicente Guerrero # 419	NO HAY	11:00	24	Hidalgo y Abasolo # 39	0.55	12:20
8	Molino de las flores # 596	0.5	11:06	25	Lazaro Cardenas # 33	0.26	12:25
9	Arteaga # 4	NO HAY	11:40	26	Morelos # 3	S/P	12:32
10	Benito Juarez # 142	NO HAY	11:45	27	Morelos # 43	0.28	12:36
11	Industrias y Juarez S/N	NO HAY	11:48	28	Galeana # 6	0.48	12:55
12	Priv. Industrias S/N	NO HAY	11:52	29	Morelos # 236	0.06	13:00
13	Pacanda (cascada) # 28	NO HAY	12:00	30	Morelos # 300	0.08	13:12
14	Vasco de Quiroga (taller mecanico)	NO HAY	12:10	31	Nicolas Leon y Ocampo	0.28	13:22
15	Vasco de Quiroga (carmelo)	S/P	12:12	32	Manuel Doblado # 269	0.25	13:32
16	Vasco de Quiroga (Hotel)	S/P	12:19	33	Manuel Doblado # 179	0.06	13:40
17	Vasco de Quiroga (Restaurant 3 estrellas)	S/P	12:20				



Gráfica 3-1 Presiones en el Sector (1<sup>er</sup> muestreo).

### 3.1.4 Ubicación y construcción de la estación de aforo

Se seleccionó el sitio de medición del sector en forma conjunta con personal del OOAPASQ, quedando ubicado a la salida del tanque Calvario nuevo, personal del organismo construyó el registro para alojar el equipo de medición en una tubería de PVC de 8", en la siguiente Fotografía 3.6 se muestra el procedimiento de dicha actividad.



*Excavación del sitio de Aforo*



*Construcción del registro*



*Montaje de macro y piezas especiales*



*Registro terminado con su tapa*

Fotografía 3.6 Proceso de construcción de la Estación de aforo a la salida del tanque Calvario

Debido a que el macromedidor instalado<sup>7</sup> es nuevo, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable.

<sup>7</sup> Las características y especificaciones técnicas del medidor tipo propela de 8" modelo MLSFT-SGH marca Azteca se detallan en el Anexo Características Equipos de Medición

### 3.1.5 Actualización del catastro de la red de distribución

Esta actividad se inició con un recorrido por el sector en compañía con personal de operación del OOAPASQ, quienes indicaron diámetros y materiales de la tubería de la red de distribución, también se identificaron y revisaron las cajas de válvulas y se les solicitó al personal del organismo diera mantenimiento, que consistió principalmente en limpieza y desazolve de dichas cajas, para posteriormente realizar la actualización de catastro.

Una vez que el organismo concluyó la limpieza de las cajas de válvulas, se realizó el levantamiento de datos técnicos a cada una de ellas, elaborando las correspondientes fichas de desazolve de válvulas<sup>8</sup> (ver Figura 3.1), mediante las cuales se revisó y analizó la información para actualizar los datos en planos existentes de la red de distribución de agua potable, la siguiente Fotografía 3.7 se muestra el procedimiento de inspección de cajas de válvulas.



*Trabajos de Limpieza y desazolve de registro en Manuel Doblado y Lázaro Cárdenas*



*Levantamiento de fichas técnicas para actualizar el catastro de la red de distribución*

Fotografía 3.7 Proceso de la actualización de la red de distribución

<sup>8</sup> Las fichas técnicas elaboradas dentro de esta actividad van incluidas en el anexo del informe de la UMSNH: Fichas de desazolve.

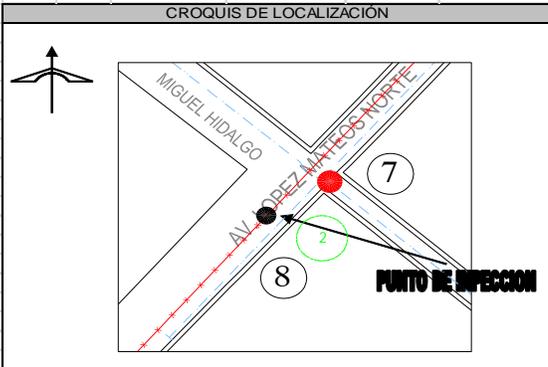
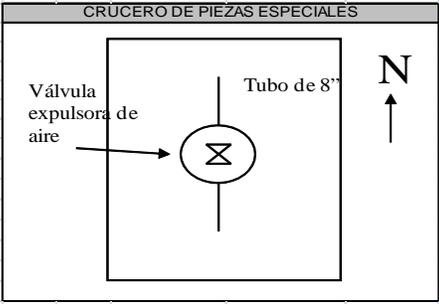
	<b>INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA</b>		
	<b>MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA FISICA Y COMERCIAL EN EL OOAPAS DE QUIROGA</b>		
	<b>LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCION</b>		
<b>FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJAS DE VALVULAS</b>			
<b>DISTRITO</b>	<b>UBICACIÓN Y REFERENCIAS</b>	<b>COLONIA</b>	<b>REGISTRO</b>
	AV. LOPEZ MATEOS (casi esq M.Hidalgo)	CENTRO	2
<b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VALVULA</b>	
		MATERIAL <b>ACERO</b>	TIPO <b>EXPUNSORA DE AIRE</b>
		DIAMETRO <b>1"</b>	MARCA -----
		PROFUNDIDAD (m) <b>1.20 m</b>	
		<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VALVULA</b>	
		BUENO <input checked="" type="checkbox"/>	
		REGULAR <input type="checkbox"/>	
		MALO <input type="checkbox"/>	
		REQUIERE SUSTITUCION <input type="checkbox"/>	
		<b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b>	
		MATERIAL DE LA TAPA <b>Fo.Fo.</b>	
		CONDICIONES DE LA TAPA <b>BUENO</b>	
		TIPO DE SUELO <b>CONCRETO</b>	
		AFORO(l/s)=	Estimado
<b>ESTADO ANTES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b>		<b>ESTADO DESPUES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b>	
			
<b>OBSERVACIONES:</b>			
<b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>		<b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>	
		VALVULA EXPUNSORA DE AIRE DE 1" SOBRE TUBO DE 8" QUE VIENE DEL POZO 1.	

Figura 3.1 Ficha de desazolve y mantenimiento de cajas de válvula

Dentro de esta actividad se contemplo la construcción y/o ampliación de registros de cajas de válvulas con la finalidad de facilitar el mantenimiento a las válvulas que se identificaron con problemas de hermeticidad. Esta información tambien esta disponible en los informes del OOAPASQ y UMSNH que se anexan al presente informe.

### 3.1.6 Instalación y supervisión de la muestra de micromedidores

Esta actividad se llevo a cabo con el fin de de obtener un volumen medido consumido, se propuso una muestra de 20 micromedidores (ver Tabla 3.2) instalados de forma aleatoria (como resultado del cuestionario aplicado con anterioridad y que forma parte de la actividad de vinculación predio-contrato, 45 usuarios accedieron a que se les instalara el medidor), sin embargo solo se consiguió instalar 19 medidores dado que los usuarios se resisten por temor a incrementos en sus tarifas o a ser monitoreados. Los volúmenes obtenidos con esta muestra se extrapolaron a todos los usuarios del propio sector para determinar de forma estimada el consumo del sector.

Tabla 3.2 Medidores propuestos a instalarse en el sector Calvario Sur

Quiroga	Micromedidores	
	Uso Doméstico	Uso Comercial
Calvario Sur	15	5

A continuación en la siguiente Tabla 3.3 se muestra la relación de los domicilios donde se instalaron los medidores (con previo consentimiento de los usuarios, como resultado de la vinculación), y la siguiente Fotografía 3.8 muestra la instalación de los micromedidores nuevos y la fachada de los domicilios donde se instalaron<sup>9</sup>.

Tabla 3.3 Relación de micromedidores instalados en el sector Calvario Sur de Quiroga

No.	NOMBRE	DIRECCION	No. CASA	USO	# MEDIDOR
1	Hotel tarasco	Vicente Guerrero	S/N	Comercial	80779513
2	Carlos Campuzano	Vicente Guerrero	84	Domestico	80779511
3	Fernando Rivera	Vicente Guerrero	S/N	Comercial (Puercos)	80779519
4	Luis Flores	Manuel doblado	S/N	Domestico	80779317
5	Ma. Guadalupe Campuzano	Manuel doblado	446	Domestico	80779314
6	Juan López Tovar	Nicolás León	140	Domestico	80779313
7	José Campuzano	Galeana	5	Domestico	80779515
8	José Álvarez	Morelos	257	Domestico	80779318
9	Nicolás Sastre	Arteaga	4	Comercial (Autolavado)	80779512
10	Pedro Barriga	Lázaro Cárdenas Nte	33	Comercial	80779514
11	Mauricio Fuentes	Manuel Doblado	191	Domestico	80779516
12	Pedro Morales	Benito Juárez	96	Comercial	80779517
13	Tomas Barriga	Benito Juárez	240	Domestico	80779319
14	Jesús Villalobos	Hidalgo	348	Domestico	80779316
15	Escuela N 336 Nicolás León	A. López Mateos	336	Domestico	80779520
16	Margarita Gutiérrez Vega	Industrias	13	Domestico	80779311
17	Javier García	Priv. Benito Juárez	4	Domestico	80779518
18	Agapito Campuzano	Col. La Pacanda	Cfe 2820	Domestico	80779318
19		Hidalgo	S/N	Domestico	80779320

<sup>9</sup> En el anexo: Informe del OOAPAS se presenta ficha de identificación de cada uno de los micros instalados.



*Instalación de micromedidor a la llegada de la cisterna en el Hotel Tarasco (Comercial)*



*Instalación de micromedidor en Calle Galeana No. 5 (Doméstico)*



Fotografía 3.8 Instalación de muestra de micromedidores domésticos y comercial

Debido a que la totalidad de micromedidores<sup>10</sup> instalados eran nuevos, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable.

### **3.1.7 Revisión de planos topográfico en las zonas bajo estudio.**

Se delegó a la UMSNH la recopilación de información existente en toda instancia donde existiera información de planos topográficos de la localidad de Quiroga, con el fin de revisarla y dictaminar si la información es confiable para hacer uso de ella. Tomando en cuenta que la información recopilada en el OOAPASQ, Obras Publicas, INEGI, CEAC, IMTA entre otras instituciones y todas difieren entre sí. La UMSNH se dio a la tarea de tomar en campo varios puntos con estación total para comprobarlos con los planos obtenidos y se evidencio tal diferencia, por tanto la UMSNH dictaminó realizar los levantamientos correspondientes de planimetría y altimetría para la localidad, para este caso en particular se realizo el levantamiento

<sup>10</sup> Las características y especificaciones técnicas de los medidores domiciliarios modelo MT-KD marca Bar meter se detallan en el Anexo Características Equipos de Medición.

únicamente del sector denominado Calvario Sur. La siguiente Fotografía 3.9 muestra los trabajos del personal técnico de la UMSNH realizando el levantamiento topográfico. La siguiente Figura 3.2 muestra la planimetría y altimetría obtenidas del sector Calvario Sur. Se tienen digitalizados en AutoCad los trabajos realizados; así como detalle de datos generados e informe de la actividad realizada por la Universidad Michoacana (Ver anexo Planos UMSNH).



Fotografía 3.9 Levantamiento topográfico del sector Calvario Sur de la localidad de Quiroga

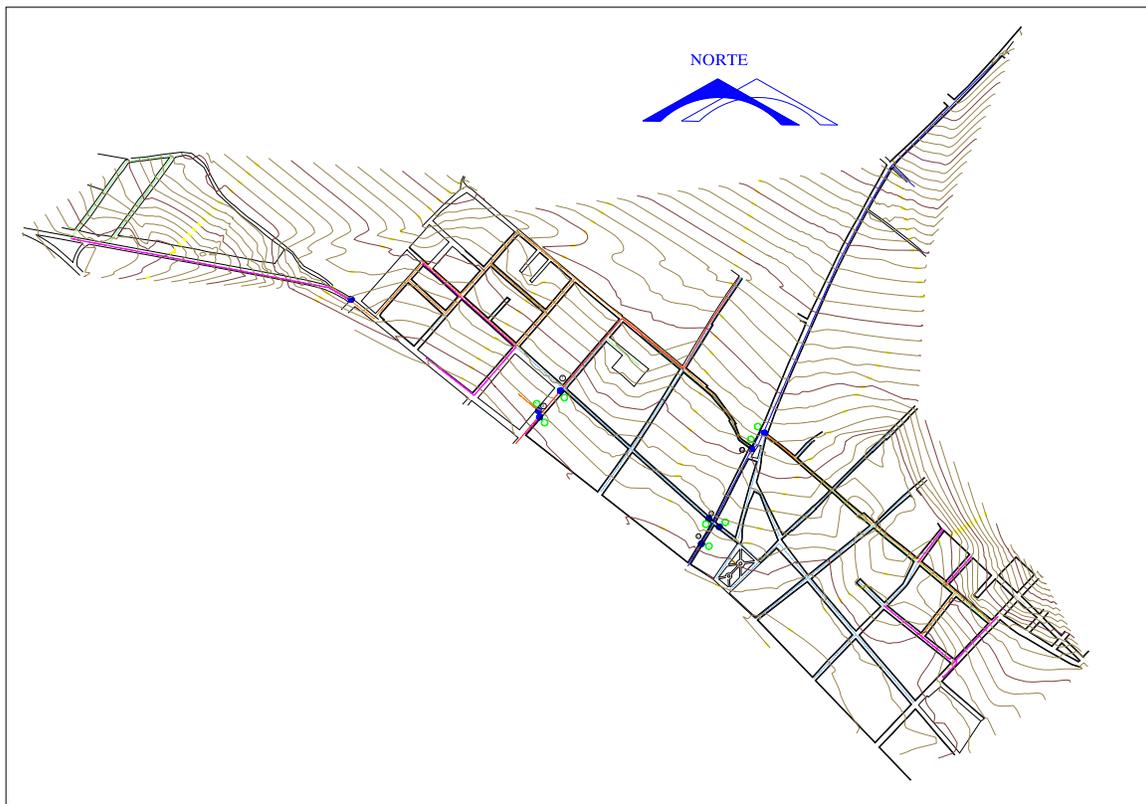


Figura 3.2 Levantamiento topográfico del sector Calvario Sur (Planimetría y Curvas de nivel)

### 3.1.8 Detección y localización de fugas no visibles

En instalaciones del CAPASE en Erongarícuaro se llevo a cabo la demostración de equipos de detección de fugas en redes de distribución a cargo de personal especializado en el tema. A dicha reunión asistieron los directores y representantes de los cuatro Municipios ribereños al Lago de Pátzcuaro. Donde se les informo las ventajas de contar con equipos especializados para la recuperación de volúmenes perdidos por fuga e identificación de tomas clandestinas y problemas en tomas (taponamientos), acciones que inciden directamente en el incremento de la eficiencia física y comercial así como el mejoramiento del servicio a los usuarios.

Posteriormente en Quiroga se capacito en campo a una brigada del propio personal de operación (José Luis Herrera Herrera y Agustín Sagrero Ponce) del OOAPASQ en la detección de fugas no visibles con el equipo geófono de escucha, así se ilustra en la siguiente Fotografía 3.10. En el anexo de Detección de fugas se detalla la capacitación de la brigada.



*Demostración de equipo a representantes de los OOAPAS*



*Práctica en campo del geófono*



*Brigada capacitada en la detección de fugas no visibles, Quiroga Mich.*



Fotografía 3.10 Capacitación en la Detección de fugas no visibles en el Sector Calvario Sur

La detección y localización de fugas no visibles dentro del propio sector se realizó en las dos primeras semanas de diciembre de 2008, se revisaron un total de 6.5 km de red de distribución y respectivas tomas domesticas, se localizaron seis fugas en el sector, tres de ellas en red de distribución y el resto en toma domestica, cada fuga detectada tiene su reporte de ubicación (ver Figura 3.3) misma que se entrego al organismo para su atención. En el anexo Detección de fugas del informe de la UMSNH se dan los pormenores.

**REPORTE DE UBICACIÓN DE FUGA**

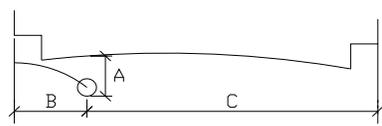
FOLIO: 6		SECTOR: QUIROGA		
FECHA: 17/11/2006		LOCALIZADOR: MMPG		
		Vo.Bo.: MANUEL M. P GUERRERO		
AP	TIPO DE SISTEMA:	<input checked="" type="checkbox"/> AGUA POTABLE	<input type="checkbox"/> ALCANTARILLADO	
F	TIPO DE TRABAJO:	<input checked="" type="checkbox"/> FUGA	<input type="checkbox"/> DESAZOLVE	
M	TIPO DE SISTEMA:	<input type="checkbox"/> LEVE	<input checked="" type="checkbox"/> MEDIA	
		<input type="checkbox"/> OTRO	<input type="checkbox"/> FUERTE	
		<input type="checkbox"/> OBRA NUEVA	<input type="checkbox"/> EXTRAORDINARIA	
UBICACION DEL SITIO:		COORDENADAS: LAT N.		
MOSAICO:		LONG W.		
CALLE: MANUEL DOBLADO		FRENTE AL No. 46		
entre calle: AV. LAZARO CARDENAS NORTE				
y calle: NIÑOS HEROES				
Colonia:		Otros datos:		
AREA DE INFLUENCIA:		FUERA DEL No 46		
(información previa - planos y comprobación en campo):				
I UBICACIÓN LONGITUDINAL: <input type="checkbox"/> en crucero <input checked="" type="checkbox"/> intermedia				
A UBICACIÓN TRANSVERSAL: <input type="checkbox"/> en banqueta <input checked="" type="checkbox"/> arroyo <input type="checkbox"/> en camellon <input type="checkbox"/> otro				
<b>DUCTOS EN LA CALLE</b>				
TIPO	No.	DIAMETRO (cm.)	PROF. (pulg.)	MATERIAL
A.P.				
Alcant.				
REFERENCIA		Distancia (m)		
Hacia				
A	Prof.. Tubo	0.80		
B	transv. 1	1.20		
C	transv. 2	7.30		
D	long. 1	6.50		
E	long. 2	42.80		
<b>CROQUIS DE LOCALIZACION</b>				
				
<b>CROQUIS EN PERFIL (transversal a la calle)*</b>				
				
UTILIDAD DE LA INFORMACION PREVIA <input type="checkbox"/> mal ubicado <input type="checkbox"/> bueno <input type="checkbox"/> aceptable <input type="checkbox"/> incompatible <input type="checkbox"/> errónea				
CORRECCIONES A INF. PREVIA <input type="checkbox"/> ninguno <input type="checkbox"/> en croquis localizad <input type="checkbox"/> en croquis transversal <input type="checkbox"/> en tabla ducto				
Comentarios: FUGA NO VISIBLE EN TOMA DOMICILIARIA FNTD				
				

Figura 3.3 Reporte de ubicación de fuga.

### 3.1.9 Vinculación predio contrato e identificación y clasificación de tomas

Se realizó la vinculación predio contrato y se identificaron los diferentes tipos de usos de las tomas domiciliarias que se ubican en el sector. Durante esta actividad se tuvo el inconveniente de casas en que no se encontró al usuario al momento de la encuesta por lo que se insistió en pasar una segunda y en ocasiones hasta una tercera vez; y como último recurso se procedió a preguntar a los vecinos, quienes confirmaron la sospecha que algunas de ellas se encuentran deshabitadas.

La información recopilada fue principalmente la siguiente: Identificación de cada domicilio, Nombre del usuario, Numero de medidor de CFE, Tipo de uso, Habitantes por domicilio, Tipo de almacenamiento, Si cuenta con micromedidor y si está dispuesto a que se le instale uno y finalmente observaciones. A continuación en la Figura 3.4 se muestra la información recopilada en campo y el formato utilizado para realizar la actividad de vinculación predio-contrato. La Fotografía 3.11 muestra acciones que personal de la UMSNH realizó en dicha actividad.

De los recorridos de vinculación se detectaron una población total en el sector de 2,340 habitantes (este valor se obtiene de multiplicar su índice de hacinamiento de 3.78, valor obtenido de las encuestas realizadas en las viviendas, por el total de tomas domésticas habitadas que son 619), el total de predios es de 996, incluyendo lotes baldíos y predios no identificados.

CLAVE	MANZ	TOMA	DIRECCION	NUM	MED CFE	SIMBOLOGIA													OBSERVACIONES
						TIPO DE USO				HAB	ALMACENAMIENTO			MEDIDOR		RES	TOMAS		
						D	C	I	P		#	A	T	TQ	D		SI	NO	
A1	A	1	EL TAJO	S/N		/	/												TALLER DE LADRILLOS
A2	A	2	LAS PALMAS	S/N	2660	/	/												
A3	A	3	LAS PALMAS	3	2680	/	/												
A4	A	4	EL TAJO	S/N		/	/												EST
B1	B	1	LAS PALMAS	S/N	2800	/	/					/							
B2	B	2	LAS PALMAS	S/N	2820	/	/			2		/		/	R				BAL
B3	B	3	LAS PALMAS	S/N		/	/												
B4	B	4	LAS PALMAS	S/N		/	/												
B5	B	5	LAS PALMAS	S/N		/	/												EST
B6	B	6	LAS PALMAS	S/N		/	/												A
B7	B	7	LAS PALMAS	S/N	2840	/	/												NI
B8	B	8	LAS PALMAS	S/N	2860	/	/												A
B9	B	9	LAS PALMAS	S/N		/	/												
B10	B	10	NEGRETE	S/N	2880	/	/			5	/		/	R					
B11	B	11	FRESNOS	S/N	2900	/	/			7	/	/	/						
B12	B	12	FRESNOS	S/N	2920	/	/												A
B13	B	13	FRESNOS	S/N		/	/												EST
B14	B	14	FRESNOS	S/N		/	/												A
B15	B	15	FRESNOS	S/N		/	/												A
C1	C	1	LAS PALMAS	S/N	2700	/	/												
C2	C	2	LAS PALMAS	16	2720	/	/												NO ABRIERON
C3	C	3	LAS PALMAS	14	2740	/	/			4	/	/	/	R					
C4	C	4	LAS PALMAS	S/N	2760	/	/			4	/	/	/	R					
C5	C	5	LAS PALMAS	12	2780	/	/			6	/	/	/	R					
C6	C	6	FRESNOS	S/N	2945	/	/								SI		B		
C7	C	7	FRESNOS	S/N		/	/					/	/						CT

Figura 3.4 Formato de vinculación utilizado en el levantamiento de datos del sector Calvario Sur



Fotografía 3.11 Personal de la UMSNH, realizando la vinculación, en el sector Calvario Sur

La siguiente Tabla 3.4 resume el número total de predios y la clasificación de tomas identificadas dentro del propio sector; así por ejemplo: se cuenta con un total de 996 predios, de los cuales 918 cuentan con tomas, de estos 771 son de Uso Doméstico, 133 son de Uso Comercial, 13 de Uso Público Oficial; y hay 68 Lotes Baldíos, 8 baldíos y 2 sin toma.

De acuerdo con los datos estadísticos y como se muestra en la Figura 3.5 del total de tomas en el sector; el 77.4 % corresponden al Uso Doméstico, el 13.4% es de Uso Comercial, el 0.1% es de Uso Industrial, el 1.3% de Uso Público Oficial, el 6.8% son lotes baldíos y el 0.8% Parcelas, en el informe final de la UMSNH se detalla la información y se anexan planos, dicha información se anexa al documento en formato digital.

Tabla 3.4 Clasificación de las Tomas

Descripción del tipo de Tomas	Cantidad Numero y %	
Total de Predios	996	100.0
Predios con Tomas Domésticas	771	77.4
Predios con Tomas Comerciales	133	13.4
Predios con Tomas Industrial	1	0.1
Predios con Toma de Uso Público Oficial	13	1.3
Lotes Baldíos	68	6.8
Parcela	8	0.8
Predio sin toma	2	0.2

Finalmente se realizó un análisis de la situación actual de los predios con toma y sin toma que se tienen identificados con respecto al padrón de usuarios que se tiene en el sistema del organismo operador. La siguiente Tabla 3.5 muestra la situación actual de los predios y la Figura 3.6 corrobora los datos.

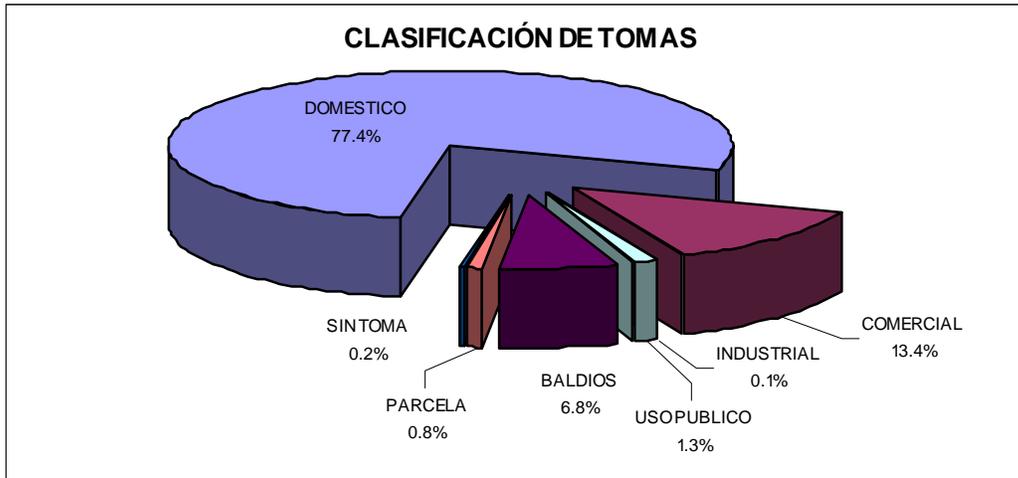


Figura 3.5 Clasificación de las tomas en los predios vinculados del Sector

Tabla 3.5 Situación actual de los predios

Estatus de los predios	Cantidad Numero y %	
Total de Predios	996	100.0
Regular	311	31.2
Irregular	45	4.5
T. Banqueta	1	0.1
Deudor	78	7.8
Cancelada	0	0.0
Abandonada	120	12.0
En construcción	51	5.1
Baldío	42	4.2
No identificado	348	34.9

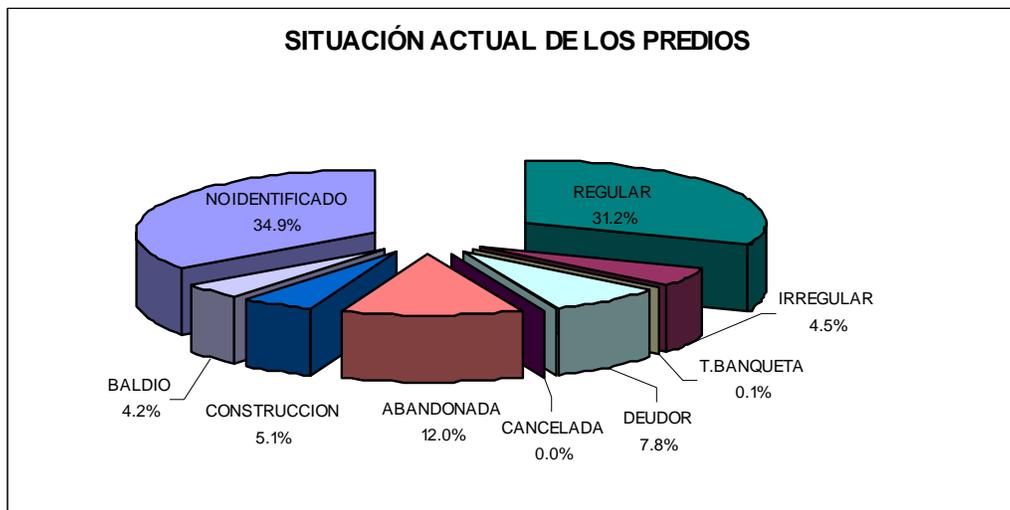


Figura 3.6 Estatus de los predios vinculados dentro del Sector Calvario Sur

### 3.1.10 Mantenimiento correctivo de válvulas

Se inspeccionaron 11 válvulas de la red de distribución que corresponden al sector de la localidad de Quiroga, de estas válvulas inspeccionadas el personal del organismo dio algún tipo de mantenimiento a 9 válvulas en diferentes diámetros, se adquirieron dos válvulas de 8” que el personal del organismo se comprometió a cambiar una en Abasolo y otra en Abasolo y Benito Juárez (ó dentro de los sectores ya implementados) dado que el mantenimiento que se les dio ya no era suficiente, en la Tabla 3.6 se lista las válvulas que el personal del OOAPASQ realizó algún tipo de mantenimiento. En la siguiente Fotografía 3.12 se ilustra el estado en que se identificaron los registros de válvulas; y para efectuar el mantenimiento la UMSNH se encargo del suministro de material hidráulico requerido para ello, mismo que se ilustra en la Fotografía 3.13.

Tabla 3.6 Cajas de valvulas desazolvadas y valvulas reparadas.

CAJAS DE CALVULAS						
No DE REG	UBIACCION	DIAMETRO DE VALVULA	SUPERVISION	DESASOLVADA	REP Y MANT	SUSTITUCION
1	PLAZA MADRIGAL DE LAS ALTAS FLORES (a un lado)	2"	1	1		
1-A	PLAZA MADRIGAL DE LA ALTAS TORRES (abastece a	3"	1	1		
2	PLAZA MADRIGAL DE LA ALTAS TORRES (casi esq M	1"	1	1	1	
3	ESQUINA ABASOLO Y MIGUEL HIDALGO	2 1/2"	1	1	1	
3-A	ESQUINA ABASOLO Y MIGUEL HIDALGO	2 1/2"	1	1	1	
4	ABASOLO	8"	1	1	1	
5	ESQUINA ABASOLO Y BENITO JUAREZ	8" y 3"	2	2	2	
6	ESQUINA CARDENAS Y MANUEL DOBLADO	3"	2	2	2	
7	VASCO DE QUIROGA FRENTE A CENTRO COMERCIA	2 1/2"	1	s.h.registro	1	
8	SALIDA DEL TANQUE NUEVO	8"	1	1		
			12	11	9	



Lazaro Cárdenas y Manuel Doblado



Plaza madrigal de las Altas Torres



Miguel Hidalgo y Abasolo

Fotografía 3.12 Registros inundados por fuga en válvulas



Adquisición de válvulas de 8" para sustitución



Material de neopreno para reparación de fugas

Fotografía 3.13 Suministro de materiales hidráulicos para mantenimiento de válvulas.

### 3.1.11 Registros para monitoreo.

Con el objeto de monitorear el sector implementado de forma estratégica, se propuso la construcción de cuatro registros donde se puedan alojar equipos portátiles ultrasónicos para medir los gastos (72 hr de monitoreo) que pasan por las líneas de distribución y con ello determinar las zonas con problemas e irregularidades en el suministro del servicio de agua potable y posibles fugas potenciales.

En la siguiente Fotografía 3.12 se ilustran tres de los cuatro registros construidos para monitorear los gastos de distribución en el propio sector. La construcción estuvo a cargo del personal del organismo. En la siguiente Figura 3.7 se ubican los sitios donde se encuentran dichos registros.



Registro en Av. Lázaro Cárdenas Norte frente al # 389 (línea de 8")



Registro en RG hacia la Pacanda (línea de 2")    Registro en Miguel Negrete esq. Benito Juárez  
Fotografía 3.14 Construcción de registros para monitoreo de gastos.

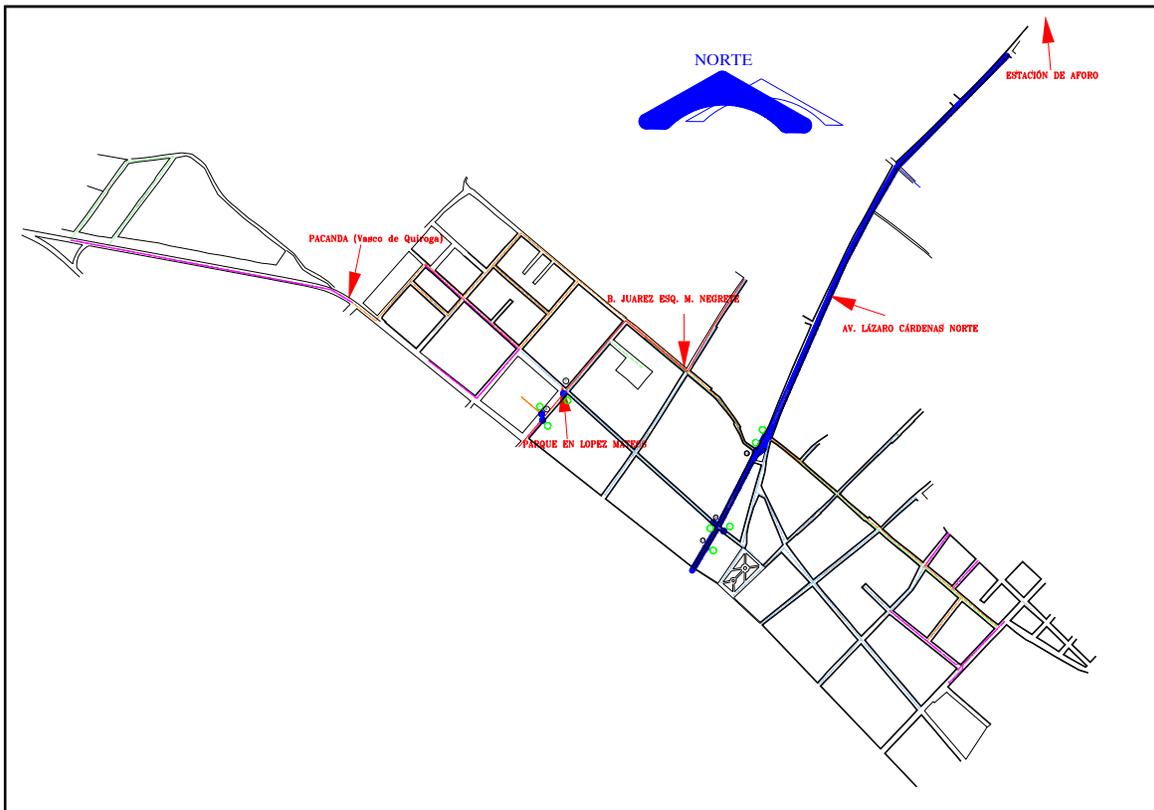


Figura 3.7 Ubicación de registros para monitoreo.

### 3.1.12 Estimación de pérdidas finales de distribución, posteriores a los trabajos de mejoramiento.

Como resultado final de las 11 fugas localizadas en el sector se resume lo siguiente: 6 se detectaron con geófono (fugas no visibles) y del resto (fugas visibles) se clasificaron de la siguiente forma: 4<sup>11</sup> en válvulas de la red y una más en la red secundaria de distribución (afloramiento superficial). Referente a las fugas no visibles el personal del OOAPASQ aún no las atiende<sup>12</sup> en su totalidad, respecto a las fugas en válvulas se estimó un gasto de pérdida intermitente (servicio tandeado) de 0.6 l/s. Ahora del total de las fugas indicadas se determinó una incidencia de 1.7 fugas/km de red. En la siguiente Figura 3.8 se muestra la ubicación en plano de las fugas anteriormente descritas.



Figura 3.8 Ubicación de fugas localizadas en el sector.

La reparación de fugas que llevo a cabo el propio personal del organismo se muestra en la siguiente Fotografía 3.15, donde se aprecian los trabajos de corte de pavimento, reparación de la fuga y sustitución del material levantado.

<sup>11</sup> La fuga identificada con el número 7 en el plano de arriba, hace referencia a dos válvulas que se identificaron con fuga.

<sup>12</sup> Finales de Marzo del año 2009, se ha dado prioridad a otras actividades que requieren la atención del personal del OOAPASQ y no se ha concluido el total de fugas identificadas.



*Reparación de fugas en toma domiciliaria y reposición de pavimento*



*Reparación de fuga visible en red secundaria de distribución (Av. Lázaro Cárdenas Norte)*

Fotografía 3.15 Atención y reparación de fugas en tomas domésticas y red de distribución

### **3.1.13 Límites del sector implementado final.**

La propuesta inicial del sector a implementarse se muestra en la siguiente Figura 3.9, dicha propuesta se realizó de manera conjunta entre el IMTA y el OOAPASQ con el fin de atender problemas de abastecimiento (tandeos rigurosos), bajas presiones y alta incidencia de fugas atendidas por el personal del organismo. La propuesta del sector está muy ligada a la operación actual con la que se brinda el servicio, con el objeto de no modificar drásticamente la operación (se tienen antecedentes dentro de la misma cuenca que no se respetan propuestas en el cambio operacional, usos y costumbres) y brindar el servicio en los horarios ya establecidos y bien identificados por los usuarios de la localidad.

Después de concluirse todas las actividades de mejoramiento dentro del sector, se corroboró finalmente los límites que conforman el sector y donde se garantiza no existe interconexión alguna con el resto de la red de distribución que no se tenga controlada. Se tiene el mando de la válvula de 8" ubicada en Calle Abasolo sobre la línea que baja del Tanque el Calvario nuevo y que apoya a los sectores ICATMI Norte y Sur cuando así se requiera. La siguiente Figura 3.10 ilustra los límites finales del sector implementado.

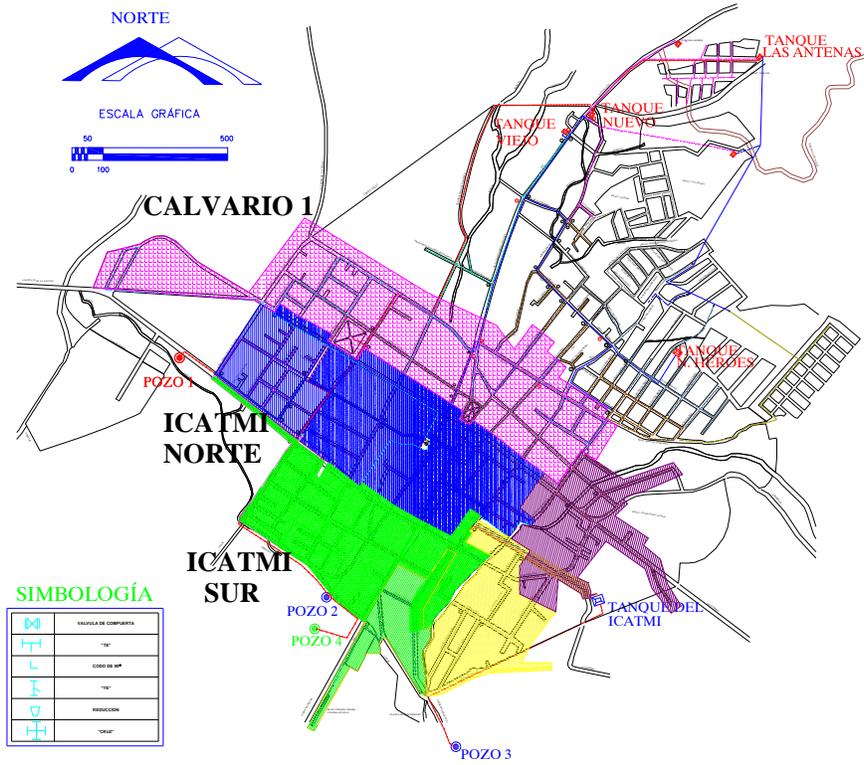


Figura 3.9 Propuesta inicial del Sector Calvario Sur a implementarse.

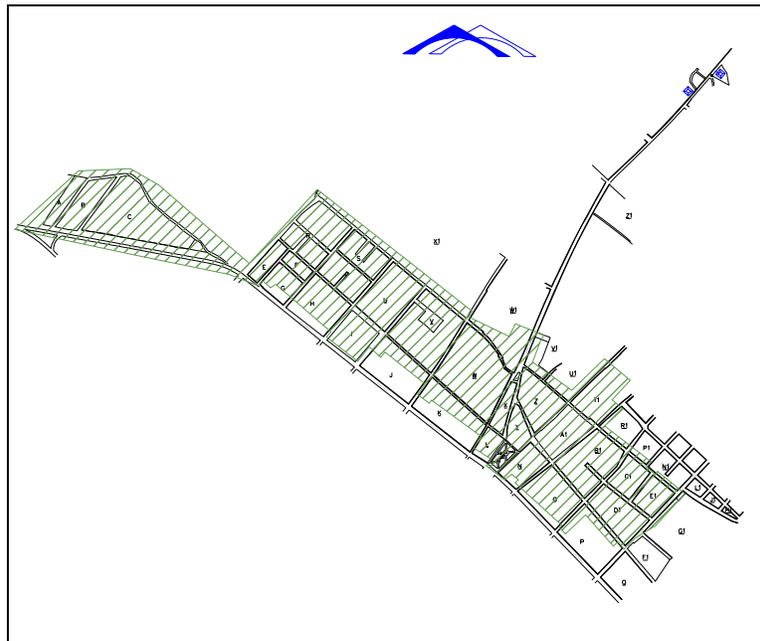
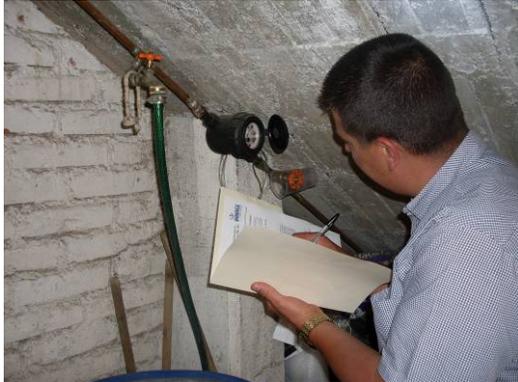


Figura 3.10 Resultado final de los límites del sector implementado.

## 3.2 Análisis de la eficiencia física

### 3.2.1 Lecturas de la muestra de micromedidores

En la siguiente Fotografía 3.16 se muestra al personal del OOAPASQ tomando lecturas de los 18 micromedidores instalados, se tomaron dos lecturas correspondientes al 16 y 23 de febrero de 2009; cabe mencionar que en varias ocasiones no se encontraba al usuario por lo que se volvía a intentar tiempo después en el mismo día.



Toma de datos el día 16 de febrero



Toma de datos el día 23 de febrero

Fotografía 3.16 Levantamiento de consumos registrados en el mismo micromedidor

En la Tabla 3.7 se indica que de los 18 micromedidores instalados se tuvo un consumo promedio por usuario en 7 días de  $6.54 \text{ m}^3/7 \text{ días}$  ( $\text{m}^3/\text{toma-semana}$ ), que equivale a un consumo de  $247 \text{ l/had-día}$ , con un índice de hacinamiento de 3.78 habitantes por toma registrada.

Tabla 3.7 Lecturas realizadas a los medidores instalados en el sector Calvario sur

#	Usuario	Dirección	# casa	No. Medidor	1ra Lectura 16/Feb/2009	2da Lectura 23/Feb/2009	Consumo $\text{m}^3 / 7 \text{ Días}$
1	Hotel tarasco	Vicente Guerrero		8077	sin lect	102	
2	Carlos Campuzano	Vicente Guerrero		80779511	19	28	9
3	Fernando Rivera	Vicente Guerrero		80779519	sin lect	118	
4	Luis Flores	Manuel doblado		80779317	24	31	7
5	Maria Guadalupe Campuzano	Manuel doblado		807797	13	19	6
6	Juan Lopez Tovar	Nicolas León		80779315	25	44	19
7	Jose Campuzano	Galeana	5	80779515	16	21	5
8	Jose Alvarez	Morelos	257	80779313	29	37	8
9	Nicolas Sastre	Arteaga		80779512	12	17	5
10	Pedro Barriga	Lázaro Cárdenas Nte	33	80779514	29	40	11
11	Mauricio Fuentes	Manuel Doblado	91	80779516	9	12	3
12	Pedro Morales	Benito Juárez	85-a	8077	sin lect	15	
13	Tomas Barriga	Benito Juárez	240	80779319	11	15	4
14	Jesus Villalobos	Hidalgo	348	80779316	14	18	4
15	Escuela N 336 Nicolas Leon	A. Lopez Mateos	336	80779520	sin lect	1122	
16	Margarita Gutierrez Vega	Industrias	13	8077	sin lect	24	
17	Javier Garcia	Priv. Benito Juárez		80779516	5	8	3
18	Agapito Campuzano	Col. La Pacanda	Cfe 2820		7	8	1
						Suma	85
						Promedio	6.54

Para obtener el volumen consumido se multiplicó el consumo unitario de 6.54 m<sup>3</sup>/7 días por el número de usuarios del sector que son 619, lo cual da un volumen de 4,048.26 m<sup>3</sup>/semana.

### 3.2.2 Lecturas del macromedidor instalado en la estación de aforo

Asimismo en la estación de aforo se registraron las lecturas del macromedidor (ver Tabla 3.8) en el mismo periodo que correspondió al consumo de los micromedidores, para determinar el volumen suministrado al sector, por lo tanto se considero la sumatoria de volúmenes suministrados de los días miércoles, viernes y lunes<sup>13</sup>, con lo cual se obtiene el volumen suministrado de 7,510 m<sup>3</sup>/semana.

Tabla 3.8 Volúmenes suministrados al sector

#	Día	Fecha	Lectura del Macro en m <sup>3</sup>	Volumen Suministrado en m <sup>3</sup>
1	Viernes	13 de Febrero de 2009	69870	
2	Sábado	14 de Febrero de 2009	72580	2710
3	Domingo	15 de Febrero de 2009	74870	2290
4	Lunes	16 de Febrero de 2009	78690	3820
5	Martes	17 de Febrero de 2009	81290	2600
6	Miércoles	18 de Febrero de 2009	84280	2990
7	Jueves	19 de Febrero de 2009	88660	4380
8	Viernes	20 de Febrero de 2009	90890	2230
9	Sábado	21 de Febrero de 2009	92530	1640
10	Domingo	22 de Febrero de 2009	95240	2710
11	Lunes	23 de Febrero de 2009	97530	2290
12	Martes	24 de Febrero de 2009	101350	3820

Aquí es importante mencionar algunas cuestiones que dependen del control del personal de operación respecto a los movimientos que realizan en calle 20 de Noviembre con una válvula de 6” que abastece los días martes, jueves, sábado y domingo, así como de la válvula de 8” en Abasolo que utilizan para apoyar la zona sur de la ciudad, dado que estos gastos son contabilizados por el macro medidor pero no se consumen en el sector.

El sector no esta del todo aislado por la válvula de 8” en Abasolo que además se tiene evidencia que no cierra hermeticamente, hay que ser muy cuidadosos en los datos que se utilicen en el balance volumetrico del sector.

<sup>13</sup> No se considero el Lunes 16 de Febrero dado que sería la lectura de inicio del período de suministro.

Considerando los datos de consumo (muestra de micro medidores) y suministro (macro medidor) se estimo la eficiencia como sigue:

$$\begin{aligned}\text{Vol. Cons} &= 4,048 \text{ m}^3/7\text{días} \\ \text{Vol. Sum} &= 7,510 \text{ m}^3/7 \text{ días}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}E \text{ dis } \% &= [\text{Vol. Cons} / \text{Vol. Sum.}] \times 100 = [4,048/7,510] \times 100 = 54\% \\ \text{Per dis } \% &= 100 - E \text{ dis } \% = 100 - 54 = 46\%\end{aligned}$$

Con lo anterior se obtuvo una eficiencia de distribución de 54%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 46%.

Cabe mencionar que la eficiencia de distribución obtenida parte de una muestra de datos que se obtuvieron en campo (población, consumos, volúmenes suministrados, horarios de servicio y maniobras del personal de operación) y que se deberán considerar como valores de arranque.

Sin embargo una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable (datos operacionales y comerciales) que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

## 4. ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL DEL OOAPASQ

Se realizó un análisis<sup>14</sup> de la evolución de la recaudación y los costos de operación y mantenimiento del Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Quiroga (OOAPASQ), del periodo 2004-2008<sup>15</sup>.

El estado de resultados se clasifico en: Ingresos por servicios (*Análisis 1*), ingresos generales (*Análisis 2*) e ingresos por financiamiento (*Análisis 3*).

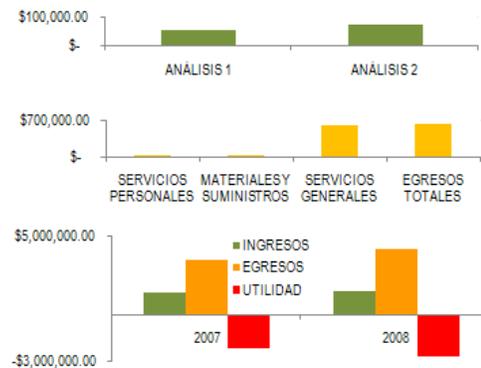
El *Análisis 1* arrojó un incremento en 4%, con respecto a 2007. En el *Análisis 2* el incremento fue del 6%. Para este Organismo no aplica el *Análisis 3*.

De forma anual se observa que los egresos totales (servicios personales, materiales y suministros, servicios generales) del OOAPASQ durante el 2008 se incrementaron en 18% (\$656,230) con respecto al 2007.

La eficiencia promedio por cobro de servicios, en 2007-2008, fue del 26%.

El costo de producción de agua potable se incremento en un 41% del periodo 2004-2008, y del 2007 al 2008 el incremento fue de 23%.

INGRESOS	2007	2008	2008 vs 2007	%
ANÁLISIS 1	\$ 1,333,880.00	\$ 1,390,630.50	\$ 56,750.50	4%
ANÁLISIS 2	\$ 1,365,387.00	\$ 1,440,505.50	\$ 75,118.50	6%
EGRESOS	2007	2008	2008 vs 2007	%
SERVICIOS PERSONALES	\$ 1,137,659.56	\$ 1,163,865.61	\$ 26,206.05	2%
MATERIALES Y SUMINISTROS	\$ 136,142.07	\$ 150,122.30	\$ 13,980.23	10%
SERVICIOS GENERALES	\$ 2,273,681.37	\$ 2,889,724.84	\$ 616,043.47	27%
EGRESOS TOTALES	\$ 3,547,483.00	\$ 4,203,712.75	\$ 656,229.75	18%
UTILIDAD	2007	2008	2008 vs 2007	
INGRESOS	\$ 1,365,387.00	\$ 1,440,505.50	\$ 75,118.50	
EGRESOS	\$ 3,547,483.00	\$ 4,203,712.75	\$ 656,229.75	
<b>UTILIDAD</b>	<b>-\$ 2,182,096.00</b>	<b>-\$ 2,763,207.25</b>		
	<b>-160%</b>	<b>-192%</b>		



Se recomienda implementar acciones para reducir la cartera vencida, entre ellas el entregar informes de situación de cada usuario.

<sup>14</sup> El estudio completo se encuentra en el Anexo Electrónico: "Análisis del sistema financiero y comercial del OOAPASQ"

<sup>15</sup> Para la elaboración de este documento el organismo operador (OOAPASQ) proporcionó estados de resultados del 2004 al 2008.

## 5. INDICADORES DE GESTIÓN

Se recopilaron datos sobre el estado que guardan los cuatro Organismos Operadores del agua a través de indicadores de gestión calculados a partir de datos básicos, mismos que se basan en una encuesta estandarizada. El objetivo es determinar el estado de los servicios de los Organismos Operadores de cada municipio, identificando los problemas que enfrenta cada uno de los Organismos.

Algunos datos fueron recopilados del PIGOO , los resultados se comparan con los resultados del promedio del PIGOO y el promedio nacional. Los resultados de los indicadores son los siguientes:

Para las tomas con servicio continuo se observa que Pátzcuaro cuenta con el 86% y Quiroga con el 82%.

Con respecto a la macromedición Pátzcuaro cuenta con 67%, Quiroga 75%, Erongarícuaro 50%, el promedio nacional es 63% y el del PIGOO es de 81%.

En lo referente a la micromedición Pátzcuaro reportó un 1.3%, Quiroga el 1.6%, Erongarícuaro 4.4%, el promedio nacional es 33.7% y el del PIGOO es de 55.2%.

La dotación para Quiroga es de 609lhd, Pátzcuaro 422lhd, Erongarícuaro 262lhd y Tzintzuntzan de 241 l/h/d, el promedio nacional es de 338 l/h/d y el PIGOO 248lhd.

El consumo para Erongarícuaro es de 363 lhd, Quiroga 351lhd y Pátzcuaro 232lhd. El promedio PIGOO es de 153lhd.

La cobertura de agua potable dio resultados superiores al 100%, mismo que nos muestra la necesidad de actualizar el padrón de usuarios.

El costo promedio del volumen producido en el PIGOO es de \$5.7/m<sup>3</sup>, mientras que el promedio nacional es de \$2.73 m<sup>3</sup>, los organismos operadores de Pátzcuaro, Quiroga y Erongarícuaro están por debajo del promedio nacional.

Para la eficiencia física se observa que Pátzcuaro tiene el 54.9% Quiroga el 57.6%.

Entre las conclusiones a las que se llegó están que:

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños, mismos que son necesarios para evaluar el desarrollo de sus actividades.

Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido.

Se tienen que hacer actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe.

Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

## 6. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En este punto se muestran las especificaciones técnicas de los equipos utilizados para la detección de fugas, sin embargo tal como se menciona anteriormente, solamente fue posible la detección de fugas con el equipo electro acústico denominado geófono, debido a las condiciones que se dieron en la localidad.

A continuación se muestran brevemente las características principales y funcionamiento del equipo. En anexo detección de fugas se abunda sobre el tema.

El equipo *AquaScope* es un detector electro - acústico de fuga de agua, práctico y resistente. Tiene una acústica y sensibilidad altas. Cuenta con un amplificador de alta fidelidad y un medidor visual que señala las intensidades de los sonidos, incluye dos micrófonos: Piso y de Contacto directo, audífonos y un cargador de baterías para el medidor analógico visual de lectura. Localiza el lugar preciso de una fuga desde la superficie; sus contornos son de fácil manejo y por su peso tan ligero de 2.3kg permite abarcar grandes distancias en revisión de rutina sin cansar al operador.

Para fijar con precisión la posición desconocida de una fuga de agua puede realizarse combinando los componentes del equipo, mediante el empleo de los dos micrófonos y amplificando la señal, se pueden ubicar con exactitud los sonidos de agua que escapan de la tubería. El tono varía desde profundo, grave y turbulento en una tubería principal, hasta un ruido agudo en toma domiciliaria o en el empaque de válvula.

El equipo consta de:

1. Amplificador electrónico (*receiver module*)
2. Audífonos (*headphones*)
3. Micrófono de piso (*ground microphone*)
4. Bastón (*handle*)
5. Micrófono de contacto directo (*direct contact microphone*)
6. Varillas de extensión (*extensions*)
7. Punta metálica del micrófono de contacto directo (es parte del micrófono de contacto directo)
8. Punta magnética ó imán (*magnetic tip*)
9. Medidor analógico de lectura visual (meter module) y cargador (*battery charger*)
10. Plato de resonancia con barra metálica puntiaguda (*resonant plate with spike*)

## 7. DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Con la finalidad de informar a los usuarios del servicio de agua potable se realizaron dos volantes (Figura 7.1) que informan, de forma general, los resultados de las actividades que se estuvieron realizando con la finalidad de mejorar el servicio de agua potable, de la misma forma invitan al mismo a verificar que su toma se encuentre regularizada y evite tener adeudos.



Folleto que muestra los resultados de las actividades realizadas durante el proyecto

**GASTAS MÁS EN OTROS PRODUCTOS QUE  
TE SON MENOS ÚTILES Y QUE SIN  
EMBARGO PAGAS CON GUSTO.**

**POR FAVOR, TAMBIÉN PAGA TU SERVICIO  
DE AGUA A TIEMPO.**

¿En qué puedo ayudarles? .

Yo quiero regularizar mi toma.

Yo vengo a pagar .

**PAGA TU SERVICIO A TIEMPO.  
REGULARIZA TU TOMA.**

**¿Y SI LO PAGAS?**

*Se tendrá dinero para que te llegue más agua, por más tiempo y más limpia, entre otros beneficios.*

**¡Juntos podemos lograrlo!**

*Acércate a la oficina de agua de tu localidad y regulariza tu toma, tenemos un plan adecuado para tus necesidades.*

**¿QUÉ PASA SI NO PAGAS EL SERVICIO?**

- ◆ La oficina de agua no cuenta con dinero para afrontar los gastos y está siempre en deuda.
- ◆ No hay quien pueda atender los problemas.
- ◆ El agua no se entrega diariamente.
- ◆ No se tiene dinero para comprar lo necesario para limpiar el agua, lo que puede provocar enfermedades.
- ◆ Se tienen problemas de contaminación ambiental.
- ◆ Todos estos problemas crean fricciones entre los líderes y la sociedad.

*Importancia del pago del servicio de agua potable*

Figura 7.1 Divulgación de actividades desarrolladas durante el proyecto

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluidos los trabajos y del análisis anteriormente realizados, se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Se determinó una eficiencia de distribución en el Sector Calvario Sur de 54%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 46%. Indicadores que se deberán tomar como valores de arranque.

Se tiene actualizado en archivos de AutoCad el catastro de la red de distribución para ello se dezasolvieron 8 registros de cajas de valvulas, se dio mantenimiento a 9 valvulas en diferentes diámetros.

La Presión Media en el Sector al inicio de los trabajos fue de 0.28 kg/cm<sup>2</sup>; al concluir los mismos se incremento a 0.43 kg/cm<sup>2</sup>; valor que sigue siendo insuficiente para brindar un servicio adecuado.

Se reviso con equipo geofono de escucha 6.5 km de red de distribución y tomas domésticas respectivas, al respecto se identificaron 6 fugas no visibles (3 en red y 3 en tomas domésticas) y 5 visibles (4 en valvulas y 1 red de distribución) como resultado de las 11 fugas identificadas se resumen que al menos en lo respecto a las fugas en válvulas se estimo un gasto de pérdida intermitente (servicio tandeado) de 0.6 l/s. Ahora del total de las fugas indicadas se determino una incidencia de 1.7 fugas/km.

Se identificaron 45 usuarios irregulares y 78 con adeudo que equivalen al 12.3% del total de predios identificados en la actividad vinculación predio-contrato.

Se tiene identificado el sub sector de "La Pacanda", el cual tiene un deficiente servicio de agua potable (miercoles día de servicio) debido a que es la zona mas alejada del sector (y paradójicamente la más cercana a la fuente de abastecimiento), existen zonas dentro del sub sector la parte alta la cual no le llega el agua. Para mejorar el servicio se recomienda separarlo del sector; hay que construir una línea de suministro y un tanque elevado y de este suministrar a la Colonia Pacanda.

Una una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

Se capacito una brigada de cuatro personas (Daniel Coria Mejía, Agustín Sagrero Ponce, Martín Espinoza Herrera y Efraín Tovar Pineda) en la detección de fugas

no visibles con equipo geofono de escucha, se apoyo en la gestión de cursos, demostraciones y compra de un equipo de detección de fugas no visibles.

El estado de resultados se clasifico en: Ingresos por servicios (*Análisis 1*), ingresos generales (*Análisis 2*) e ingresos por financiamiento (*Análisis 3*).

El *Análisis 1* arrojó un incremento en 4%, con respecto a 2007. En el *Análisis 2* el incremento fue del 6%. Para este Organismo no aplica el *Análisis 3*.

De forma anual se observa que los egresos totales (servicios personales, materiales y suministros, servicios generales) del OOAPASQ durante el 2008 se incrementaron en 18% (\$656,230) con respecto al 2007.

La eficiencia promedio por cobro de servicios, en 2007-2008, fue del 26%.

El costo de producción de agua potable se incremento en un 41% del periodo 2004-2008, y del 2007 al 2008 el incremento fue de 23%.

Se hace énfasis en la importancia de lograr que el Organismo se vea motivado a recaudar más y darle continuidad a los trabajos de recuperación de cartera.

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños.

Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido.

Es necesario realizar actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe.

Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 LOCALIZACIÓN DE LA LOCALIDAD DE QUIROGA, MICHOACÁN.....	1
FIGURA 3.1 FICHA DE DEZASOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJAS DE VÁLVULA .....	17
FIGURA 3.2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SECTOR CALVARIO SUR (PLANIMETRÍA Y CURVAS DE NIVEL).....	20
FIGURA 3.3 REPORTE DE UBICACIÓN DE FUGA.....	22
FIGURA 3.4 FORMATO DE VINCULACIÓN UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SECTOR CALVARIO SUR .....	23
FIGURA 3.5 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS EN LOS PREDIOS VINCULADOS DEL SECTOR.....	25
FIGURA 3.6 ESTATUS DE LOS PREDIOS VINCULADOS DENTRO DEL SECTOR CALVARIO SUR.....	25
FIGURA 3.7 UBICACIÓN DE REGISTROS PARA MONITOREO. ....	28
FIGURA 3.8 UBICACIÓN DE FUGAS LOCALIZADAS EN EL SECTOR.....	29
FIGURA 3.9 PROPUESTA INICIAL DEL SECTOR CALVARIO SUR A IMPLEMENTARSE.....	31
FIGURA 3.10 RESULTADO FINAL DE LOS LÍMITES DEL SECTOR IMPLEMENTADO. ....	31
FIGURA 7.1 DIVULGACIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL PROYECTO.....	40

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1 TOMAS DOMICILIARIAS VERIFICADAS POR EL IMTA EN EL AÑO 2004.....	2
TABLA 1-2 TOMAS DOMICILIARIAS VERIFICADAS POR EL IMTA EN EL AÑO 2006 .....	2
TABLA 2-1 ESTRUCTURAS ABASTECIDAS POR LOS POZOS Y EL MANANTIAL.....	3
TABLA 2-2 CONDUCCIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE QUIROGA .....	4
TABLA 2-3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS TANQUES Y CÁRCAMOS .....	4
TABLA 2-4 DIÁMETROS Y LONGITUDES DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	6
TABLA 2-5 ACCIONES QUE INCREMENTEN Y CONTROLAN LA EFICIENCIA FÍSICA .....	7
TABLA 3-1 INSPECCIÓN FÍSICA DEL SECTOR.....	14
TABLA 3.2 MEDIDORES PROPUESTOS A INSTALARSE EN EL SECTOR CALVARIO SUR .....	18
TABLA 3.3 RELACIÓN DE MICROMEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR CALVARIO SUR DE QUIROGA.....	18
TABLA 3.4 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS .....	24
TABLA 3.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PREDIOS.....	25
TABLA 3.6 CAJAS DE VALVULAS DESAZOLVADAS Y VALVULAS REPARADAS.....	26
TABLA 3.7 LECTURAS REALIZADAS A LOS MEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR CALVARIO SUR.....	32
TABLA 3.8 VOLÚMENES SUMINISTRADOS AL SECTOR.....	33

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2.1 TANQUE ICATMI, QUIROGA, MICHOACÁN .....	5
FOTOGRAFÍA 3.1 PERSONAL DEL ORGANISMO, IMTA Y UMSNH INSPECCIONANDO VÁLVULAS LÍMITE.....	9
FOTOGRAFÍA 3.2 ESTADO DE LAS VÁLVULAS ANTES DE DARLES MANTENIMIENTO.....	10
FOTOGRAFÍA 3.3 AFORO CON EQUIPO ULTRASÓNICO PORTÁTIL EN TANQUE Y POZO, QUIROGA, MICHOACÁN.....	11
FOTOGRAFÍA 3.4 TANQUE CALVARIO NUEVO Y UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO.....	12
FOTOGRAFÍA 3.5 MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMICILIARIAS.....	13
FOTOGRAFÍA 3.6 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO A LA SALIDA DEL TANQUE CALVARIO .....	15

---

---

FOTOGRAFÍA 3.7 PROCESO DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	16
FOTOGRAFÍA 3.8 INSTALACIÓN DE MUESTRA DE MICROMEDIDORES DOMÉSTICOS Y COMERCIAL.....	19
FOTOGRAFÍA 3.9 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SECTOR CALVARIO SUR DE LA LOCALIDAD DE QUIROGA.....	20
FOTOGRAFÍA 3.10 CAPACITACIÓN EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN EL SECTOR CALVARIO SUR .....	21
FOTOGRAFÍA 3.11 PERSONAL DE LA UMSNH, REALIZANDO LA VINCULACIÓN, EN EL SECTOR CALVARIO SUR .....	24
FOTOGRAFÍA 3.12 REGISTROS INUNDADOS POR FUGA EN VÁLVULAS .....	26
FOTOGRAFÍA 3.13 SUMINISTRO DE MATERIALES HIDRÁULICOS PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS.....	27
FOTOGRAFÍA 3.14 CONSTRUCCIÓN DE REGISTROS PARA MONITOREO DE GASTOS.....	28
FOTOGRAFÍA 3.15 ATENCIÓN Y REPARACIÓN DE FUGAS EN TOMAS DOMÉSTICAS Y RED DE DISTRIBUCIÓN .....	30
FOTOGRAFÍA 3.16 LEVANTAMIENTO DE CONSUMOS REGISTRADOS EN EL MISMO MICROMEDIDOR .....	32

### **ÍNDICE DE GRÁFICAS**

GRÁFICA 3-1 PRESIONES EN EL SECTOR (1 <sup>ER</sup> MUESTREO). .....	14
--	----

---



---

# INFORME

## “IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN ERONGARÍCUARO, MICH.”

ACTIVIDAD QUE FORMA PARTE DEL PROYECTO:  
“SUSTENTABILIDAD DE LOS OOAPAS RIBEREÑOS”.



**PARTICIPANTES:**

EDGAR ANTÚNEZ LEYVA  
MARTHA PATRICIA HANSEN RODRÍGUEZ  
VÍCTOR JAVIER BOURGUETT ORTIZ

*SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA*

*JIUTEPEC, MORELOS  
MAYO 2009*

---

---

## **REVISIÓN H. AYUNTAMIENTO DE ERONGARICUARO**

Profr. José Eleazar Aparicio Tercero  
Presidente Municipal de Erongarícuaro, Michoacán

C. Agustín Guzmán de la Cruz  
Director del CAPASE

C. Juan Manuel Hurtado Solorio  
C. Luis Gerardo Estanislao  
Operadores del CAPASE

C. Patricia Guillen Hurtado  
Secretaria del CAPASE

C. Leticia Tapia Hurtado  
Cultura del Agua del CAPASE

## **REVISIÓN IMTA**

M.I. Víctor J. Bourguett Ortiz  
Subcoordinador de Hidráulica Urbana

## **REVISIÓN FGRA, I.A.P.**

M.C. Ramón Pérez Gil Salcido  
Director del Programa Agua

---

---

# CONTENIDO

Página

## INTRODUCCIÓN

<b>1.</b>	<b>DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD.....</b>	<b>1</b>
1.1	UBICACIÓN GEOGRAFÍA.....	1
1.2	DEMOGRAFÍA .....	2
<b>2.</b>	<b>INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>3</b>
2.1	CAPTACIONES .....	3
2.2	CONDUCCIONES Y REGULARIZACIÓN.....	5
2.3	DISTRIBUCIÓN (TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS, CAJAS DE VÁLVULAS Y TOMAS DOMICILIARIAS).....	7
2.4	CONSERVACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA .....	8
<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR .....</b>	<b>10</b>
3.1	BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SECTORES.....	10
3.2	ACCIONES REALIZADAS DENTRO DEL SECTOR .....	11
3.2.1	VISITAS TÉCNICAS .....	11
3.2.2	RECORRIDOS DE CAMPO .....	13
3.2.3	MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMESTICAS .....	14
3.2.4	UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO .....	17
3.2.5	ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	18
3.2.6	INSTALACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	20
3.2.7	REVISIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICO EN LAS ZONAS BAJO ESTUDIO.....	22
3.2.8	DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS NO VISIBLES.....	22
3.2.9	VINCULACIÓN PREDIO CONTRATO E IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TOMAS. ....	24
3.2.10	MANTENIMIENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE VÁLVULAS.....	27
3.2.11	ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS FINALES DE DISTRIBUCIÓN, POSTERIORES A LOS TRABAJOS DE MEJORAMIENTO .....	29
3.2.12	LIMITES DEL SECTOR IMPLEMENTADO FINAL. ....	30
3.3	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA FÍSICA .....	32
3.3.1	LECTURAS DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	32
3.3.2	LECTURAS DEL MACROMEDIDOR INSTALADO EN LA ESTACIÓN DE AFORO. ....	33
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL .....</b>	<b>35</b>
<b>5.</b>	<b>INDICADORES DE GESTIÓN .....</b>	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>7.</b>	<b>DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>40</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>42</b>

---

---

# INTRODUCCIÓN

El presente documento denominado “*Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños*” ha sido patrocinado mediante un convenio firmado entre la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

Considerando la importancia que representa el funcionamiento del comité de agua potable de la localidad de Erongarícuaro, en el continuo mejoramiento ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, se consideró conveniente la implementación de un sector hidrométrico, con el fin de operar ordenadamente y de forma más controlada la red de distribución.

El presente trabajo está orientado hacia el mejoramiento de los servicios de agua potable de la Cabecera Municipal de Erongarícuaro, Michoacán. Está basado en información colectada, ordenada y analizada en coordinación con el Comité de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Erongarícuaro (CAPASE), en mediciones y trabajos de campo realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

El estudio se ha desarrollado en ocho capítulos y los anexos correspondientes. En el capítulo uno se presenta un bosquejo general de la localidad, básicamente su ubicación geográfica y demografía

En el capítulo dos se describe la infraestructura hidráulica de agua potable existente, el estado actual de las captaciones y capacidades, conducciones, regularización y distribución de agua potable. Determinación de la eficiencia física de estudios anteriores.

En el capítulo tres se describen e ilustran las actividades realizadas en el mejoramiento del servicio con la implementación del sector (muestreo de presiones, delimitación del sector, detección de fugas, desazolve de cajas de válvulas, reparación y mantenimiento de válvulas, actualización del catastro de la red de distribución, instalación de muestra de micromedidores, construcción de estación de aforo, instalación de macromedidor, vinculación predio-contrato, eficiencia física de distribución).

En el capítulo cuatro se muestra el análisis del sistema financiero y comercial del Comité de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Erongarícuaro, del periodo 2004-2008.

En el capítulo cinco se presentan los indicadores de gestión, mismos que fueron calculados para los Organismos Operadores de Pátzcuaro, Quiroga y Tzintzuntzan para poder ser comparados.

---

---

En el capítulo seis se presentan los equipos utilizados en la detección y localización de fugas no visibles en la red de distribución de agua potable de la localidad; especificaciones técnicas y características.

En el capítulo siete se presenta las acciones y medios utilizados para dar a conocer las actividades a realizar en la localidad con el fin de informar y obtener el apoyo y concientización de la población.

Finalmente, en el capítulo ocho se exponen las conclusiones y recomendaciones técnicas, más relevantes para obtener el desarrollo del sistema de agua potable de Erongarícuaro, Michoacán.

---

## 1. DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

### 1.1 Ubicación geográfica

La localidad de Erongarícuaro es la Cabecera Municipal, se localiza al centro del estado de Michoacán en las coordenadas 19°35'14" de latitud Norte y 101°43'13" de longitud Oeste, a una altitud media de 2,090 msnm. Los límites municipales son: al Norte con Zacapu y Coeneo, al Sur con Pátzcuaro, al Este con Tzintzuntzan y Quiroga, y al Oeste con Nahuatzén y Tingambato (ver Figura 1-1). Tiene una superficie de 0.9 km<sup>2</sup>, que corresponde al 0.37 % del área total del Municipio.

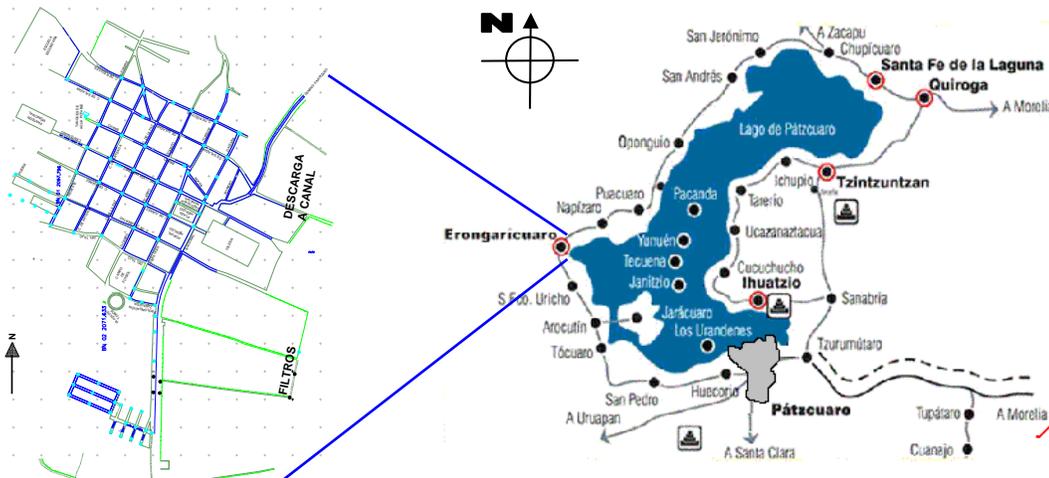


Figura 1-1 Localización de la localidad de Erongarícuaro, Michoacán.

Al Municipio de Erongarícuaro lo comunican la carretera de la ribera del lago de Pátzcuaro, a la cual se llega mediante la ruta Morelia-Quiroga-Santa Fe desde la ruta Laguna-Chupícuaro -Erongarícuaro-Pátzcuaro. Asimismo hay una carretera secundaria a Zacapu sobre la que se encuentra la localidad de La Zaramora.

## 1.2 Demografía

En el año del 2004 el IMTA realizó una verificación del padrón de usuarios del CAPASE<sup>1</sup>, encontrando los resultados que se muestran en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1 Tomas domiciliarias verificadas por el IMTA en el año 2004.

SITUACIÓN	TOMAS					TOTAL
	Domésticas	Comerciales	Industriales	Hoteles	Públicas	
Regulares	644	99	1	2	14	760
Irregulares	196	17	1	0	0	214
<b>SUBTOTAL</b>	<b>840</b>	<b>116</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>974</b>
Predios con toma	125	4	0	0	1	130
<b>TOTAL</b>	<b>965</b>	<b>120</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>15</b>	<b>1,104</b>

Entonces, con el índice de ocupación de 4.43 habitantes por toma domiciliaria doméstica, se estimó que en el año 2004 había 3,721 habitantes servidos con agua potable y cobertura del 100% del servicio, con base a esta población también se estimó que para el año 2015 habitarán en la localidad alrededor de 4,275 personas, que se abastecerán con un total de aproximadamente 965 tomas domiciliarias domésticas.

Actualmente esta información se verificó en campo por sector, por tanto se actualizara el padrón de usuarios del propio CAPASE, así, en el presente documento, específicamente en el subcapítulo 3.2.9 Vinculación, se informa la población y tomas existentes dentro del Sector Toril 1.

<sup>1</sup> Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Erongarícuaro, IMTA, 2005.

## 2. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

### 2.1 Captaciones

El agua que utiliza actualmente para abastecimiento urbano la Cabecera Municipal de Erongarícuaro es de dos tipos de fuentes, un pozo subterráneo denominado el Toril, de donde se extraen 23.09 l/s en promedio mensual, opera de 9:00 a 17:00 hrs., es decir, 8 horas de funcionamiento diariamente; y un manantial denominado María Valdés ubicado a 6 km de Erongarícuaro y a 3 km en línea recta al Oeste de la comunidad de la Zarzamora, a 500 m al Norte del puerto “El Panal” entre los cerros “Las Estacas” y “El Chivo”. El consumo de esta agua en Erongarícuaro es sólo para beber y para preparar alimentos. El gasto que produce este manantial es de 0.712 l/s, de acuerdo con el aforo que realizó el IMTA en diciembre del 2004<sup>2</sup>. Anteriormente toda la producción de este manantial era para el consumo de Erongarícuaro, sin embargo, ahora La Zarzamora consume aproximadamente el 50% de la producción y Yotatiro aproximadamente el 30%, por consiguiente, la comunidad de Erongarícuaro sólo dispone del 20% de la producción total del manantial María Valdés, es decir 0.14 l/s ver Fotografía 2.2 (der.). Aunque en varias ocasiones no llega gota alguna por las constantes fallas de la línea de conducción del manantial al tanque secundario de “La Loma”.

La línea de conducción es de 1 ½” de fierro galvanizado, tramos instalados de forma artesanal (entre las ramas de los árboles y amarrados con lazo o alambre quemado) y otros tramos instalados de forma superficial como se muestra en la siguiente Fotografía 2.1, donde fácilmente se instalan tomas clandestinas, esta línea de conducción solo recibe mantenimiento correctivo<sup>3</sup> y lo realiza el personal de operación como pueda ingeniárselas. Así se muestra en la Fotografía 2.2 donde se utilizó una tira de cámara de llanta para reparar una fuga.



Fotografía 2.1 Manantial María Valdez y línea de conducción.

<sup>2</sup> Localización, caracterización y restauración de manantiales en el lago de Pátzcuaro, IMTA, HC-0399, Informe final, Mayo de 2004.

<sup>3</sup> Informe final del CAPACE (acciones realizadas en la línea de conducción del manantial hacia el Tanque secundario), 2009



Fotografía 2.2 Fallas en la línea de conducción y volumen captado en el tanque.

En la Fotografía 2.3 y Fotografía 2.4, se muestran la ubicación del pozo, incluyendo una vista general y el tren de descarga de la captación.



Fotografía 2.3 Localización del pozo profundo "El Toril".



Fotografía 2.4 Elementos que integran el tren de descarga del Pozo.

El agua extraída de la fuente subterránea y superficial es suministrada a tanques de regularización y posteriormente se distribuye a la red. En la Tabla 2.1, se indican las estructuras abastecidas con el agua de las fuentes de producción.

Tabla 2.1 Estructuras abastecidas por el pozo y manantial.

Nombre de la captación	Estructuras abastecidas
Pozo profundo "El Toril"	Tanque principal "La Loma"; con una capacidad de 400 m <sup>3</sup>
Manantial María Valdés	Tanque secundario; con una capacidad de 90 m <sup>3</sup>

## 2.2 Conducciones y regularización

En el sistema de agua potable de la localidad de Erongarícuaro existen varias conducciones, que van desde las captaciones hasta los tanques de regularización, así como a puntos estratégicos a la red de distribución. Para la distribución del servicio de agua potable, se cuenta con dos tanques para toda la localidad. Son tanques superficiales de mampostería y concreto. En la Tabla 2.2 se presenta un resumen de las conducciones del sistema de agua potable y la Tabla 2.3 se presenta una relación de los tanques con su estado físico actual.

Tabla 2.2 Conducciones del sistema de agua potable de Erongarícuaro.

NOMBRE DE LA CONDUCCIÓN	TRAYECTORIA	DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (m)
Pozo profundo El Toril	Al Tanque principal "La Loma"	6	858
Tanque principal "La Loma"	A la red de distribución	4	987
Manantial María Valdés	Al Tanque secundario "La Loma"	1½	8,000
Tanque secundario "La Loma"	A la red de distribución (12 tomas públicas o hidrantes)	½	--

Tabla 2.3 Relación de tanques existentes en la red de Erongarícuaro.

No.	TANQUE	ESTADO DEL TANQUE	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
01	Tanque principal "La Loma"	Requiere mantenimiento	400
02	Tanque secundario "La Loma"	Requiere mantenimiento	90

El Tanque principal "La Loma" cubre el servicio de la localidad y el agua que proviene del tanque secundario (Manantial María Valdés) abastece a través de una línea de distribución independiente a 12 hidrantes públicos que utiliza la población para beber y preparar alimentos.

En estudios anteriores se había notificado la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo, como lo es la limpieza, pintura o impermeabilización de los tanques. Como puede observarse en la Fotografía 2.5 y Fotografía 2.6, los mismos ya presentan fallas estructurales como las fisuras que se muestran a continuación.



Fotografía 2.5 Vistas del tanque principal "La Loma" y fallas estructurales.



Fotografía 2.6 Vista del tanque secundario "La Loma" y fallas estructurales.

## 2.3 Distribución (Tuberías principales, secundarias, cajas de válvulas y tomas domiciliarias).

El IMTA realizó en el año 2004 una actualización del catastro de la red de distribución de agua potable inspeccionando cajas de válvulas existentes, el estado físico de las cajas de válvulas y las propias válvulas no era el mejor, presentando oxidación, corrosión, algunas no tienen volante, atrás no las abren, azolvadas, sin mantenimiento preventivo o correctivo. Como resultado de esa inspección actualmente se dispone de un plano digital del sistema en ambiente AutoCad con una confiabilidad del 85%. La red de agua potable se compone de tubería de PVC, cuyos diámetros varían desde 25 mm. (1") hasta 100 mm. (4"). La distribución de la tubería por tamaños se muestra en la Tabla 2.4. El material de las tomas domiciliarias es poliducto y fierro galvanizado, estos materiales los sigue comprando el usuario directamente a pesar de las recomendaciones que el IMTA ha realizado en el control que el CAPASE deberá tener de la calidad de los material que instala.

Tabla 2.4 Longitudes de tuberías de distribución de agua potable.

Diámetro (mm.)	Longitud (m)
25.4	184
50.8	11,960
76.2	280
101.2	987
TOTAL	13,411

No existe el departamento de operación, dos personas son responsables de la operación del sistema de abastecimiento y distribución, una persona se encarga de operar y vigilar la bomba, realizar los movimientos de válvulas en diferentes horarios desde las 7:00 hrs. hasta las 17:00 hrs. Entre los dos empleados se encargan de vigilar y mantener el adecuado funcionamiento de la infraestructura de agua potable y de alcantarillado durante las 24 horas del día todos los días del año; realizan las operaciones necesarias para controlar: el bombeo del pozo y los niveles del agua en tanques. Asimismo se encargan de la reparación de fugas, atienden las solicitudes de instalación de nuevas tomas domiciliarias y realizan las labores de cancelación del servicio a usuarios morosos. No se realizan labores de mantenimiento preventivo en las instalaciones electromecánicas de pozos y tanques, únicamente mantenimiento correctivo.

Una persona, que es la secretaria, se responsabiliza del cobro por el servicio que presta el CAPASE y otra persona es la responsable del Espacio de Cultura del Agua. Por lo tanto se dispone de cinco empleados que atienden el servicio de

agua potable; que corresponden al promedio que deben ser cinco empleados por cada mil tomas y se atienden en el año 2008 cerca de 927<sup>4</sup> tomas.

## 2.4 Conservación del agua en el sistema

Las acciones que incrementan y controlan la eficiencia física se muestran a continuación en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5 Acciones que incrementen y controlan la eficiencia física.

INCREMENTAN	CONTROLAN
Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias	Sectorización de la red de distribución
Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas	Formación de recursos humanos en eficiencia física
Localización y reparación de fugas en tuberías principales, secundarias y tanques	Macro medición
	Catastro de infraestructura hidráulica y de redes
	Control operacional
	Control de fugas

En el año 2004 el IMTA realizó el estudio del *Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro*, se determinó para la localidad una eficiencia física de 81.2% del volumen total suministrado, es decir 18.8% de agua no contabilizada; para ello fue necesario realizar aforos en las fuentes de abastecimiento con equipo portátil por un día de operación de las fuentes para determinar la producción; los consumos domésticos se determinaron mediante una muestra de 30 micromedidores instalados aleatoriamente a usuarios de la localidad, donde se tomaron los registros de una semana.

En el año 2005 el IMTA llevo a cabo las acciones que incrementan la eficiencia física mediante el *Estudio de detección y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física de cuatro OOAPAS, ribereños del lago de Pátzcuaro*, y en donde se determino: Se cubrieron un total de 13.58 km de red inspeccionada con geófono incluyendo la revisión de tomas domiciliarias; se localizaron 12 fugas no visibles, una de ellas en red de distribución y el resto en toma domiciliaria, se determino una incidencia de fugas de 0.88 fugas por kilómetro de red y una estimación de volúmenes de agua pérdida de 3.55 litros por segundo, que resulta de la sumatoria estimada de las 12 fugas, considerando que el sistema trabaja

<sup>4</sup> Datos proporcionados por el CAPASE (Hoja en Excel: clasificación de tomas 2008)

intermitentemente. Presiones desde  $0.3 \text{ kg/cm}^2$  como mínima, hasta  $2.5 \text{ kg/cm}^2$  como máxima, con una presión promedio de  $1.09 \text{ kg/cm}^2$ , que se considera como presión adecuada. La causa principal de las fugas fue la calidad deficiente de los materiales, y factores externos. Finalmente se determinó una eficiencia física del 85% y en donde se recomendó mantenerla mediante la sectorización y control de fugas de forma permanente.

En el presente año 2008 se continúa con el proceso de Reducción Integral de Pérdidas, mediante la sectorización y formación de recursos humanos con el presente trabajo denominado *Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños* que concluirá en el año 2011.

### **3. IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR**

#### **3.1 Beneficio de la implementación de sectores**

Se entiende por sector, parte de la red de distribución de agua, que puede independizarse del resto de la red hidráulica por medio de maniobras en las válvulas de seccionamiento o instalación de las mismas en los límites propuestos del sector, esto con la finalidad de analizar la distribución a partir de un solo punto de suministro o por varios de ellos controlados con medidores volumétricos.

El principal objetivo de la implementación de sectores es la reducción y control de pérdidas en las redes de distribución, además se conocen los materiales de la red de distribución, capacidades de conducción y vida útil, se monitorean las eficiencias periódicamente mediante los volúmenes suministrados y consumidos, determinados por medidores instalados.

En la implementación de un sector existen dos variables importantes que se deben conocer dentro del área propuesta, las presiones en la red de distribución y los volúmenes entregados a la red. Las presiones se deben registrar en diversos puntos de la red de distribución o en tomas domiciliarias y son indicadores de la variabilidad en la calidad del servicio, esto es, si el sistema es capaz de hacer llegar el agua entubada a los tinacos de las casas evitando el uso de equipos de bombeo. Respecto a los volúmenes, estos son medidos en las estaciones de aforo que generalmente vienen a ser los tanques que entregan el agua al sector, dichos volúmenes ayudan a estimar las demandas en la zona, los volúmenes suministrados a la red y el potencial de pérdidas existentes.

Es necesario también contar con los planos actualizados del catastro de la red de distribución para llevar a cabo los trabajos de aislamiento de la zona del sector, y en caso que no se cuenten con planos confiables o actualizados, se deberán actualizar para determinar correctamente las zonas límite del sector.

Otras ventajas de la implementación y operación de sectores son: se reduce el área de operación concentrando el servicio por sectores, se optimizan los trabajos de las brigadas de operación y reparación de fugas al concentrarse en un solo sector, es menos complicado trabajar sobre un área delimitada de la localidad que sobre toda la localidad en su conjunto, se facilita la detección de zonas con problemas de fugas, se evita que el agua recuperada en un sector ingrese a otros sectores donde no se ha llevado a cabo el programa de reducción de pérdidas, se facilita la planeación de la sustitución de tramos de tubería y tomas domiciliarias que han presentado repetidamente fallas, se identifican tomas clandestinas al realizar periódicamente balances de agua, la finalidad es reducir gradualmente el servicio tandeado al ir recuperando mayores caudales de agua en la localidad.

## 3.2 Acciones realizadas dentro del sector

### 3.2.1 Visitas técnicas

La primera actividad realizada en esta localidad fue una visita técnica al CAPASE, al director del Comité del agua se le solicitó información existente sobre el sector propuesto a implementarse, como son planos topográficos existentes, padrón de usuarios, redes de agua potable y alcantarillado; se propuso al organismo trabajar conjuntamente mediante un convenio de colaboración en la implementación del Sector toril 1 y como primera actividad el compromiso de desazolve y limpieza de las cajas de válvulas para realizar el levantamiento de fichas técnicas y actualizar planos de la red de distribución.

En la siguiente visita se hizo un recorrido, y el personal del Comité de agua ya se encontraban desazolviendo las cajas de válvulas, en la siguiente Fotografía 3.1 se muestra el estado en que se encontraron, azolvadas y con fugas visibles.



*Cajas de válvulas llenas de agua por fuga en válvulas, así como de otras azolvadas*



*Fuga visibles en válvulas, falta de mantenimiento en vastago principalmente*

Fotografía 3.1 Estado de las válvulas antes de darles mantenimiento.

Se obtuvo la información del funcionamiento de operación del servicio de agua, días de operación de cada zona, horarios de servicio, entre otros datos. Se revisó el tanque de almacenamiento y personal de operación del comité de agua explico cómo se distribuía el agua por medio de movimientos de válvulas a la salida del tanque y en la red de distribución de la propia localidad.

Se determinó el gasto de la línea de llegada del tanque con un gasto de 22.8 l/s, se visitó el pozo de agua potable para también realizar una medición con el equipo ultrasónico portátil<sup>5</sup>, resultando un gasto de 23.1 l/s semejante al del tanque.

La siguiente Fotografía 3.2 ilustra las actividades descritas en el párrafo anterior.



*Medición con equipo ultrasónico portátil en la línea de conducción al tanque superficial*



*Medición con equipo ultrasónico portátil en la línea del pozo de producción.*

Fotografía 3.2 Medición con equipo ultrasónico portátil en tanque y pozo.

<sup>5</sup> Para mayor claridad en la información ver anexo: Mediciones pozo Toril

### 3.2.2 Recorridos de campo

Se visitó la localidad para hacer un recorrido por el sector el día y horario en que se suministra el servicio de agua para verificar que efectivamente el sector a implementar cuente con servicio y las zonas adyacentes no, e identificar que acciones se requieren para que el sector quede aislado del resto de la red de distribución.

Este recorrido se realizó en forma conjunta, con personal del CAPASE, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMNSNH), poniéndose atención al tipo de vivienda y los límites iniciales del sector, se detectó que en el sector existen terrenos baldíos, casas abandonadas, granjas de engorda, existe una pendiente moderada y desperdicios de agua como se muestra en la siguiente Fotografía 3.3; el tanque se encuentra en la parte poniente de la ciudad, se realizó el recorrido sobre la red en donde realizan sus movimientos principales de válvulas, la siguiente Fotografía 3.4 muestra a personal del CAPACE operando la red.



Fotografía 3.3 Desperdicio de agua.



Fotografía 3.4 Movimientos principales de válvulas para brindar servicio intermitente.

También se situó el punto de medición (estación de aforo), el cual quedó a la salida del tanque, como se muestra en la Fotografía 3.5. El servicio del sector toril 1 se brinda los días lunes, miércoles, viernes y domingo, con un horario de servicio de 06:00 a las 15:00 horas, favoreciendo el desarrollo de los trabajos.



Fotografía 3.5 Tanque Superficial Primario y secundario.

### 3.2.3 Muestreo de presiones en tomas domesticas

Al efectuarse el recorrido se fueron tomando presiones de forma aleatorio en las tomas domiciliarias para evaluar la calidad en el servicio y constatar tuvieran agua como corresponde de acuerdo al programa de servicio que presta el CAPASE.

Con este muestreo de presiones se determino de forma preliminar que la calidad del servicio es suficiente mas no el adecuado, pues las presiones están por debajo de  $1\text{kg}/\text{cm}^2$ , e incluso en el fraccionamiento Ma. Luisa Martínez no había presión y si se contaba con el servicio. De acuerdo con los resultados antes mencionado se propuso al director del CAPASE prolongar el horario de servicio para ver si de esta forma se mejoraba el servicio. El director accedió y el personal de operación realizo los movimientos de válvulas necesarios, posteriormente se tomaron nuevamente presiones, para así verificar si se mejoran las condiciones en el sector. Los resultados obtenidos fueron alentadores pues se consiguió incrementar la presión en las tomas. La Fotografía 3.6 ilustra las lecturas de presiones obtenidas en la toma domiciliaria.



Fotografía 3.6 Muestreo de presiones en tomas domiciliarias.

En la Tabla 3.1 se presentan los registros de las presiones tomadas en la inspección física del sector en octubre del 2008, mismos que se observan en la Figura 3-1, siendo el promedio de estos datos de 0.74 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 3.1 Inspección física del sector.

Verificación del Seccionamiento							
Lecturas de presión (kg/cm <sup>2</sup> ) y hora de toma de lecturas							
PTO	DOMICILIO	LECTURA	HORA	PTO	DOMICILIO	LECTURA	HORA
14 DE OCTUBRE DE 2008				15 DE OCTUBRE DE 2008			
1	Bravo # 302	1	07:33	50	Ma. Luisa Mtz. (parteón)	0.38	07:30
2	Arteaga # 251	0	07:36	51	Salazar # 815	0.48	07:55
3	Salazar # 19	0.75	07:45	52	Regules # 514	0.2	08:00
4	Negrete S/N	0.4	07:54	53	Tajo esq. Zaragoza (parque infantil)	0.24	09:12
5	Regules # 363	0.4	08:10	54	Carretera Nac (toma en la calle frente al Bachilleres)	1.7	09:24
6	Ma. Luisa Martínez # 443	0	10:00	55	Zaragoza # 123	0.12	09:30
7	Arteaga # 200	0.86	10:08	56	Zaragoza # 11	1.1	09:33
8	Alfonso N. Urueta S/N	0.6	10:20	57	Portal Juárez # 60 (carnicería)	1.1	09:38
9	Alfonso N. Urueta # 18	2	10:30	58	Juarez # 37	0.84	09:47
10	Morelos S/N (tienda de electrodomésticos)	0.5	10:38	59	Ma. Luisa Mtz. S/N	0.3	09:54
11	Juarez S/N (tortillería)	0.64	10:44	60	Ma. Luisa Martínez # 398 (CAPASE)	1.3	09:58
12	Portal Morelos S/N (carnicería)	0.7	10:50	61	Ocampo # 3	0.82	10:57
13	Ma. Luisa Martínez S/N	1.5	10:55	62	Bravo S/N	1.25	11:13
14	Romero # 55	2	11:01	63	La Paz # 112	0.9	11:08
15	Iturbide S/N	2	11:28	64	Salazar # 130	0.9	11:13
16	Iturbide # 246	1.1	11:35	65	La Paz # 180	0.4	11:18
17	Iturbide # 85 (Casa de la Cultura)	0.48	11:42	66	Arteaga (club de gallos)	0.7	11:29
18	Iturbide # 29	1.5	11:48	67	Arteaga # 324	0.22	11:34
19	Ma. Luisa Martínez # 398 (CAPASE)	0	11:56	68	Bravo # 302	1.35	11:37
20	Casa muestra fracc. nuevo	0.12	12:20	69	Arteaga # 251	1	11:41
21	Merida Fracc. Ma. Luisa Mtz.	0.15	12:36	70	Ma. Luisa Mtz. # 443	1.45	11:49
22	Puebla Fracc. Ma. Luisa Mtz.	0	12:40	71	La Paz # 10	0.9	11:56
23	Jardín de Niños "Amalia Solorzano"	0.5	13:00	72	Juarez # 135	1.4	12:00
24	Rastro	0.46	13:08	73	La Paz S/N	1.7	12:10
				74	Carretera Nacional (finca de adobe)	1	12:20
				75	Alfonso N. Urueta S/N (artesanías)	2.2	12:25
				76	Alfonso N. Urueta # 10	1.9	12:32
				77	Zaragoza # 13	0.1	12:38
				78	Tajo # 12	0.42	12:50

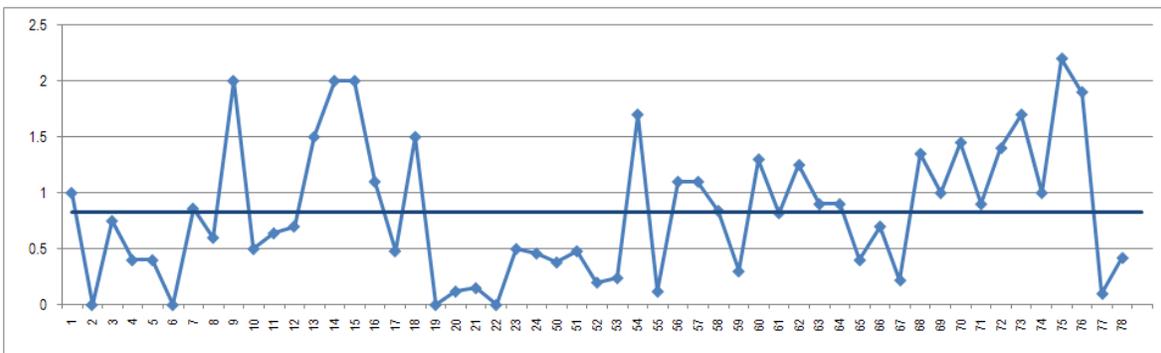


Figura 3-1 Presiones en el Sector Toril 1 de Erongarícuaro (1<sup>er</sup> muestreo).

Al finalizar los trabajos de mejoramiento se realizo en el mes de marzo de 2009 otro muestreo de las presiones<sup>6</sup>, determinándose un incremento en promedio de  $0.85 \text{ kg/cm}^2$ . En la siguiente Figura 3-2 se muestra una comparativa ilustrativa de los planos que se tienen en AutoCad del antes y después de las zonas con baja presión (en color rojo, menores de  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ ) y zonas con buena presión (en color verde,  $1.0$  a  $2.0 \text{ kg/cm}^2$ ).

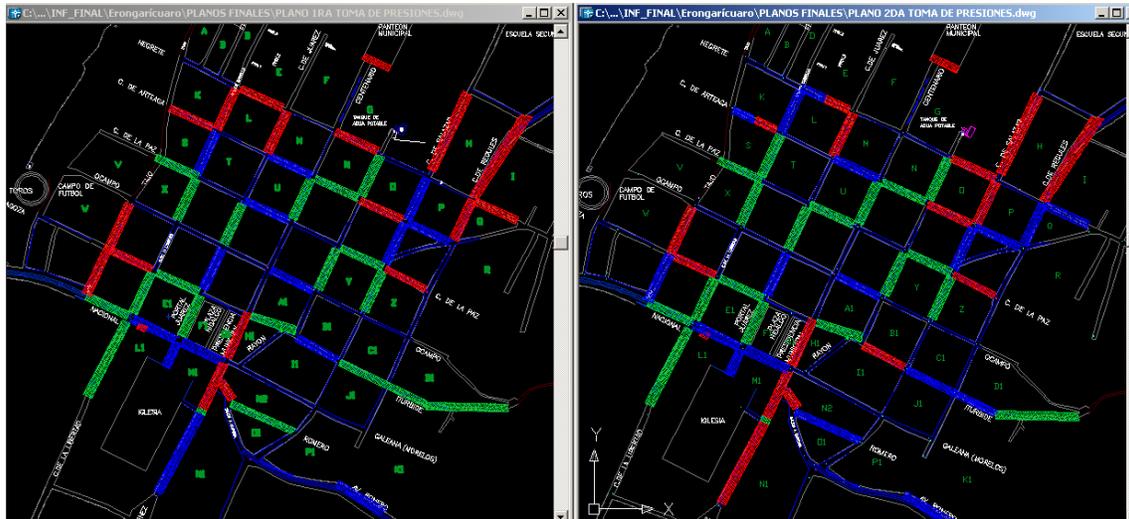


Figura 3-2 Comparativa del antes y después del muestreo de presiones.

<sup>6</sup> Informe final de la UMSNH, Muestreo de presiones en tomas domiciliarias.

### 3.2.4 Ubicación y construcción de la estación de aforo

Como actividad previa para iniciar los trabajos se seleccionó el sitio de medición en el sector en forma conjunta con personal del CAPASE, e iniciar la construcción del registro de medición que alojaran el equipo de medición.

Se le indicó el punto de medición al personal del CAPASE, el cual quedó ubicado a la salida del tanque Poniente en una tubería de PVC de 6", por lo que personal del CAPASE, construyó un registro para alojar el equipo de medición a las salida del tanque el cual quedó dentro del predio, como se muestra en la siguiente Fotografía 3.7.



*Excavación y colocación del macromedidor*



*Construcción del registro*



*Preparación de la losa*



*Estación de Aforo terminada con tapa y candado*

Fotografía 3.7 Proceso de construcción de la Estación de aforo a la salida del tanque de distribución.

Debido a que el macromedidor instalado es nuevo, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Las características y especificaciones técnicas del medidor tipo turbina de 6" modelo H 4000 marca ELSTER se detallan en el Anexo Características Equipos de Medición

### 3.2.5 Actualización del catastro de la red de distribución

Esta actividad se inició con un recorrido por el sector en compañía con personal de operación del CAPASE, quienes indicaron diámetros y materiales de la tubería de la red de distribución, también se identificaron y revisaron las cajas de válvulas y se les solicitó al personal del CAPASE diera mantenimiento, que consistió principalmente en limpieza y desazolve de dichas cajas, para posteriormente realizar la actualización de catastro.

Una vez que el CAPASE terminó la limpieza de las cajas de válvulas, se realizó el levantamiento de datos técnicos a cada una de ellas, elaborando las correspondientes fichas de desazolve<sup>8</sup> de válvulas, mediante las cuales se revisó y analizó la información para actualizar los datos existentes de la red de distribución de agua potable, el procedimiento se muestra en la Fotografía 3.8 y Figura 3-3.



*Trabajos de Limpieza y desazolve de registro en Ma. Luisa Martínez y Ocampo*



*Levantamiento de fichas técnicas para actualizar el catastro de la red de distribución*

Fotografía 3.8 Proceso de la actualización de la red de distribución.

<sup>8</sup> Las fichas técnicas elaboradas dentro de esta actividad van incluidas en el informe final de la UMSNH.

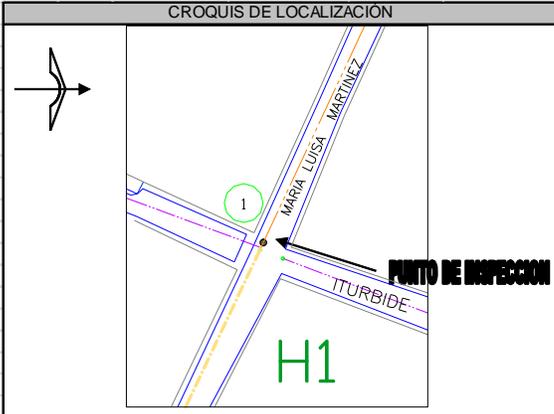
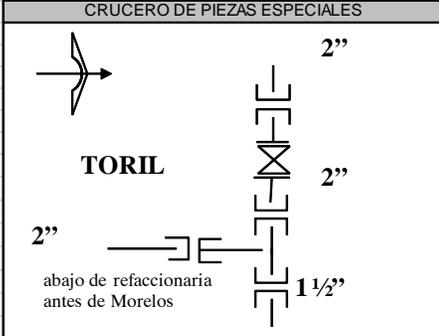
	<b>INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA</b>												
	<b>MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA FISICA EN EL CAPASE DE ERONGARICUARO</b>												
	<b>LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>												
	<b>FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJAS DE VALVULAS</b>												
SECTOR	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO										
	Ma. LUISA MARTINEZ Y ZARAGOZA-ITURBIDE (afuera de servicios funerarios La Paz)	SAN FRANCISCO	1										
<b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VALVULA</b>											
		<table border="1"> <tr><td>MATERIAL</td><td>Fo.Fo.</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>COMPUERTA</td></tr> <tr><td>DIAMETRO</td><td>2"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td>-----</td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>1.50 m</td></tr> </table>		MATERIAL	Fo.Fo.	TIPO	COMPUERTA	DIAMETRO	2"	MARCA	-----	PROFUNDIDAD (m)	1.50 m
MATERIAL	Fo.Fo.												
TIPO	COMPUERTA												
DIAMETRO	2"												
MARCA	-----												
PROFUNDIDAD (m)	1.50 m												
		<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VALVULA</b>											
		<table border="1"> <tr><td>BUENO</td><td>X</td></tr> <tr><td>REGULAR</td><td></td></tr> <tr><td>MALO</td><td></td></tr> <tr><td>REQUIERE SUSTITUCION</td><td></td></tr> </table>		BUENO	X	REGULAR		MALO		REQUIERE SUSTITUCION			
BUENO	X												
REGULAR													
MALO													
REQUIERE SUSTITUCION													
		<b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b>											
		<table border="1"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>Fo.Fo.</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>BUENO</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>CONCRETO</td></tr> </table>		MATERIAL DE LA TAPA	Fo.Fo.	CONDICIONES DE LA TAPA	BUENO	TIPO DE SUELO	CONCRETO				
MATERIAL DE LA TAPA	Fo.Fo.												
CONDICIONES DE LA TAPA	BUENO												
TIPO DE SUELO	CONCRETO												
		<table border="1"> <tr><td>AFORO(l/s)=</td><td>Estimado</td></tr> </table>		AFORO(l/s)=	Estimado								
AFORO(l/s)=	Estimado												
<b>ESTADO ANTES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b>		<b>ESTADO DESPUES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b>											
													
<b>OBSERVACIONES:</b>													
<b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>		<b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>											
		REDUCCION HACIA MORELOS DE 2" A 1 1/2"											

Figura 3-3 Ficha de desazolve de cajas de válvulas.

### 3.2.6 Instalación y supervisión de la muestra de micromedidores

Esta actividad se llevo a cabo para contar con un volumen medido consumido, el número instalado de medidores de forma aleatoria fue de 20; dichos volúmenes se extrapolaron a todos los usuarios del propio sector para determinar de forma estimada el consumo del sector.

Tabla 3.2 Medidores instalados en el sector toril 1 de Erongarícuaro.

Erongarícuaro	Micromedidores	
	Uso Doméstico	Uso Comercial
Sector Toril 1	15	5

A continuación en la siguiente Tabla 3.3 se muestra la relación de los domicilios donde se instalaron los medidores (con previo consentimiento de los usuarios, como resultado del trabajo de campo de lotificación, previos a la vinculación), y la siguiente Fotografía 3.9 muestra la instalación de los micromedidores nuevos (antes y después) y la fachada de los domicilio donde se instalaron.

Tabla 3.3 Relación de micromedidores instalados en el sector toril 1 de Erongarícuaro.

No.	NOMBRE	DIRECCION	BARRIO /COLONIA	USO	No. MEDIDOR
1	CRISTINA ZAVALA MADRIGAL	JUAREZ No. 28	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9222
2	MIGUEL CORTES AVILEZ	JUAREZ No. 235	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9221
3	LUCIA PULIDO DE CORTES	JUAREZ No. 316	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9223
4	EVARISTO TELLEZ GARCIA	JUAREZ No. 325	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9224
5	RAQUEL TELLEZ GARCIA	JUAREZ No. 290	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9229
6	EDILBERTO ZAVALA MADRIGAL	JUAREZ No. 330	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9226
7	MA. DE LOS ANGELES MONGE	JUAREZ No. 45	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9227
8	PILAR GUZMAN DE LA LUZ	MARIA LUISA MARTINEZ No. 405	BARRIO LA ASUNCION	5 VACAS	9225
9	TRINIDAD MORALES PALACIOS	MARIA LUISA MARTINEZ No. 443	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9228
10	JOSEFINA SOLORIO RUIZ	MARIA LUISA MARTINEZ S/N.	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9230
11	MANUEL CASTILLO RAMIREZ	MARIA LUISA MARTINEZ S/N.	BARRIO LA ASUNCION	GANADO	9351
12	MANUEL CASTILLO RAMIREZ	ARTEAGA No. 124	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9352
13	GENOVEVA RUIZ LEAL	ARTEAGA S/n	BARRIO DE STO. SANTIAGO	MATADERO	9353
14	EZEQUIEL WALDO RUIZ	NEGRETE S/N.	BARRIO DE STO. SANTIAGO	GANADO	9354
15	IGNACIO MARTINEZ MARTINEZ	NEGRETE S/N.	BARRIO DE STO. SANTIAGO	GANADO	9355
16	ROSARIO LEAL CEJA	BRAVO S/n	BARRIO DE STO. SANTIAGO	DOM	9356
17	GILDARDO RUIZ MURILLO	SALAZAR 815	BARRIO DE STO. SANTIAGO	DOM	9357
18	EDUARDO CASTILLO SOLORIO	SALAZAR 829	BARRIO DE STO. SANTIAGO	DOM	9358
19	MELQUIADES CEJA PAZ	REGULES 494	BARRIO DE STO. SANTIAGO	DOM	9359
20	RUBEN JARAMILLO RUIZ	ARTEAGA 94	BARRIO LA ASUNCION	DOM	9360



*Instalación de micromedidor, antes y después*



*Fachada del domicilio donde se instalo el micromedidor*

Fotografía 3.9 Instalación de muestra de micromedidores domésticos y comercial.

Debido a que la totalidad de medidores instalados eran nuevos, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable<sup>9</sup>.

Personal del organismo aprovecho a la par esta acción (herramienta y materiales) para realizar el mantenimiento de los filtros de varios micromedidores instalados anteriormente y de los cuales los usuarios ya habían reportado al CAPASE la disminución del servicio en sus tomas respecto al servicio de los vecinos.

El CAPASE proporcionó un informe de actividades, mismo que se adjunta en Anexo, donde se detalla en reporte fotográfico las condiciones de cada uno de los 30 micromedidores a los cuales se les dio mantenimiento de la cámara y sustitución del filtro principalmente, también se enlistan los nombre de los usuarios. Esta acción corrigió de forma inmediata las obturaciones mejorando el servicio a los usuarios. La siguiente Fotografía 3.10 muestra el mantenimiento

<sup>9</sup> Las características y especificaciones técnicas de los medidores domiciliarios modelo MT-KD marca Bar meter se detallan en el Anexo Características Equipos de Medición

realizado en el domicilio del Sr. Javier Bedolla Castillo ubicado en calle Alfonso Urueta. Cabe mencionar que la calle Iturbide fue la más beneficiada con 15 micromedidores atendidos<sup>10</sup>.



*Filtro obstruido de sedimentos*



*Cambio de filtro (previo mto.)*



*Lote de filtros retirados de los micromedidores*



*Vista en acercamiento*

Fotografía 3.10 Mantenimiento a filtros, se atendieron 30 micromedidores.

### **3.2.7 Revisión de planos topográfico en las zonas bajo estudio.**

En esta localidad no se realizó el levantamiento topográfico alguno ya que cuenta con uno que se realizó en el año 2004<sup>11</sup>

### **3.2.8 Detección y localización de fugas no visibles.**

En instalaciones del CAPASE en Erongarícuaro se llevo a cabo la demostración de equipos de detección de fugas en redes de distribución a cargo de personal especializado en el tema. A dicha reunión asistieron los directores y representantes de los cuatro Municipios ribereños al Lago de Pátzcuaro. Donde se

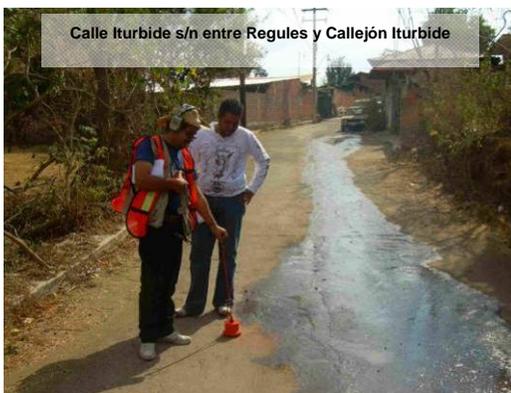
<sup>10</sup> Informe final CAPASE 2009 (Convenio de colaboración IMTA/H. Ayuntamiento de Erongarícuaro).

<sup>11</sup> Proyectos ejecutivos para rehabilitación y complementación de colectores en Erongarícuaro, Tócuaro y Nocutzepo. Informe Final, IMTA 2004.

les informo las ventajas de contar con equipos especializados para la recuperación de volúmenes perdidos por fuga, así como apoyo en la identificación de tomas clandestinas y taponamientos, acciones que inciden directamente en el incremento de la eficiencia física y comercial así como el mejoramiento del servicio a los usuarios.

Posteriormente se capacitó<sup>12</sup> en campo a una brigada del propio personal de operación (Juan M. Solorio Ruiz y Luis Gerardo Estanislao) del CAPASE en la detección de fugas no visibles con el equipo geófono de escucha, así se ilustra en la siguiente Fotografía 3.11.

La detección y localización de fugas no visibles dentro del propio sector se realizó en las dos primeras semanas de diciembre de 2008, se revisaron un total de 7.72 km. de red de distribución y respectivas tomas domesticas, se localizaron cuatro fugas en el sector, tres en la red de distribución y una en toma domestica<sup>13</sup>.



Fotografía 3.11 Capacitación en la Detección de fugas no visibles en el Sector Toril 1.

<sup>12</sup> Informe final de la UMSNH, Detección de fugas no visibles y capacitación de una brigada.

<sup>13</sup> Informe final de la UMSNH, Estadísticas de fugas y causas de incidencia.

### 3.2.9 Vinculación predio contrato e identificación y clasificación de tomas.

Se realizó la vinculación predio contrato y se identificaron los diferentes tipos de usos de las tomas domiciliarias que se ubican en el sector. Durante esta actividad se tuvo el inconveniente de casas en que no se encontró al usuario al momento de la encuesta por lo que se insistió en pasar una segunda y en ocasiones hasta una tercera vez; y como último recurso se procedió a preguntar a los vecinos, quienes confirmaron la sospecha que algunas de ellas se encuentran deshabitadas.

La información recopilada fue principalmente la siguiente: Identificación de cada domicilio, Nombre del usuario, Numero de medidor de CFE, Tipo de uso, Habitantes por domicilio, Tipo de almacenamiento, Si cuenta con micromedidor y si está dispuesto a que se le instale uno y finalmente observaciones. En la Figura 3-4 se muestra la información recopilada en campo y el formato utilizado para realizar la actividad de vinculación predio-contrato. La Fotografía 3.12 muestra acciones que personal de la UMSNH realizó en dicha actividad.

CLAVE	MUNICIPIO	TORIL	CALLE	METS	MEDIDOR	TIPO DE USO										RES	OBSERVACIONES	
						D	C	I	P	S	A	T	M	D	M			NO
II		1	MEJORADA	NO														BAL
II		2	MEJORADA	NO		1												CT
II		3	MEJORADA	NO														BAL
II		4	MEJORADA	NO														BAL
II		5	MEJORADA	NO														BAL
II		6	MEJORADA	NO														BAL
II		7	MEJORADA	NO		1												CT
II		8	MEJORADA	NO														BAL
II		9	ESQ. NEGRETÉ 1	NO	816461													BAL
II		10	CRD. NEGRETÉ 1	NO		1			2	1								REGULAR
II		11	CRD. NEGRETÉ 1	NO		1			4	1								REGULAR
II		12	CRD. NEGRETÉ 1	NO														BAL
II		13	CRD. NEGRETÉ 1	NO														BAL
II		14	CRD. NEGRETÉ 1	NO														BAL
II		15	CRD. NEGRETÉ 1	NO														BAL

Figura 3-4 Formato de vinculación utilizado en el levantamiento de datos del sector toril 1.



Fotografía 3.12 Personal de la UMSNH, realizando la lotificación, en el sector toril 1.

De los recorridos de vinculación se detectaron una población total en el sector de 1,722 habitantes (este valor se obtiene de multiplicar su índice de hacinamiento de 4.18 valor obtenido de las encuestas realizadas en las viviendas, por el total de tomas domésticas habitadas que proporcionaron información y que son 412), el total de predios es de 777, incluyendo lotes baldíos, parcela y sin toma.

La siguiente Tabla 3.4 resume el número total de predios y la clasificación de tomas identificadas dentro del propio sector; así por ejemplo: se cuenta con un total de 777 predios, de los cuales 596 cuentan con tomas, de estos 530 son de Uso Doméstico, 43 son de Uso Comercial, 14 de Uso Ganadero y 9 de Uso Público Oficial; y hay 142 Lotes Baldíos, 35 Parcela y 4 sin toma.

De acuerdo con los datos estadísticos y como se muestra en la Figura 3-5 del total de tomas en el sector; el 68.2 % corresponden al Uso Doméstico, el 5.5% es de Uso Comercial, 1.8% de Uso ganadero, el 1.2% de Uso Público Oficial, el 18.3% son lotes baldíos, el 4.5% son parcelas y el 0.5% son lotes sin toma, en el informe final de la UMSNH se detalla la información y se anexan planos, dicha información se anexa al documento en formato digital.

Tabla 3.4 Clasificación de las Tomas.

Descripción del tipo de Tomas	Cantidad Numero y %	
Total de Predios	777	100.0
Predios con Tomas Domésticas	530	68.2
Predios con Tomas Comerciales	43	5.5
Predios con Tomas Industrial (Ganadera)	14	1.8
Predios con Toma de Uso Público Oficial	9	1.2
Lotes Baldíos	142	18.3
Parcela	35	4.5
Predio sin toma	4	0.5

Finalmente se realizó un análisis de la situación actual de los predios con y sin toma, que se tienen identificados con respecto al padrón de usuarios que se tiene en el sistema del organismo operador. La siguiente Tabla 3.5 muestra la situación actual de los predios y la Figura 3-6 corrobora los datos.

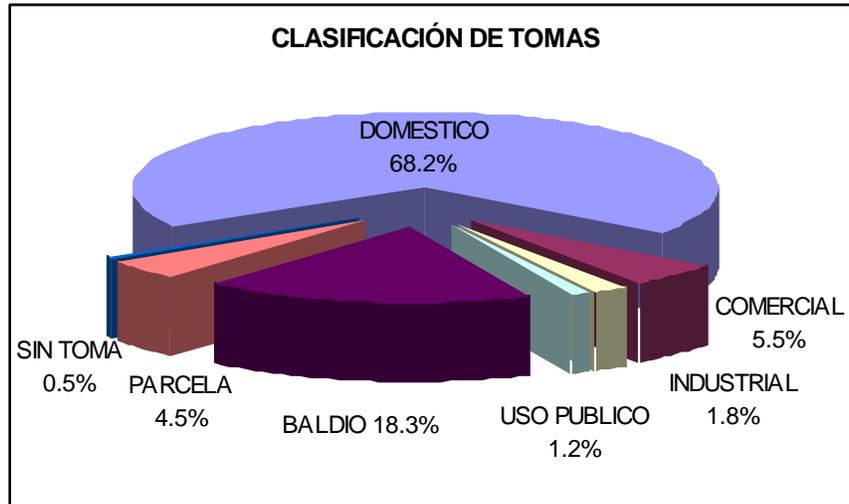


Figura 3-5 Clasificación de las tomas en los predios vinculados del Sector.

Tabla 3.5 Situación actual de los predios.

Estatus de los predios	Cantidad Numero y %	
Total de Predios	777	100.0
Regular	183	23.6%
Irregular	29	3.7%
T. Banqueta	1	0.1%
Deudor	38	4.9%
Cancelada	0	0.0%
Abandonada	79	10.2%
En construcción	50	6.4%
Baldío	139	17.9%
No identificado	258	33.2%

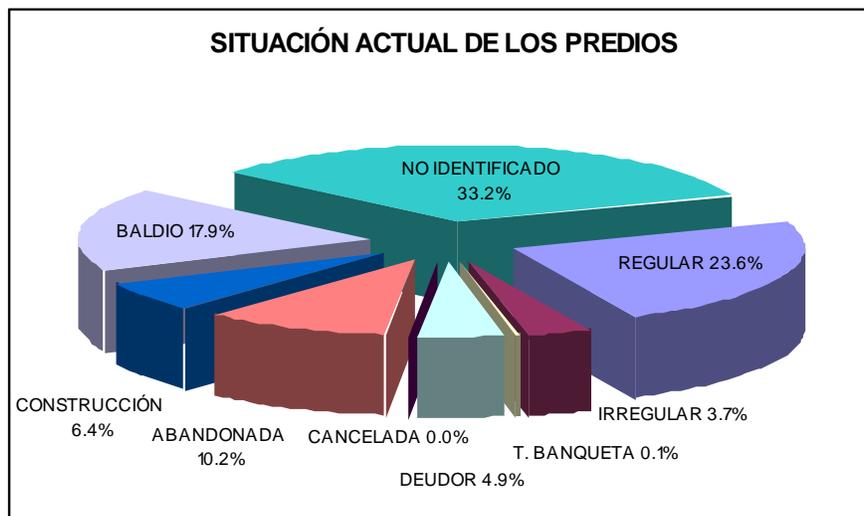


Figura 3-6 Estatus de los predios vinculados dentro del Sector Toril 1.

Cabe mencionar que los datos recopilados y generados en campo y que se resumen en las dos graficas anteriores, son datos que deberán ser monitoreados y actualizados periódicamente con la finalidad que el CAPASE actualice su base de datos (padrón de usuarios), por lo tanto se considera como una base de datos dinámica y de constantes cambios que inciden directamente en la estimación de la eficiencia de distribución.

### 3.2.10 Mantenimiento y/o sustitución de válvulas.

Se inspeccionaron 20 válvulas de la red de distribución de Erongarícuaro, de estas se dio algún tipo de mantenimiento a 19 válvulas, y solamente una válvula de 2" ubicada en calle Morelos esq. Salazar requirió sustitución, en la siguiente Fotografía 3.13 se ilustra el cambio de dicha válvula y mantenimiento a otras válvulas; y en la Tabla 3.6 se lista las válvulas que el personal del CAPASE realizo algún tipo de mantenimiento. Para efectuar el mantenimiento la UMSNH se encargo del suministro de material hidráulico requerido para ello, mismo que se ilustra en la Fotografía 3.14.

Tabla 3.6 Cajas de válvulas desazolvadas y válvulas reparadas.

CAJAS DE CALVULAS						
No DE REG	UBIACION	Ø DE VALVULA	DESAZOLVADA	REP Y MANT	FUGA VISIBLE	SUSTITUCION
1	Ma. LUISA MARTINEZ Y ZARAGOZA-ITURBIDE	2"	1	1		
2	Ma. LUISA MARTINEZ Y MORELOS	2"	1	1	X	
3	MORELOS Y SALAZAR	2"	1		X	LA DE 2"
4	REGULES Y MORELOS	1 1/2"	1	1		
5	REGULES Y LA PAZ	6" Y 4"	1	1	X	
6	REGULES Y ARTEAGA	2"	1	1	X	
7	BRAVO Y NEGRETE	6" Y 3"	1	1	X	
8	VALVULAS A LA SALIDA DEL TANQUE	4" Y 2"	1	1	X	
9	OCAMPO Y Ma. LUISA MARTINEZ	2"	1	1		
10	Ma LUISA MARTINEZ Y NEGRETE	2"	1	1		
11	NEGRETE	1 1/2"	1	1		
12	ARTEAGA (casi esquina con portal Alfonso Urueta)	2"	1	1		
13	Ma. LUISA MARTINEZ CON PRIVADA AL ATRIO	2"	1	1		
14	CALLE NEGRETE ( junto a arbol)	2"	1	1		
15	JUNTO AL POZO EL TORIL	2"	1	1	X	
16	CALLE DEL FRACCIONAMIENTO AL FONDO (calle 2)	2"	1	1		
17	CALLE 1 (AL FONDO)	2"	1	1		
18	CALLE 3 (al fondo)	2"	1	1		
19	ENTRADA AL FRACCIONAMIENTO	2"	1	1		
20	CALLE FRENTE AL COLEGIO DE BACHILLERES	2"	1	1		
			20	19	7	1



*Válvula deteriorada*



*Válvula nueva*



*Sustitución de válvula en Morelos y Salazar*



*Mantenimiento de válvulas en Iturbide*

Fotografía 3.13 Mantenimiento y/o sustitución de válvula.



*Válvula con fuga en tanque principal*



*Válvula con fuga y registro inundado*



Válvula con fuga en Morelos y Salazar



Material de reparación de fugas en válvulas

Fotografía 3.14 Válvulas con fuga dentro de la red de distribución del sector toril 1.

Una de las actividades que realizó el personal del CAPASE como iniciativa propia fue la limpieza interior del tanque principal<sup>14</sup> "La Loma", la siguiente Fotografía 3.15 muestra al personal realizando aseo con escobas, detergente, cloro y trapeadores. A decir del personal la última limpieza que se realizó fue en el año 2006.



Fotografía 3.15 Limpieza del tanque principal "La Loma"

### **3.2.11 Estimación de pérdidas finales de distribución, posteriores a los trabajos de mejoramiento**

Como resultado final de las 11 fugas localizadas en el sector se resume que: 4 se determinaron con geófono y las otras 7 en válvulas de la red de distribución; de las primeras 4 el personal del CAPASE aún no las ha atendido<sup>15</sup>, de las fugas en válvulas se estimó un gasto de pérdida intermitente (servicio tandeado) de 1.48 l/s. Ahora del total de las fugas indicadas se determinó una incidencia de 1.4

<sup>14</sup> Informe final CAPASE 2009 (Convenio de colaboración IMTA/H. Ayuntamiento de Erongarícuaro).

<sup>15</sup> Finales de Marzo del año 2009, se ha dado prioridad a otras actividades que requieren la atención del personal del CAPASE.

fugas/km. de red. En la siguiente Figura 3-7 se muestra la ubicación en plano de las fugas anteriormente descritas.

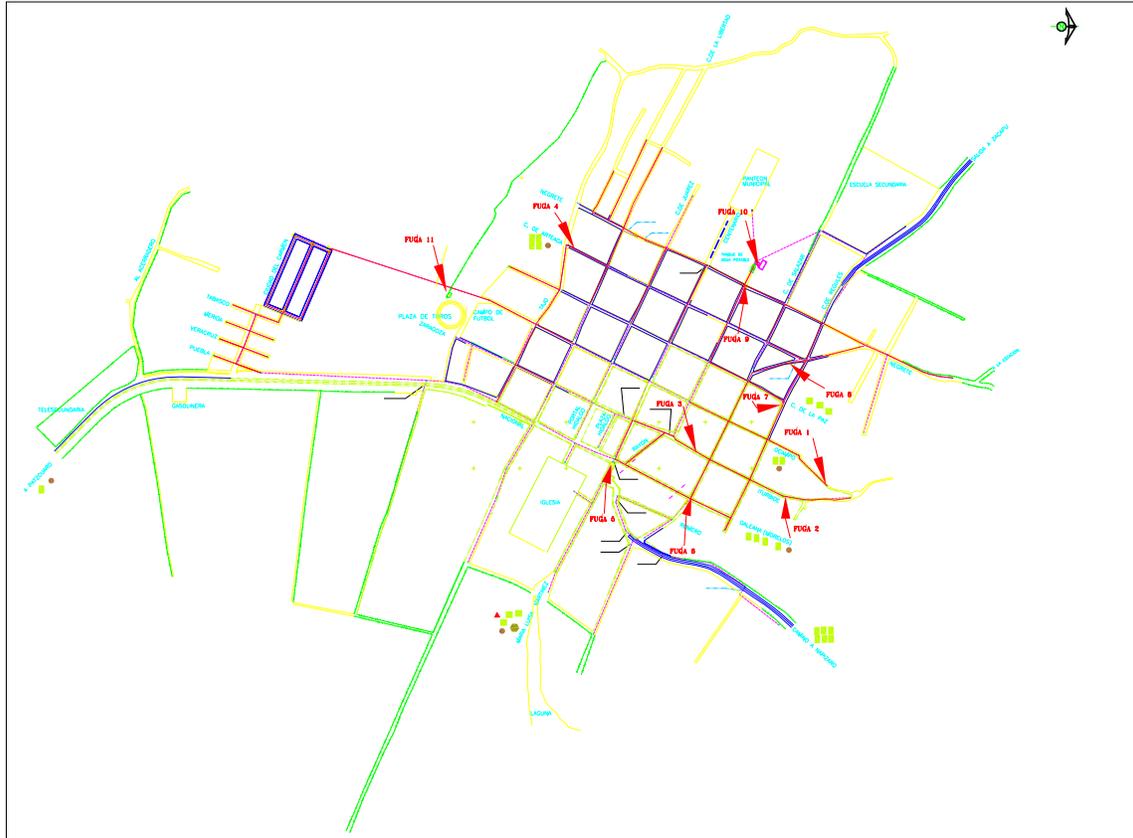


Figura 3-7 Ubicación de fugas localizadas.

### 3.2.12 Límites del sector implementado final.

La propuesta inicial del sector a implementarse se muestra en la siguiente Figura 3-8, dicha propuesta no corresponde ni mucho menos es compatible con la operación actual que personal del CAPASE lleva a cabo diariamente, por lo tanto se decidió conjuntamente con el director y personal de operación proponer una sectorización muy ligada a la operación actual con la que se brinda el servicio, con el objeto de no modificar drásticamente la operación (se tienen antecedentes dentro de la misma cuenca que no se respetan propuestas en el cambio operacional, usos y costumbres) y brindar el servicio en los horarios ya establecidos y bien conocidos por los usuarios de la localidad.

Después de concluirse todas las actividades de mejoramiento dentro del sector. Finalmente resulto un sector que no contempla el centro de la cabecera municipal,

dado que la presión por el servicio en esta zona es mucho mayor por los servicios que ahí se prestan; y en donde el servicio debe ser confiable y eficiente. La siguiente Figura 3-9 ilustra los límites finales del sector implementado.

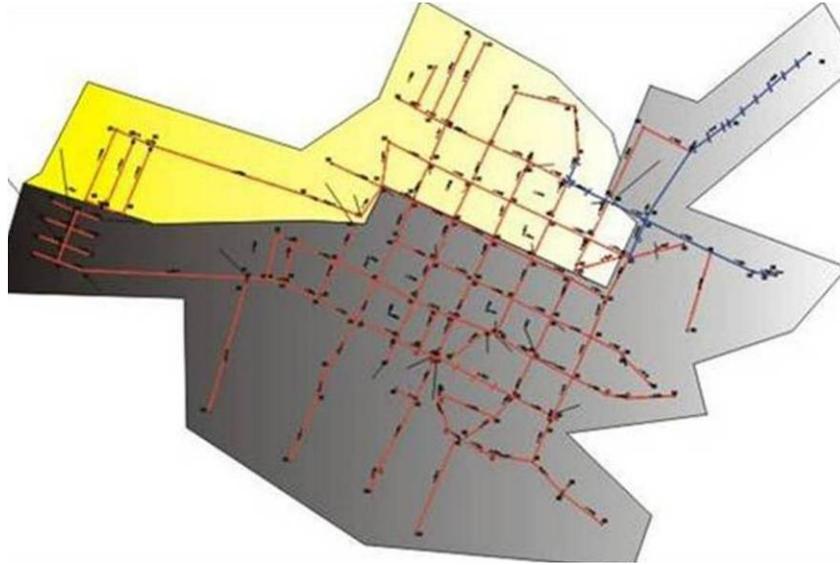


Figura 3-8 Propuesta inicial del sector a implementarse.

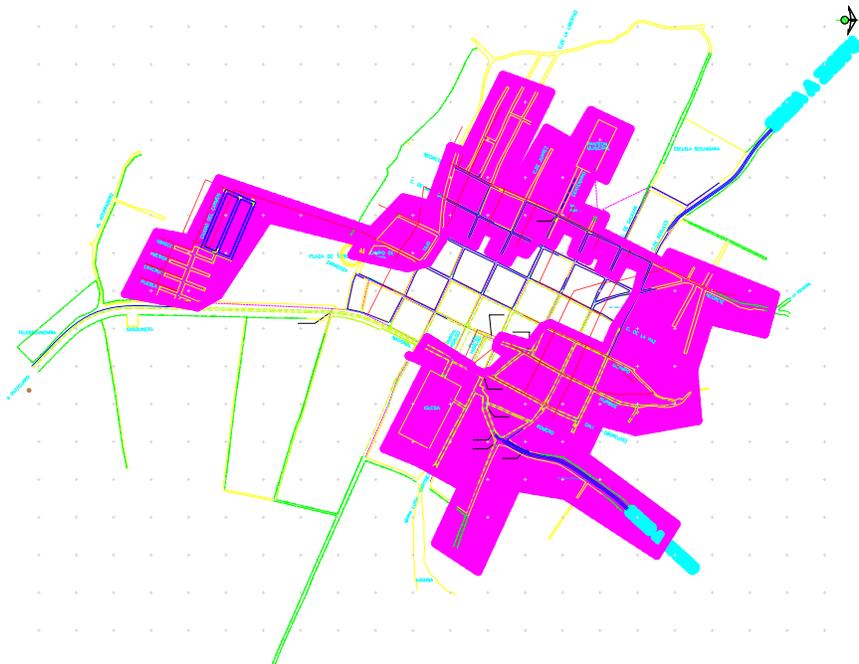
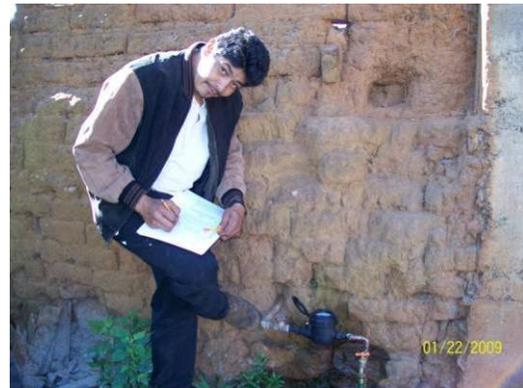


Figura 3-9 Resultado final de los límites del sector implementado.

### 3.3 Análisis de la eficiencia física

#### 3.3.1 Lecturas de la muestra de micromedidores

En la siguiente Fotografía 3.16 se muestra al personal del CAPASE tomando lecturas de los 20 micromedidores instalados, se tomaron tres lecturas correspondientes al 21 y 28 de enero y 4 de febrero de 2009 respectivamente; cabe mencionar que en varias ocasiones no se encontraba al usuario por lo que se volvía a intentar tiempo después en el mismo día.



Fotografía 3.16 Levantamiento de consumos registrados en el micromedidor.

En la Tabla 3.7 se indica que de los 20 micromedidores instalados se tuvo un consumo promedio por usuario en 14 días de 8.35 m<sup>3</sup>/14 días-toma, que equivale a una dotación de 143 l/hab-día, con un índice de hacinamiento de 4.18 habitantes por toma registrada.

Tabla 3.7 Lecturas realizadas a los medidores instalados en el sector toril 1.

No.	DIRECCION	USO	No. DE MEDIDOR	1RA LECTURA 21 ENERO 09	2DA LECTURA 28 ENERO 09	3RA LECTURA 4 FEBRERO 09	Consumo m <sup>3</sup> /14 días	Consumo m <sup>3</sup> /7 días
1	JUAREZ No. 28	DOM	9222	2	6	8	6	4
2	JUAREZ No. 235	DOM	9221	3	6	8	5	3
3	JUAREZ No. 316	DOM	9223	3	7	11	8	4
4	JUAREZ No. 325	DOM	9224	8	12	17	9	4
5	JUAREZ No. 290	DOM	9229	10	16	21	11	6
6	JUAREZ No. 330	DOM	9226	3	7	8	5	4
7	JUAREZ No. 45	DOM	9227	4	8	11	7	4
8	MARIA LUISA MARTINEZ No. 405	5 VACAS	9225	7	12	19	12	5
9	MARIA LUISA MARTINEZ No. 443	DOM	9228	7	11	16	9	4
10	MARIA LUISA MARTINEZ S/N.	DOM	9230	3	6	8	5	3
11	MARIA LUISA MARTINEZ S/N.	GANADO	9351	3	4	6	3	1
12	ARTEAGA No. 124	DOM	9352	3	7	10	7	4
13	ARTEAGA S/n	MATADERO	9353	2	6	8	6	4
14	NEGRETE S/N.	GANADO	9354	10	21	31	21	11
15	NEGRETE S/N.	GANADO	9355	2	4	6	4	2
16	BRAVO S/n	DOM	9356	7	18	26	19	11
17	SALAZAR 815	DOM	9357	1	5	7	6	4
18	SALAZAR 829	DOM	9358	0	2	4	4	2
19	REGULES 494	DOM	9359	0	8	14	14	8
20	ARTEAGA 94	DOM	9360	0	3	6	6	3
Suma							167	91
Promedio							8.35	4.55

Para obtener el volumen consumido se multiplicó el consumo unitario de 8.35 m<sup>3</sup>/14 días por el número de usuarios del sector que son 412 lo cual da un volumen de 3,440.2 m<sup>3</sup>/14 días.

### 3.3.2 Lecturas del macromedidor instalado en la Estación de aforo.

Asimismo en la estación de aforo se registraron las lecturas del macromedidor (ver Tabla 3.8) en el mismo periodo que correspondió al consumo de los micromedidores, para determinar el volumen suministrado al sector, por lo tanto se considero la sumatoria de volúmenes suministrados de los días lunes, miércoles, viernes y domingo, con lo cual se obtiene el volumen suministrado de 4,731 m<sup>3</sup>/14 días.

Tabla 3.8 Volúmenes suministrados al sector toril 1.

No.	Día	Fecha	Lectura del Macro en m <sup>3</sup>	Volumen Suministrado en m <sup>3</sup>
1	MIERCOLES	21 DE ENERO DE 09	530	
2	JUEVES	22 DE ENERO DE 09	1127	597
3	VIERNES	23 DE ENERO DE 09	1660	533
4	SÁBADO	24 DE ENERO DE 09	2466	806
5	DOMINGO	25 DE ENERO DE 09	2908	442
6	LUNES	26 DE ENERO DE 09	3568	660
7	MARTES	27 DE ENERO DE 09	4044	476
8	MIÉRCOLES	28 DE ENERO DE 09	4749	705
9	JUEVES	29 DE ENERO DE 09	5244	495
10	VIERNES	30 DE ENERO DE 09	5896	652
11	SÁBADO	31 DE ENERO DE 09	6411	515
12	DOMINGO	1 DE FEBRERO DE 09	7054	643
13	LUNES	2 DE FEBRERO DE 09	7551	497
14	MARTES	3 DE FEBRERO DE 09	8236	685

De donde:

$$\text{Vol. Cons} = 3,440 \text{ m}^3/14 \text{ días}$$

$$\text{Vol. Sum} = 4,731 \text{ m}^3/14 \text{ días}$$

$$E \text{ dis } \% = [\text{Vol. Cons} / \text{Vol. Sum.}] \times 100 = [3,440/4,731] \times 100 = 72.7\%$$

$$Per \text{ dis } \% = 100 - E \text{ dis } \% = 100 - 72.7 = 27.3\%$$

Con lo anterior se obtiene la eficiencia de distribución de 72.7%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 27.3%, con este valor se concluye que el sector quedó eficientado con las actividades realizadas.

Cabe mencionar que las eficiencias de distribución obtenidas parten de una muestra de datos que se obtuvieron en campo (población, consumos, volúmenes suministrados, horarios de servicio y maniobras del personal de operación) y que se deberán considerar como valores de arranque.

Sin embargo una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable (datos operacionales y comerciales) que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

#### 4. ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL

Se realizó un análisis<sup>16</sup> de la evolución de la recaudación y los costos de operación y mantenimiento del Comité de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Erongarícuaro (CAPASE), del periodo 2004-2008<sup>17</sup>.

En el estado de resultados se informa detallada y ordenadamente el resultado de las operaciones de una entidad durante un periodo determinado. El análisis de los ingresos y egresos, está basado en los estados de resultados que elaboró el CAPASE durante el 2004, hasta el 2008.

El estado de resultados se clasifico en: Ingresos por servicios, ingresos generales e ingresos por financiamiento.

El *Análisis 1* tuvo un incremento en 31%, con respecto a 2007. En el *Análisis 2* el incremento fue del 38% y el *Análisis 3* resultó con un incremento del 37%.

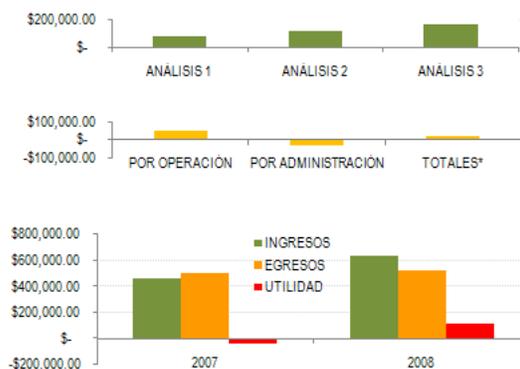
Los egresos están integrados por los gastos de operación y administración. Los gastos de administración en el periodo 2007-2008 representan un 66% y un 57% respectivamente. Los gastos de operación representan un 34% y 43% para el mismo periodo. Los egresos totales se incrementaron en un 4% en el 2008

Con respecto a la cartera vencida el CAPASE en el 2008 presenta una deuda de \$332,040, compuesto por 642 tomas.

El costo de producción de agua potable se incremento en 2 veces en el 2008, con respecto al 2004 y del 2007 al 2008 el incremento fue de más del 3%.

INGRESOS	2007	2008	2008 vs 2007	%
ANÁLISIS 1	\$ 280,033.50	\$ 368,092.40	\$ 88,058.90	31%
ANÁLISIS 2	\$ 314,563.50	\$ 434,277.40	\$ 119,713.90	38%
ANÁLISIS 3	\$ 466,219.50	\$ 639,362.60	\$ 173,143.10	37%
EGRESOS	2007	2008	2008 vs 2007	%
POR OPERACIÓN	\$ 164,113.84	\$ 218,839.18	\$ 54,725.34	33%
POR ADMINISTRACIÓN	\$ 319,180.62	\$ 286,265.04	\$ -32,915.58	-10%
TALES*	\$ 503,686.94	\$ 525,817.56	\$ 22,130.62	4%
*IVA ACREDITABLE	\$ 20,392.48	\$ 20,713.34	\$ 320.86	2%
UTILIDAD	2007	2008	2008 vs 2007	
INGRESOS	\$ 466,219.50	\$ 639,362.60	\$ 173,143.10	
EGRESOS	\$ 503,686.94	\$ 525,817.56	\$ 22,130.62	
<b>UTILIDAD</b>	<b>-\$ 37,467.44</b>	<b>\$ 113,545.04</b>		
	<b>-8%</b>	<b>18%</b>		

\* Los egresos totales incluyen el IVA acreditable que reporta el CAPASE en su estados de resultados



<sup>16</sup> El estudio completo se encuentra en el Anexo Electrónico: "Análisis del sistema financiero y comercial del CAPASE"

<sup>17</sup> Para la elaboración de este documento el organismo operador (CAPASE) proporcionó estados de resultados del 2004 al 2008.



*Información a la comunidad*



*Información a los usuarios*



*Visitas a usuarios*



*Preparativos de la rifa*



*Realización de la rifa*



*Entrega de premios*



El déficit en el periodo 2007-2008 es de 45% y 30% respectivamente, en valor promedio el 37% que se deja de cobrar.

## 5. INDICADORES DE GESTIÓN

Se recopilaron datos sobre el estado que guardan los cuatro Organismos Operadores del agua a través de indicadores de gestión calculados a partir de datos básicos, mismos que se basan en una encuesta estandarizada. El objetivo es determinar el estado de los servicios de los Organismos Operadores de cada municipio, identificando los problemas que enfrenta cada uno de los Organismos.

Algunos datos fueron recopilados del PIGOO , los resultados se comparan con los resultados del promedio del PIGOO y el promedio nacional. Los resultados de los indicadores son los siguientes:

Para las tomas con servicio continuo se observa que Pátzcuaro cuenta con el 86% y Quiroga con el 82%.

Con respecto a la macromedición Pátzcuaro cuenta con 67%, Quiroga 75%, Erongarícuaro 50%, el promedio nacional es 63% y el del PIGOO es de 81%.

En lo referente a la micromedición Pátzcuaro reportó un 1.3%, Quiroga el 1.6%, Erongarícuaro 4.4%, el promedio nacional es 33.7% y el del PIGOO es de 55.2%.

La dotación para Quiroga es de 609lhd, Pátzcuaro 422lhd, Erongarícuaro 262lhd y Tzintzuntzan de 241 l/h/d, el promedio nacional es de 338 l/h/d y el PIGOO 248lhd.

El consumo para Erongarícuaro es de 363 lhd, Quiroga 351lhd y Pátzcuaro 232lhd. El promedio PIGOO es de 153lhd.

La cobertura de agua potable dio resultados superiores al 100%, mismo que nos muestra la necesidad de actualizar el padrón de usuarios.

El costo promedio del volumen producido en el PIGOO es de \$5.7/m<sup>3</sup>, mientras que el promedio nacional es de \$2.73 m<sup>3</sup>, los organismos operadores de Pátzcuaro, Quiroga y Erongarícuaro están por debajo del promedio nacional.

Para la eficiencia física se observa que Pátzcuaro tiene el 54.9% Quiroga el 57.6%.

Entre las conclusiones a las que se llegó están que:

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños, mismos que son necesarios para evaluar el desarrollo de sus actividades.

Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido.

Se tienen que hacer actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe.

Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

## 6. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En este punto se muestran las especificaciones técnicas de los equipos utilizados para la detección de fugas, sin embargo tal como se menciona anteriormente, solamente fue posible la detección de fugas con el equipo electro acústico denominado geófono, debido a las condiciones que se dieron en la localidad.

A continuación se muestran brevemente las características principales y funcionamiento del equipo.

El equipo AquaScope es un detector electro - acústico de fugas de agua práctico y resistente. Tiene una acústica y sensibilidad altas. Cuenta con un amplificador de alta fidelidad y un medidor visual que señala las intensidades de los sonidos, incluye dos micrófonos: Piso y de Contacto directo, audífonos y un cargador de baterías para el medidor analógico visual de lectura. Localiza el lugar preciso de una fuga desde la superficie; sus contornos son de fácil manejo y por su peso tan ligero de 2.3 kg. permite abarcar grandes distancias en revisión de rutina sin cansar al operador.

Para fijar con precisión la posición desconocida de una fuga de agua puede realizarse combinando los componentes del equipo, mediante el empleo de los dos micrófonos y amplificando la señal, se pueden ubicar con exactitud los sonidos de agua que escapan de la tubería. El tono varía desde profundo, grave y turbulento en una tubería principal, hasta un ruido agudo en toma domiciliaria o en el empaque de válvula.

El equipo consta de:

1. Amplificador electrónico (*receiver module*)
2. Audífonos (*headphones*)
3. Micrófono de piso (*ground microphone*)
4. Bastón (*handle*)
5. Micrófono de contacto directo (*direct contact microphone*)
6. Varillas de extensión (*extensions*)
7. Punta metálica del micrófono de contacto directo (es parte del micrófono de contacto directo)
8. Punta magnética ó imán (*magnetic tip*)
9. Medidor analógico de lectura visual (meter module) y cargador (*battery charger*)
10. Plato de resonancia con barra metálica puntiaguda (*resonant plate with spike*)

## 7. DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

La localidad de Erongarícuaro es relativamente pequeña a comparación con Pátzcuaro y Quiroga, por tal razón no fue necesario realizar cambios en los horarios de servicio de agua potable y las brigadas se adecuaron a estos horarios de tandeo para realizar la inspección de fugas en la red de distribución; por lo tanto no hubo la necesidad de repartir volantes a los usuarios del servicio de agua potable para indicarles algún cambio. Cabe mencionar que en todo momento se contó con el personal del CAPASE en la inspección de las tomas domiciliarias por lo que el usuario al ver el personal del organismo accedió de buena forma se revisara su toma.

Se elaboraron unos volantes informando al público en general de las actividades que se estuvieron realizando a fin de mejorar el servicio de agua potable. La Figura 7-1 muestra dichos volantes.



Folleto que muestra los resultados de las actividades realizadas durante el proyecto



**RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO**

  
Estado de Michoacán

  
Municipio de Patzcuaro

  
Municipio de Quiroga

  
Municipio de Erongaricuaró

  
Municipio de Tzitzuntzan

**GASTAS MÁS EN OTROS PRODUCTOS QUE TE SON MENOS ÚTILES Y QUE SIN EMBARGO PAGAS CON GUSTO.**

**PORFAVOR, TAMBIÉN PAGA TU SERVICIO DE AGUA A TIEMPO.**



**PAGA TU SERVICIO A TIEMPO. REGULARIZA TU TOMA.**

---

**¿Y SI LO PAGAS?**

*Se tendrá dinero para que te llegue más agua, por más tiempo y más limpia, entre otros beneficios.*



**¡Juntos podemos lograrlo!**

*Acércate a la oficina de agua de tu localidad y regulariza tu toma, tenemos un plan adecuado para tus necesidades.*

**¿QUÉ PASA SI NO PAGAS EL SERVICIO?**



- ◆ *La oficina de agua no cuenta con dinero para afrontar los gastos y está siempre en deuda.*
- ◆ *No hay quien pueda atender los problemas.*
- ◆ *El agua no se entrega diariamente.*
- ◆ *No se tiene dinero para comprar lo necesario para limpiar el agua, lo que puede provocar enfermedades.*
- ◆ *Se tienen problemas de contaminación ambiental.*
- ◆ *Todos estos problemas crean fricciones entre los líderes y la sociedad.*

*Importancia del pago del servicio de agua potable*

Figura 7-1 Divulgación de actividades desarrolladas durante el proyecto.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluidos los trabajos y del análisis anteriormente realizados, se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Se determinó una eficiencia de distribución en el Sector 72.7%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 27.3%. Indicadores que se deberán tomar como valores de arranque.

Se tiene actualizado en archivos de AutoCad el catastro de la red de distribución para ello se desazolvaron 20 registros de cajas de válvulas, se dio mantenimiento menor a 19 válvulas en diferentes diámetros, mantenimiento mayor a 6 válvulas y 1 sustituida.

La Presión Media en el Sector al inicio de los trabajos fue de 0.74 kg/cm<sup>2</sup>; al concluir los mismos se incremento a 0.85 kg/cm<sup>2</sup>; valor que sigue siendo insuficiente para brindar un servicio adecuado.

Como resultado de las 11 fugas reparadas se obtuvo una recuperación de caudal de 1.48 l/s (gasto basado en un servicio tandeado), por lo que no todo el gasto se desperdiciaba como gasto instantáneo, sino en tandeos, así de los 7.72 km. de red revisada se encontró una incidencia de 1.4 fugas por kilómetro de red.

Se detectaron dos zonas con bajas presiones y valores cercanos a cero, en la primera zona tenemos por ejemplo: la calle Morelos, en donde se recomienda colocar una válvula al final de la calle como desfogue, respecto a las tomas taponeadas detectadas habrá que cambiarlas o darle mantenimiento. La segunda zona la cual comprende el Fracc. Las Luisas, se realizaron la toma de presiones y detección de fugas no visibles sin respuesta del sistema, con las actividades realizadas en esta zona se recomienda cambiar la tubería actual de 2" la cual suministra el servicio ya que no cuenta con la capacidad suficiente.

Se contabilizaron un total de 777 predios distribuidos de la siguiente forma: 68.2 % corresponden al Uso Doméstico, el 5.5% es de Uso Comercial, 1.8% de Uso ganadero, el 1.2% a Uso Público Oficial y el 18.3% son lotes baldíos. Se identificaron 29 usuarios irregulares y 38 con adeudo que equivalen al 5% del total de predios identificados en la actividad vinculación predio-contrato.

Actualmente al sector se le da el servicio de agua potable en forma tandeada cada tercer día: lunes, miércoles, viernes y domingo las 06:00 a las 15:00, en general se tiene un buen servicio.

Se realizó un curso de capacitación teórico - práctico en las instalaciones del CAPASE, en donde asistieron personal de Pátzcuaro, Quiroga, Tzintztuntzan y Erongarícuaro, así como personal del IMTA, UMSNH y de la Empresa Mejoras Energéticas. Se capacito una brigada de dos personas (Juan M. Solorio Ruiz y Luis Gerardo Estanislao) en la detección de fugas no visibles con equipo geófono de escucha, se apoyo en la gestión de cursos, demostraciones y compra de un equipo de detección de fugas no visibles.

Una una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

El *Análisis 1* tuvo un incremento en 31%, con respecto a 2007. En el *Análisis 2* el incremento fue del 38% y el *Análisis 3* resultó con un incremento del 37%. Los egresos están integrados por los gastos de operación y administración. Los gastos de administración en el periodo 2007-2008 representan un 66% y un 57% respectivamente. Los gastos de operación representan un 34% y 43% para el mismo periodo. Los egresos totales se incrementaron en un 4% en el 2008

Con respecto a la cartera vencida el CAPASE en el 2008 presenta una deuda de \$332,040, compuesto por 642 tomas. El costo de producción de agua potable se incremento en 2 veces en el 2008, con respecto al 2004 y del 2007 al 2008 el incremento fue de más del 3%.

El déficit en el periodo 2007-2008 es de 45% y 30% respectivamente, en valor promedio el 37% que se deja de cobrar. Se hace énfasis en la importancia de lograr que el Organismo se vea motivado a recaudar más y darle continuidad a los trabajos de recuperación de cartera.

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños. Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido. Es necesario realizar actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe. Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 LOCALIZACIÓN DE LA LOCALIDAD DE ERONGARÍCUARO, MICHOACÁN. ....	1
FIGURA 3-1 PRESIONES EN EL SECTOR TORIL 1 DE ERONGARÍCUARO (1 <sup>ER</sup> MUESTREO).....	15
FIGURA 3-2 COMPARATIVA DEL ANTES Y DESPUES DEL MUESTREO DE PRESIONES.....	16
FIGURA 3-3 FICHA DE DESAZOLVE DE CAJAS DE VÁLVULAS.....	19
FIGURA 3-4 FORMATO DE VINCULACIÓN UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SECTOR TORIL 1.....	24
FIGURA 3-5 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS EN LOS PREDIOS VINCULADOS DEL SECTOR.....	26
FIGURA 3-6 ESTATUS DE LOS PREDIOS VINCULADOS DENTRO DEL SECTOR TORIL 1. ....	26
FIGURA 3-7 UBICACIÓN DE FUGAS LOCALIZADAS. ....	30
FIGURA 3-8 PROPUESTA INICIAL DEL SECTOR A IMPLEMENTARSE. ....	31
FIGURA 3-9 RESULTADO FINAL DE LOS LÍMITES DEL SECTOR IMPLEMENTADO. ....	31
FIGURA 7-1 DIVULGACIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL PROYECTO. ....	41

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 TOMAS DOMICILIARIAS VERIFICADAS POR EL IMTA EN EL AÑO 2004. ....	2
TABLA 2.1 ESTRUCTURAS ABASTECIDAS POR EL POZO Y MANANTIAL. ....	5
TABLA 2.2 CONDUCCIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE ERONGARÍCUARO. ....	5
TABLA 2.3 RELACIÓN DE TANQUES EXISTENTES EN LA RED DE ERONGARÍCUARO. ....	5
TABLA 2.4 LONGITUDES DE TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.....	7
TABLA 2.5 ACCIONES QUE INCREMENTEN Y CONTROLAN LA EFICIENCIA FÍSICA.....	8
TABLA 3.1 INSPECCIÓN FÍSICA DEL SECTOR.....	15
TABLA 3.2 MEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR TORIL 1 DE ERONGARÍCUARO.....	20
TABLA 3.3 RELACIÓN DE MICROMEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR TORIL 1 DE ERONGARÍCUARO.....	20
TABLA 3.4 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS. ....	25
TABLA 3.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PREDIOS.....	26
TABLA 3.6 CAJAS DE VÁLVULAS DESAZOLVADAS Y VÁLVULAS REPARADAS.....	27
TABLA 3.7 LECTURAS REALIZADAS A LOS MEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR TORIL 1.....	32
TABLA 3.8 VOLÚMENES SUMINISTRADOS AL SECTOR TORIL 1. ....	33

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2.1 MANANTIAL MARÍA VALDEZ Y LÍNEA DE CONDUCCIÓN. ....	3
FOTOGRAFÍA 2.2 FALLAS EN LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y VOLUMEN CAPTADO EN EL TANQUE. ....	4
FOTOGRAFÍA 2.3 LOCALIZACIÓN DEL POZO PROFUNDO “EL TORIL”. ....	4
FOTOGRAFÍA 2.4 ELEMENTOS QUE INTEGRAN EL TREN DE DESCARGA DEL POZO.....	4
FOTOGRAFÍA 2.5 VISTAS DEL TANQUE PRINCIPAL “LA LOMA” Y FALLAS ESTRUCTURALES.....	6
FOTOGRAFÍA 2.6 VISTA DEL TANQUE SECUNDARIO “LA LOMA” Y FALLAS ESTRUCTURALES. ....	6
FOTOGRAFÍA 3.1 ESTADO DE LAS VÁLVULAS ANTES DE DARLES MANTENIMIENTO.....	11
FOTOGRAFÍA 3.2 MEDICIÓN CON EQUIPO ULTRASÓNICO PORTÁTIL EN TANQUE Y POZO. ....	12
FOTOGRAFÍA 3.3 DESPERDICIO DE AGUA. ....	13
FOTOGRAFÍA 3.4 MOVIMIENTOS PRINCIPALES DE VÁLVULAS PARA BRINDAR SERVICIO INTERMITENTE.....	13
FOTOGRAFÍA 3.5 TANQUE SUPERFICIAL PRIMARIO Y SECUNDARIO. ....	14

---

---

FOTOGRAFÍA 3.6 MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMICILIARIAS.....	14
FOTOGRAFÍA 3.7 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO A LA SALIDA DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN. ....	17
FOTOGRAFÍA 3.8 PROCESO DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN. ....	18
FOTOGRAFÍA 3.9 INSTALACIÓN DE MUESTRA DE MICROMEDIDORES DOMÉSTICOS Y COMERCIAL.....	21
FOTOGRAFÍA 3.10 MANTENIMIENTO A FILTROS, SE ATENDIERON 30 MICROMEDIDORES.....	22
FOTOGRAFÍA 3.11 CAPACITACIÓN EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN EL SECTOR TORIL 1.....	23
FOTOGRAFÍA 3.12 PERSONAL DE LA UMSNH, REALIZANDO LA LOTIFICACIÓN, EN EL SECTOR TORIL 1.....	24
FOTOGRAFÍA 3.13 MANTENIMIENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE VÁLVULA.....	28
FOTOGRAFÍA 3.14 VÁLVULAS CON FUGA DENTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL SECTOR TORIL 1.....	29
FOTOGRAFÍA 3.15 LIMPIEZA DEL TANQUE PRINCIPAL “LA LOMA” .....	29
FOTOGRAFÍA 3.16 LEVANTAMIENTO DE CONSUMOS REGISTRADOS EN EL MICROMEDIDOR.....	32

---

---

# INFORME

## “IMPLEMENTACIÓN DE UN SECTOR EN TZINTZUNTZAN, MICH.”

ACTIVIDAD QUE FORMA PARTE DEL PROYECTO:  
“SUSTENTABILIDAD DE LOS OOAPAS RIBEREÑOS”.



**PARTICIPANTES:**

EDGAR ANTÚNEZ LEYVA  
MARTHA PATRICIA HANSEN RODRÍGUEZ  
VÍCTOR JAVIER BOURGUETT ORTIZ

*SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA URBANA  
COORDINACIÓN DE TECNOLOGÍA HIDRÁULICA*

*JIUTEPEC, MORELOS  
MAYO DE 2009*

---

---

## **REVISIÓN H. AYUNTAMIENTO DE QUIROGA**

Prof. J Abel Martínez Rojas  
Presidente Municipal de Tzintzuntzan, Michoacán

C. Espiridión Ponciano Reyes  
Director anterior del OOAPAS

C. Luis Enrique Rendón Felices  
Director actual del OOAPAS

## **REVISIÓN IMTA**

M.I. Víctor Bourguett Ortiz  
Subcoordinador de Hidráulica Urbana

## **REVISIÓN FGRA, I.A.P.**

M.C. Ramón Pérez Gil Salcido  
Director del Programa Agua

---

---

# CONTENIDO

Página

## INTRODUCCIÓN

<b>1.</b>	<b>DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD.....</b>	<b>1</b>
1.1	UBICACIÓN GEOGRAFÍA.....	1
1.2	DEMOGRAFÍA .....	1
<b>2.</b>	<b>INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....</b>	<b>3</b>
2.1	CAPTACIONES .....	3
2.2	CONDUCCIONES Y REGULARIZACIÓN.....	6
2.3	DISTRIBUCIÓN (TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS, CAJAS DE VÁLVULAS Y TOMAS DOMICILIARIAS).....	8
2.4	CONSERVACIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA .....	9
<b>3.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR .....</b>	<b>11</b>
3.1	BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE SECTORES.....	11
3.2	ACCIONES REALIZADAS DENTRO DEL SECTOR .....	12
3.2.1	VISITAS TÉCNICAS .....	12
3.2.2	RECORRIDOS DE CAMPO .....	15
3.2.3	MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMESTICAS .....	16
3.2.4	UBICACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO .....	18
3.2.5	ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	19
3.2.6	INSTALACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	21
3.2.7	REVISIÓN DE PLANOS TOPOGRÁFICO EN LAS ZONAS BAJO ESTUDIO.....	23
3.2.8	DETECCIÓN Y LOCALIZACIÓN DE FUGAS NO VISIBLES.....	25
3.2.9	VINCULACIÓN PREDIO CONTRATO E IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE TOMAS. ....	26
3.2.10	MANTENIMIENTO Y/O SUSTITUCIÓN DE VÁLVULAS.....	30
3.2.11	ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS FINALES DE DISTRIBUCIÓN, POSTERIORES A LOS TRABAJOS DE MEJORAMIENTO. ....	32
3.2.12	LIMITES DEL SECTOR IMPLEMENTADO.....	35
3.3	ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA FÍSICA .....	37
3.3.1	LECTURAS DE LA MUESTRA DE MICROMEDIDORES.....	37
3.3.2	LECTURAS DEL MACROMEDIDOR INSTALADO EN LA ESTACIÓN DE AFORO. ....	39
<b>4.</b>	<b>ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL DEL OOPAST .....</b>	<b>40</b>
<b>5.</b>	<b>INDICADORES DE GESTIÓN .....</b>	<b>41</b>
<b>6.</b>	<b>EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>7.</b>	<b>DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....</b>	<b>44</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>46</b>

---

---

# INTRODUCCIÓN

El presente documento denominado “*Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños*” ha sido patrocinado mediante un convenio firmado entre la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

Considerando la importancia que representa el funcionamiento del organismo operador de agua potable de la cabecera municipal de Tzintzuntzan en el continuo mejoramiento ambiental de la cuenca del lago de Pátzcuaro, y tomando en cuenta los resultados alentadores obtenidos de estudios anteriores de detección y reparación de fugas nos motivan a dar continuidad con los trabajos de sectorización como parte del programa de Reducción Integral de Pérdidas, con el fin de operar ordenadamente y de forma más controlada la red de distribución.

El presente trabajo está orientado hacia el mejoramiento de los servicios de agua potable de la cabecera municipal de Tzintzuntzan, Michoacán. Está basado en información colectada, ordenada y analizada en coordinación con el Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Municipio de Tzintzuntzan (OOAPAST), en mediciones y trabajos de campo realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH).

El estudio se ha desarrollado en siete capítulos y los anexos correspondientes. En el capítulo uno se presenta un bosquejo general de la localidad, básicamente su ubicación geográfica y demografía

En el capítulo dos se describe la infraestructura hidráulica de agua potable existente, el estado actual de las captaciones y capacidades, conducciones, regularización y distribución de agua potable.

En el capítulo tres se describen e ilustran las actividades realizadas en el mejoramiento del servicio con la implementación del sector (muestreo de presiones, delimitación del sector, detección de fugas, desazolve de cajas de válvulas, reparación y mantenimiento de válvulas, actualización del catastro de la red de distribución, instalación de muestra de micromedidores, construcción de estación de aforo, instalación de macromedidor, vinculación predio-contrato, eficiencia física de distribución).

En el capítulo cuatro se muestra el resultado del análisis del sistema financiero y comercial del OOAPAST.

En el capítulo cinco se presentan los indicadores de gestión, mismos que fueron calculados para los Organismos Operadores de Pátzcuaro, Quiroga y Erongarícuaro para poder ser comparados.

---

---

En el capítulo seis se presentan los equipos utilizados en la detección y localización de fugas no visibles en la red de distribución de agua potable de la localidad; especificaciones técnicas y características.

En el capítulo siete se presentan las acciones y medios utilizados para dar a conocer las actividades a realizar en la localidad con el fin de informar y obtener el apoyo y concientización de la población.

Finalmente, en el capítulo ocho se exponen las conclusiones y recomendaciones técnicas, más relevantes para mantener el desarrollo del sistema de agua potable de Tzintzuntzan, Michoacán.

---

# 1. DATOS GENERALES DE LA LOCALIDAD

## 1.1 Ubicación geográfica

La localidad de Tzintzuntzan es cabecera municipal del municipio del mismo nombre. Tzintzuntzan significa "Lugar de colibríes", se localiza al centro del estado de Michoacán, en las Coordenadas 19°37' de Latitud Norte y 101°34' de Longitud Oeste, a una altura de 2,050 msnm. Limita al Norte con Quiroga, al Noroeste con Morelia; al Este con Lagunillas; al Suroeste con Huiramba, al Sur con Pátzcuaro; al Oeste con Erongarícuaro (ver Figura 1-1). La localidad de Tzintzuntzan tiene una superficie de 0.3 km<sup>2</sup>, que corresponde al 0.18% del área total del municipio.



Figura 1-1 Localización de la localidad de Tzintzuntzan, Michoacán.

Al Municipio de Tzintzuntzan lo comunican la carretera federal Número 15 Morelia- Quiroga-Tzintzuntzan y la autopista Morelia-Pátzcuaro-Tzintzuntzan.

## 1.2 Demografía

A finales del año 2004 el IMTA realizó una verificación del padrón de usuarios del OOAPAS<sup>1</sup>, encontrando los resultados que se muestran en la Tabla 1-1-1.

Entonces, con el índice de hacinamiento de 4.68 habitantes por toma domiciliaria doméstica, se estimó que en el año 2004 había 4,689 habitantes servidos con agua potable, que si se aplica la cobertura del 85% del servicio, se tiene una población total en Tzintzuntzan de 5,516 habitantes, con base a esta población también se estimó que para el año 2015 habitarán en la localidad alrededor de

<sup>1</sup> Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Tzintzuntzan, IMTA, 2005.

5,996 personas, que se abastecerán con un total de aproximadamente 1,281 tomas domiciliarias domésticas.

Tabla 1-1-1. Tomas domiciliarias verificadas por el IMTA en el año 2004.

SITUACIÓN	TOMAS					TOTAL
	DOMÉSTICAS	COMERCIALES	INDUSTRIALES	HOTELES	PÚBLICAS	
REGULARES	959	92	2	0	17	1,070
IRREGULARES	43	0	1	1	1	46
<b>SUBTOTAL</b>	<b>1,002</b>	<b>92</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>1,116</b>
DESHABITADOS	74	0	0	0	0	74
<b>TOTAL</b>	<b>1,076</b>	<b>92</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>1,190</b>

Actualmente parte de esta información se verificó en campo, así en el sector poniente se actualizara el padrón de usuarios del propio OOAPAS, por tanto, en el presente documento, específicamente en el subcapítulo 3.2.9 Vinculación, se informa la población y tomas existentes dentro del Sector Poniente.

## 2. INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

### 2.1 Captaciones

El agua que utiliza actualmente para abastecimiento urbano la localidad de Tzintzuntzan es de dos tipos de fuentes, agua subterránea captada a través de un pozo localizado al poniente de la localidad que opera de 7:00 a 15:00 hrs., es decir 8 hr y se extraen 21 l/s en promedio (registros de macromedidor de enero a octubre de 2008), este dato se comprobó con mediciones en sitio haciendo uso de un equipo portátil ultrasónico<sup>2</sup> con el cual se determinó un caudal de 22.5 l/s; la otra fuente es superficial y se trata de un manantial ubicado, al norte de la ciudad denominado "Ojo de Agua" que produce 9.2 l/s (registros del macromedidor) y corroborados en sitio con el equipo portátil ultrasónico con el cual se determinó un caudal de 8.7 l/s. siendo variable su operación, entre 2 y 3 horas, según las necesidades de agua en algunas zonas de la población. Existen otras dos fuentes más (norias) que abastecen unos ranchos y un grupo de familias, pero que no se incluyeron en el cálculo del balance hidráulico de la localidad ni del sector implementado.

En la Tabla 2-1 se muestran las características de las captaciones que suministran el agua a la localidad de Tzintzuntzan.

Tabla 2-1. Características de las captaciones de agua potable para Tzintzuntzan.

Captación	Localización	Diámetro de succión	Diámetro de descarga	Tipo de bomba	Gasto medio de extracción	Horas de operación
Pozo	Entre Aristeo Mercado e Hidalgo	6"	6"	Sumergible	21.0	8
Manantial	Sobre la avenida Lázaro Cárdenas	4"	4"	Vertical	9.2	2 a 3

En la Fotografía 2.1 se muestra la ubicación del pozo del Mezquite, incluyendo una vista general y los componentes que integran el tren de descarga, así como del equipo portátil ultrasónico instalado para determinar el caudal extraído. En la Fotografía 2.2 se muestra la ubicación del manantial denominado "Ojo de agua" y el equipo de bombeo, también se determinó el caudal de extracción con el equipo ultrasónico; finalmente en la Fotografía 2.3 se muestra una de las norias visitadas que a decir del operador, el Sr. Trinidad, solo abastece una pequeña zona (El Rancho y tomas ribereñas al Lago de Pátzcuaro) no presta servicio a la cabecera Municipal; la noria está ubicada a un costado de la estación de bombeo del manantial "Ojo de Agua", dentro del mismo predio. La extracción se realiza con una bomba tipo pluma de 15 HP, anteriormente se tenía una bomba de 10 HP, el operador comentó que el equipo opera alrededor de 3 horas diarias y que actualmente el nivel de la noria ha disminuido considerablemente por nuevas

<sup>2</sup> Ver Anexo: Mediciones con equipo portátil ultrasónico, Tzintzuntzan

perforaciones realizadas por otros usuarios sobre el paso subterráneo de donde se abastece dicha noria (a un costado de la carretera Tzintzuntzan-Quiroga).



Fotografía 2.1 Fuente de producción (Pozo Mesquite) y Aforo del pozo con equipo portátil.



Protección del manantial Ojo de agua



Acercamiento del manantial Ojo de agua



Equipo de bombeo y medición del manantial



Equipo de medición en el manantial Ojo de agua

Fotografía 2.2 Fuente de producción (Manantial Ojo de agua) y aforo con equipo portátil.



Fotografía 2.3 Fuente de producción (Noria) que abastece unas tomas de la ribera del Lago.

El agua extraída y captada de la fuente subterránea y superficial es suministrada a tanques de regularización y posteriormente se distribuye a la red. En la Tabla 2-2 se indican las estructuras abastecidas con el agua de las fuentes de producción.

Tabla 2-2. Estructuras abastecidas por el pozo y manantial.

Nombre de la captación	Estructuras abastecidas
Pozo profundo "el Mezquite"	Tanque principal; con una capacidad de 300 m <sup>3</sup>
Manantial Ojo de Agua I	Tanque Ojo de Agua; con una capacidad de 60 m <sup>3</sup>

## 2.2 Conducciones y regularización

En el sistema de agua potable de la localidad de Tzintzuntzan existen varias conducciones, que van desde las captaciones a los tanques de regularización, así como a puntos estratégicos a la red de distribución. Para la distribución del servicio de agua potable, se cuenta con 2 tanques para toda la localidad. Son tanques superficiales de mampostería y concreto. En la Tabla 2-3 se presenta un resumen de las conducciones del sistema de agua potable y la Tabla 2-4 presenta una relación de los tanques con su estado físico actual.

Tabla 2-3 Conducciones del sistema de agua potable de Tzintzuntzan.

NOMBRE DE LA CONDUCCIÓN	TRAYECTORIA	DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (m)
Pozo profundo	Al Tanque principal	6	440
Tanque principal	A la red de distribución	6	1,585
Manantial Ojo de Agua	Al Tanque Ojo de Agua	4	343
Tanque Ojo de Agua	A la red de distribución	6	1,154

Tabla 2-4 Relación de tanques existentes en la red de Tzintzuntzan.

No.	TANQUE	ESTADO DEL TANQUE	CAPACIDAD (m <sup>3</sup> )
01	Tanque principal	Buen estado	300
02	Tanque Ojo de Agua	Estado Regular	60

El Tanque principal "Mezquite" cubre la mayor área con servicio en la localidad, siendo su cobertura de aproximadamente del 90%. En Fotografía 2.4 se presentan los tanques de regulación que abastecen a la red de distribución de la localidad. Como se observa en las fotografías, los tanques se encuentran en buenas condiciones, sin embargo, se reitera nuevamente no se cuenta con ningún tipo de protección, tampoco existe un programa de mantenimiento preventivo, como lo es la limpieza, pintura o impermeabilización.



Tanque principal, vista exterior superior.



Vista interior, etapa de vaciado



*Tanque Ojo de Agua (vista superficial)*

Fotografía 2.4 Infraestructura de almacenamiento y distribución existente en Tzintzuntzan.

## 2.3 Distribución (Tuberías principales, secundarias, cajas de válvulas y tomas domiciliarias)

La red primaria se compone de tubería PVC y fierro galvanizado, cuyos diámetros varían desde 2" a 4" pulgadas, se tienen cuantificados<sup>3</sup> 14,338 m, y 2,516 m con diámetro de 6" como líneas de conducción, sumando una longitud total de tubería de 16,854 m. Respecto a toma domiciliaria, existen tres tipos de instalaciones: manguera, galvanizado y cobre, estos materiales los compra el usuario directamente, lo que provoca que se utilicen diversas calidades de materiales y consecuentemente se propicie falla por fuga<sup>4</sup> sobre la toma domiciliaria.

No existe el departamento de operación, tres personas son responsables de la operación del sistema de abastecimiento y distribución de agua potable, dos personas se encargan de operar y vigilar las bombas, uno para cada captación, y una tercera persona para distribución del servicio, el cual realiza los movimientos de válvulas en diferentes horarios desde las 7:00 a.m. hasta las 15:00 p.m. Entre los tres empleados se encargan de vigilar y mantener el adecuado funcionamiento de la infraestructura de agua potable y de alcantarillado durante las 24 horas del día todos los días del año; realizan las operaciones necesarias para controlar: el bombeo del pozo y del manantial, y los niveles del agua en tanques. Asimismo se encargan de la reparación de fugas, atienden las solicitudes de instalación de nuevas tomas domiciliarias y realizan las labores de cancelación del servicio a usuarios morosos. No se realizan labores de mantenimiento preventivo en las instalaciones electromecánicas de pozos y tanques, únicamente mantenimiento correctivo.

Por lo tanto se dispone de cinco empleados que atienden el servicio de agua potable y saneamiento, por debajo de la media nacional donde se recomiendan cinco empleados por cada mil tomas (se atienden en el año 2008 cerca de 1,120 tomas).

---

<sup>3</sup> *Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del lago de Pátzcuaro, Informe final de Tzintzuntzan, IMTA, 2005.*

<sup>4</sup> *Estudios de Detección y Reparación de fugas para Incrementar la Eficiencia Física de cuatro Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS), ribereños del Lago de Pátzcuaro. Informe final de Tzintzuntzan IMTA 2005*

## 2.4 Conservación del agua en el sistema

Las acciones que incrementan y controlan la eficiencia física se muestran a continuación en la Tabla 2-5.

Tabla 2-5 Acciones que incrementen y controlan la eficiencia física.

INCREMENTAN	CONTROLAN
Localización y reparación de fugas en tomas domiciliarias	Sectorización de la red de distribución
Localización y reparación de fugas en cajas de válvulas	Formación de recursos humanos en eficiencia física
Localización y reparación de fugas en tuberías principales, secundarias y tanques	Macro medición
	Catastro de infraestructura hidráulica y de redes
	Control operacional
	Control de fugas

En el año 2004-2005 el IMTA realizó el estudio del *Diagnóstico integral de los Organismos Operadores de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (OOAPAS) Pátzcuaro, Tzintzuntzan, Erongarícuaro y Quiroga de la cuenca del Lago de Pátzcuaro*, se determinó para la localidad una eficiencia física de 61% del volumen total suministrado, es decir 39% de agua no contabilizada; para ello fue necesario realizar aforos en las fuentes de abastecimiento con equipo portátil por un día de operación de las fuentes para determinar la producción; los consumos domésticos se determinaron mediante una muestra de 10 micromedidores instalados aleatoriamente a usuarios de la localidad, donde se tomaron los registros de una semana.

En el año 2005 el IMTA llevó a cabo las acciones que incrementan la eficiencia física mediante el *Estudio de detección y reparación de fugas para incrementar la eficiencia física de cuatro OOAPAS, ribereños del lago de Pátzcuaro*, y en donde se determinó: Se cubrieron un total de 16.03 km de red inspeccionada con geófono incluyendo la revisión de tomas domiciliarias; se localizaron 7 fugas no visibles y 4 visibles no situadas, todas las fugas se detectaron en toma domiciliaria, se determinó una incidencia de fugas de 0.68 fugas por kilómetro de red y una estimación de volúmenes intermitentes de agua pérdida de 4.3 l/s. Se incrementó la presión en algunas zonas pasando de deficiente (menos de 0.5 kg/cm<sup>2</sup>) a suficiente (0.5 a 1 kg/cm<sup>2</sup>). La causa principal de las fugas fue la calidad deficiente de los materiales, y mala instalación. Se determinó una eficiencia física del 80.6% que habría que monitorear de forma permanente, se recomendó llevar a cabo un programa de sectorización y programa permanente de control y reparación de fugas para mantener y si era posible incrementar la eficiencia física al 85%.

En el presente año 2008 se continúa con el proceso de Reducción Integral de Pérdidas, mediante la sectorización y formación de recursos humanos con el presente trabajo denominado *Sustentabilidad de los OOAPAS ribereños* que concluirá en el año 2011.

### 3. IMPLEMENTACIÓN DEL SECTOR

#### 3.1 Beneficio de la implementación de sectores

Se entiende por sector, parte de la red de distribución de agua, que puede independizarse del resto de la red hidráulica por medio de maniobras en las válvulas de seccionamiento o instalación de las mismas en los límites propuestos del sector, esto con la finalidad de analizar la distribución a partir de un solo punto de suministro o por varios de ellos controlados con medidores volumétricos.

El principal objetivo de la implementación de sectores es la reducción y control de pérdidas en las redes de distribución, además se conocen los materiales de la red de distribución, capacidades de conducción y vida útil, se monitorean las eficiencias periódicamente mediante los volúmenes suministrados y consumidos, determinados por los micro y macromedidores instalados.

En la implementación de un sector existen dos variables importantes que se deben conocer dentro del área propuesta, las presiones en la red de distribución y los volúmenes entregados a la red. Respecto a los volúmenes, estos son medidos en las estaciones de aforo que generalmente vienen a ser los tanques que entregan el agua al sector, dichos volúmenes ayudan a estimar las demandas en la zona, los volúmenes suministrados a la red y el potencial de pérdidas existentes. Las presiones se deben registrar en diversos puntos de la red de distribución o en toma domiciliaria y son indicadores de la variabilidad en la calidad del servicio, esto es, si el agua es capaz de llegar a los tinacos de las casas evitando el uso de equipos de bombeo.

Es necesario también contar con los planos actualizados del catastro de la red de distribución para llevar a cabo los trabajos de aislamiento de la zona del sector, y en caso que no se cuenten con planos confiables o actualizados, se deberán actualizar para determinar correctamente las zonas límite del sector.

Otras ventajas de la implementación y operación de sectores son: se reduce el área de operación concentrando el servicio por sectores, se optimizan los trabajos de las brigadas de operación y reparación de fugas al concentrarse en un solo sector, es menos complicado trabajar sobre un área delimitada de la localidad que sobre toda la localidad en su conjunto, se facilita la detección de zonas con problemas de fugas, se evita que el agua recuperada en un sector ingrese a otros sectores donde no se ha llevado a cabo el programa de reducción de pérdidas, se facilita la planeación de la sustitución de tramos de tubería y tomas domiciliarias que han presentado repetidamente fallas, se identifican tomas clandestinas al realizar periódicamente balances de agua, la finalidad es reducir gradualmente el servicio tandeado al ir recuperando mayores caudales de agua en la localidad.

## 3.2 Acciones realizadas dentro del sector

### 3.2.1 Visitas técnicas

La primera actividad realizada en esta localidad fue una visita técnica al Organismo operador. El director el C. Espiridión Ponciano a quien se le solicitó información existente sobre el sector propuesto a implementarse, como son planos topográficos existentes, padrón de usuarios, redes de agua potable y alcantarillado; se propuso al organismo trabajar conjuntamente mediante un convenio de colaboración en la implementación del sector denominado "Poniente" y como primera actividad el compromiso de desazolve y limpieza de las cajas de válvulas para realizar el levantamiento de fichas técnicas y actualizar la red de distribución.

En la siguiente visita y con plano en mano se procedió a realizar un recorrido de reconocimiento en compañía del personal del OOAPAS y la UMSNH, con la finalidad de identificar la zona a trabajar, la ubicación de los límites del sector poniente y de las cajas de válvulas límite (ver Fotografía 3.1). Al personal del OOAPAS se le encomendó la tarea de darles mantenimiento a todas las válvulas con fuga. En la siguiente Fotografía 3.2 se muestra el estado en que se encontraron las cajas de válvulas.



*Inspección de cajas de válvulas dentro del sector Poniente*

Fotografía 3.1 Personal del Organismo, IMTA y UMSNH inspeccionando válvulas límite.



*Cajas de válvulas llenas de agua por fuga en válvulas (desgaste de vástagos y estoperos)*



*Cajas de válvulas llenas de basura, así como de otras con lodo en el interior*

Fotografía 3.2 Estado de las válvulas antes de darles mantenimiento.

Se nos proporcionó la información del funcionamiento de operación del servicio de agua, días de operación de cada zona, horarios de servicio, entre otros datos. Se revisó el tanque principal de almacenamiento y personal de operación del organismo explicó cómo se distribuye el agua por medio de válvulas a la salida del tanque y en la zona de influencia. Se determinó el gasto de la línea de llegada del tanque principal con un gasto de 22.2 l/s, también se visitó el pozo de agua potable "Mezquite" para realizar una medición con el equipo ultrasónico portátil resultando una extracción de 22.5 l/s<sup>5</sup>, así mismo se verificó la extracción del manantial "Ojo de Agua" con un caudal de 8.7 l/s

La Fotografía 3.3 y Fotografía 3.4 ilustran las actividades descritas en el párrafo anterior.

<sup>5</sup> Consultar el archivo anexo: Mediciones Pozo Mesquite



Fotografía 3.3 Medición con equipo ultrasónico portátil en manantial Ojo de Agua, Tzintzuntzan.



*Medición con equipo ultrasónico portátil en la línea de conducción al tanque principal.*



*Medición con equipo ultrasónico en la línea del pozo Mezquite.*

Fotografía 3.4 Medición con equipo ultrasónico portátil en tanque y pozo principal de Tzintzuntzan

### 3.2.2 Recorridos de campo

Se visitó la localidad para hacer un recorrido por el sector el día y horario en que se suministra el servicio de agua para verificar que efectivamente el sector a implementar cuente con servicio y las zonas adyacentes no, e identificar que acciones se requieren para que el sector quede aislado del resto de la red de distribución.

Este recorrido se realizó en forma conjunta, con personal del OOAPAS, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMNSNH), poniéndose atención al tipo de vivienda y los límites iniciales del sector, se detectó que en el sector existen terrenos baldíos, casas abandonadas, existe una pendiente moderada y desperdicios de agua (ver Fotografía 3.5) dado que se tiene un servicio tandeado y los usuarios dejan la llave abierta sin control para almacenarla en sus cisternas.



Fotografía 3.5 Desperdicio de agua en diferentes sitios de la localidad.

También se situó el punto de medición (estación de aforo), el cual quedó a la salida del tanque, como se muestra en la siguiente Fotografía 3.6. El servicio del sector poniente se brinda por zonas de forma tandeada los días lunes, miércoles y viernes, con un horario de servicio de 07:00 a las 14:00 horas.

El sector a implementarse (Poniente) será abastecido por el Tanque principal (300 m<sup>3</sup>) localizado al sur de la localidad y el cual recibe agua subterránea a través del pozo Mezquite localizado al poniente de la localidad, con un gasto de extracción de 22.5 l/s, el pozo opera 8 hr. los 365 días del año. El sector limita al norte con el Lago de Pátzcuaro, al Sur con la calle Tata Placido, al Oriente con la Av. Lázaro Cárdenas y al Poniente con la calle Mezquite.



Fotografía 3.6 Ubicación de la estación de aforo, a la salida del tanque principal.

### 3.2.3 Muestreo de presiones en tomas domesticas

Al efectuarse los recorridos de campo con el personal del OOPAS se fueron tomando presiones de forma aleatorio en las tomas domiciliarias para evaluar la calidad en el servicio y constatar tuvieran agua como corresponde de acuerdo al programa de servicio que presta el organismo.

Con esta actividad se constató que las presiones en los domicilios son bajas por abajo de  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ . De acuerdo con los resultados registrados se le propuso al OOPAS incrementar el horario de servicio con la finalidad de tomar nuevamente presiones, para así verificar si dando más tiempo de servicio mejoran las condiciones en el sector.

En la siguiente Fotografía 3.7 se muestran las lecturas obtenidas del muestreo de presiones en tomas domiciliarias.

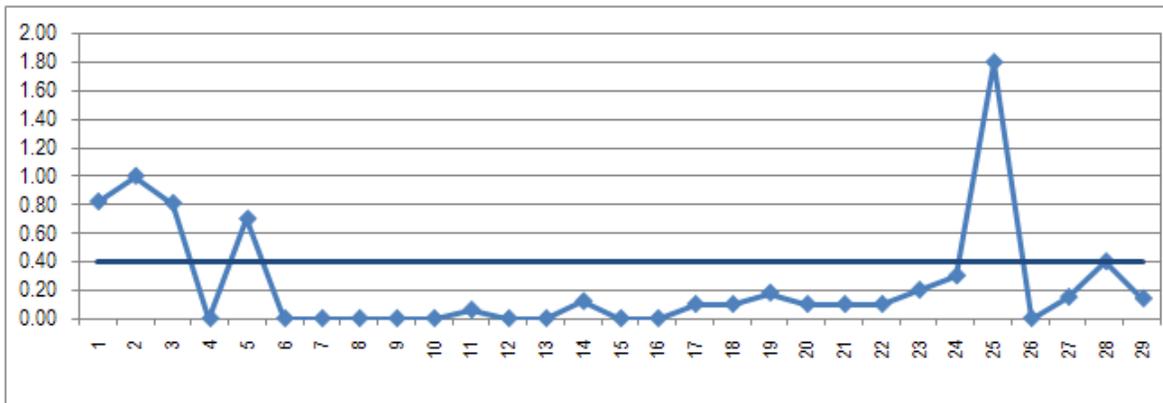


Fotografía 3.7 Muestreo de presiones en tomas domiciliarias.

En la Tabla 3-1 y Gráfica 3-1 se presentan los registros de las presiones tomadas en la inspección física del sector en su primer muestreo, siendo el promedio de estos datos de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 3-1. Inspección física del sector. Toma de presiones 16 y 17/oct/2008.

Verificación del Seccionamiento							
Lecturas de presión (kg/cm <sup>2</sup> ) y hora de toma de lecturas							
PTO	DOMICILIO	PRESIÓN	HORA	PTO	DOMICILIO	PRESIÓN	HORA
1	Plaza (frente a kiosko)	0.82	11:50	16	Progreso # 253	s/presion	11:03
2	Plaza (jardin)	1.00	11:53	17	Progreso # 58	0.10	11:06
3	L.Cardenas # 1	0.81	11:58	18	M.Hidalgo # 238	0.10	11:10
4	Hidalgo # 70	s/agua	12:00	19	Progreso # 50	0.18	11:15
5	Av.Lazaro Cardenas # 91	0.70	12:06	20	Tariacuri # 500	0.10	11:25
6	Aristeo Mercado	s/agua	12:15	21	Tariacuri (construccion)	0.10	11:27
7	G.Victoria Pte # 17	s/presion	12:22	22	B.Juarez	0.10	11:33
8	G.Victoria Pte # 5	s/presion	12:30	23	M.Hidalgo (frente a cruz)	0.20	11:38
9	G.Victoria Esq.	s/presion	12:44	24	M.Hidalgo (casa verde junato a tienda)	0.30	11:47
10	G.Victoria # 183	s/presion	12:52	25	M.Hidalgo y Mezquite # 195 (del tanque)	1.80	11:53
11	Tariacuri # 59	0.06	10:35	26	Tariacuri (casa de tablas)	no hay	12:00
12	Hospital # 163	s/presion	10:42	27	Magdalena # 53	0.15	12:07
13	Hospital # 260	s/presion	10:50	28	L.Cardenas y Av. Yacatas (esquina)	0.40	12:51
14	Hospital # 25	0.12	10:53	29	L.Cardenas (OOAPAS)	0.14	01:03
15	Aristeo Mercado # 195-A	s/serv	10:57				



Gráfica 3-1 Comportamiento de las presiones en el sector (Primer muestreo).

### 3.2.4 Ubicación y construcción de la estación de aforo

Se seleccionó el sitio de medición del sector en forma conjunta con personal del OOAPAS, quedando ubicado a la salida del tanque principal en calle Tata Placido esq. Zaragoza, personal del organismo construyó el registro para alojar el equipo de medición en una tubería de PVC de 6", en la siguiente Fotografía 3.8 se muestra el procedimiento de dicha actividad.



*Piezas especiales y macromedidor*



*Colocación del macromedidor*



*Construcción del registro*



*Estación de aforo concluida*

Fotografía 3.8 Proceso de construcción de la Estación de aforo a la salida del tanque principal.

Cabe mencionar que el registro no tiene tapa de protección aún, al respecto el director del OOAPAS el C Luis Enrique Rendón se comprometió a concluir la obra con los recursos del convenio entre el IMTA y el H Ayuntamiento.

Debido a que el macromedidor instalado es nuevo, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Las características y especificaciones técnicas del medidor tipo turbina de 6" modelo H 4000 marca ELSTER se detallan en el Anexo Características Equipos de Medición

### 3.2.5 Actualización del catastro de la red de distribución

Esta actividad se inició con un recorrido por el sector en compañía con personal de operación del OOAPAS, quienes indicaron diámetros y materiales de la tubería de la red de distribución, también se identificaron y revisaron las cajas de válvulas y se les solicitó al personal del organismo diera mantenimiento, que consistió principalmente en limpieza y desazolve de dichas cajas, para posteriormente realizar la actualización de catastro.

Una vez que el organismo concluyó la limpieza de las cajas de válvulas, se realizó el levantamiento de datos técnicos a cada una de ellas, elaborando las correspondientes fichas de desazolve de válvulas, mediante las cuales se revisó y analizó la información para actualizar los datos existentes de la red de distribución de agua potable, la siguiente Fotografía 3.9 muestra el procedimiento<sup>7</sup> de desazolve.



Desazolve en Calle Cantarito esq. M. Hidalgo



Calle Guadalupe Victoria esq. Hospital



Levantamiento de fichas técnicas para actualizar el catastro de la red de distribución



Fotografía 3.9 Proceso de la actualización de la red de distribución.

<sup>7</sup> Las fichas técnicas elaboradas dentro de esta actividad van incluidas en el anexo: Fichas de desazolve

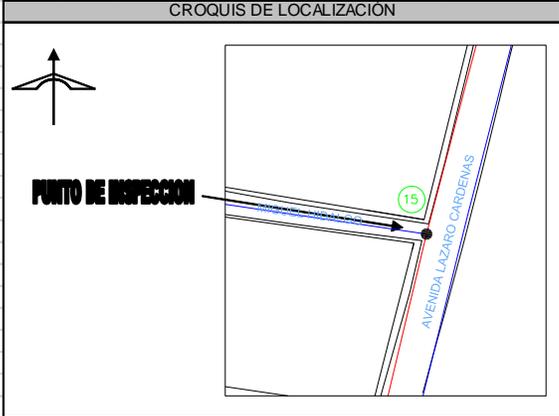
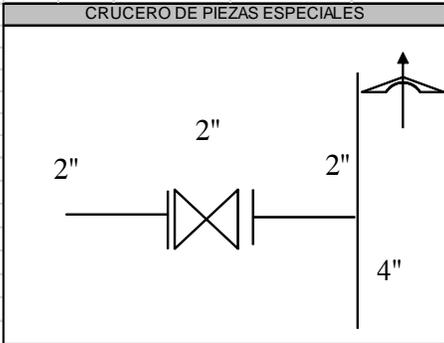
	<b>INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA</b>												
	<b>MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA FISICA EN EL OOAPAS DE TZINTZUNTZAN</b>												
	<b>LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN</b>												
	<b>FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJAS DE VALVULAS</b>												
<b>SECTOR</b>	<b>UBICACIÓN Y REFERENCIAS</b>	<b>COLONIA</b>	<b>REGISTRO</b>										
	MIGUEL HIDALGO PONIENTE ESQUINA CON LAZARO CARDENAS	CENTRO	15										
<b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b>		<b>CARACTERÍSTICAS DE LA VALVULA</b>											
		<table border="1"> <tr><td>MATERIAL</td><td>Fo.Fo.</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>COMPUERTADADO</td></tr> <tr><td>DIAMETRO</td><td>2"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td>-----</td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>1.00 m</td></tr> </table>		MATERIAL	Fo.Fo.	TIPO	COMPUERTADADO	DIAMETRO	2"	MARCA	-----	PROFUNDIDAD (m)	1.00 m
MATERIAL	Fo.Fo.												
TIPO	COMPUERTADADO												
DIAMETRO	2"												
MARCA	-----												
PROFUNDIDAD (m)	1.00 m												
		<b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VALVULA</b>											
		<table border="1"> <tr><td>BUENO</td><td>X</td></tr> <tr><td>REGULAR</td><td></td></tr> <tr><td>MALO</td><td></td></tr> <tr><td>REQUIERE SUSTITUCIÓN</td><td></td></tr> </table>		BUENO	X	REGULAR		MALO		REQUIERE SUSTITUCIÓN			
BUENO	X												
REGULAR													
MALO													
REQUIERE SUSTITUCIÓN													
		<b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b>											
		<table border="1"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>CONCRETO</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td></td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td></td></tr> </table>		MATERIAL DE LA TAPA	CONCRETO	CONDICIONES DE LA TAPA		TIPO DE SUELO					
MATERIAL DE LA TAPA	CONCRETO												
CONDICIONES DE LA TAPA													
TIPO DE SUELO													
		AFORO(l/s)= Estimado											
<b>ESTADO ANTES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b>		<b>ESTADO DESPUES DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b>											
													
<b>OBSERVACIONES:</b>													
<b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>		<b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>											
		se tiene pequeña fuga en la línea de 4"											

Figura 3-1 Ficha de desazolve de cajas de válvulas.

### 3.2.6 Instalación y supervisión de la muestra de micromedidores.

Esta actividad se llevo a cabo con el fin de de obtener un volumen medido consumido, se propuso una muestra (ver Tabla 3-2) de 20 micromedidores instalados de forma aleatoria (0 usuarios aceptaron instalación de medidor, como resultado del cuestionario aplicado con anterioridad y que forma parte de la actividad de vinculación predio-contrato), sin embargo solo se consiguió instalar 15 medidores dado que los usuarios se resisten por temor a incrementos en sus tarifas o a ser monitoreados. Los volúmenes obtenidos con esta muestra se extrapolaron a todos los usuarios del propio sector para determinar de forma estimada el consumo del sector.

Tabla 3-2 Propuesta de Medidores instalados en el sector poniente.

Tzintzuntzan	Micromedidores	
	Uso Doméstico	Uso Comercial
Sector Poniente	15	5

A continuación en la siguiente Tabla 3-3 se muestra la relación de los domicilios donde se instalaron los medidores (con previo consentimiento de los usuarios al personal de operación y al propio director del OOAPAS y condicionado a retirarlos en cuanto concluya el estudio), y la siguiente Fotografía 3.10 muestra la instalación de los micromedidores nuevos y la fachada de los domicilios donde se instalaron. En el anexo: Fotográfico de micromedidores se presenta ficha de identificación de cada uno de los micros instalados. Cabe mencionar que en las oficinas del OOAPAS todavía se encuentra un lote de micro medidores que se propuso instalar como muestra y que no se pudo instalar en el año 2004, ni en los subsecuentes proyectos de los años 2005 y 2006, en la Fotografía 3.11 se muestra dicho lote como un antecedente de la resistencia que los usuarios tienen en contra de la instalación del medidor.

Tabla 3-3 Relación de micromedidores instalados en el sector poniente.

No.	DIRECCION	USO
1	MAGDALENA 53	Domestico
2	MAGDALENA 62	Domestico
3	HIDALGO	Domestico
4	HOSPITAL 520	Domestico
5	2 DE OCTUBRE	Domestico
6	AV. LAZARO CARDENAS 70	Domestico
7	AV. LAZARO CARDENAS 43	Domestico
8	ARISTEO MERCADO 253	Domestico
9	ZARAGOZA 296	Domestico
10	MIGUEL HIDALGO 519	Domestico
11	HIDALGO Y MAGDALENA	Domestico
12	TARIACURI SN	Domestico
13	TARIACURI ESQ. ZARAGOZA	Domestico
14	TARIACURI 170	Domestico
15	HOSPITAL 163	Domestico



*Instalación de micromedidor en Av. Lázaro Cárdenas No. 43 (Doméstico)*



*Instalación de micromedidor en Av. Lázaro Cárdenas No. 70 (Doméstico)*



Fotografía 3.10 Instalación de muestra de micromedidores en el sector poniente.



Fotografía 3.11 Lote de medidores que no se instalaron en año 2004.

Debido a que la totalidad de medidores instalados eran nuevos, no se realizaron pruebas de exactitud, y se asume que la medición es confiable. Las características y especificaciones técnicas de los medidores domiciliarios modelo MT-KD marca Bar meter se detallan en el Anexo Características Equipos\_Medición.

### **3.2.7 Revisión de planos topográfico en las zonas bajo estudio.**

Se delegó a la UMSNH la recopilación de información existente en toda instancia donde existiera información de planos topográficos de la localidad de Tzintzuntzan, con el fin de revisarla y dictaminar si la información es confiable para hacer uso de ella. Tomando en cuenta que la información recopilada en el OOAPAS, Obras Publicas, INEGI, CEAC, IMTA entre otras instituciones y todas difieren entre sí. La UMSNH se dio a la tarea de tomar en campo varios puntos con estación total para comprobarlos con los planos obtenidos y se evidencio tal diferencia, por tanto la UMSNH dictaminó realizar los levantamientos correspondientes de planimetría y altimetría para la localidad, para este caso en particular se realizo el levantamiento únicamente del sector denominado Poniente. La siguiente Fotografía 3.12 muestra los trabajos del personal de la UMSNH realizando el levantamiento topográfico. La siguiente Figura 3-2 muestra la planimetría y altimetría obtenidas del sector Poniente. En el anexo UMSNH\_Planos se tienen digitalizados en AutoCad los trabajos realizados; así como detalle de datos generados e informe de la actividad realizada por la Universidad Michoacana.



Fotografía 3.12 Levantamiento topográfico del sector implementado en Tzintzuntzan.

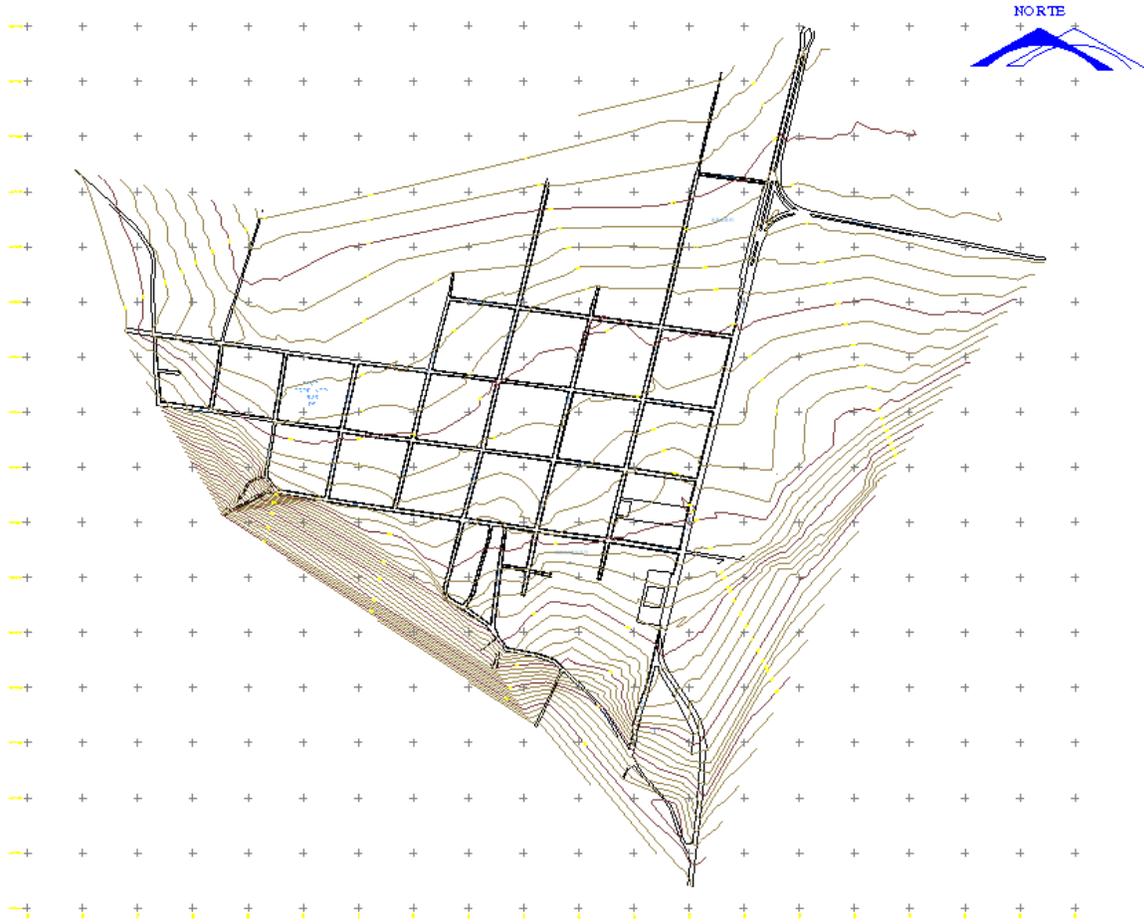


Figura 3-2 Levantamiento topográfico del sector poniente (Planimetría y Curvas de nivel).

### **3.2.8 Detección y localización de fugas no visibles.**

En instalaciones del CAPASE en Erongarícuaro se llevo a cabo la demostración de equipos de detección de fugas en redes de distribución a cargo de personal especializado en el tema. A dicha reunión asistieron los directores y representantes de los cuatro Municipios ribereños al Lago de Pátzcuaro. Donde se les informo las ventajas de contar con equipos especializados para la recuperación de volúmenes perdidos por fuga e identificación de tomas clandestinas y problemas en tomas (taponamientos), acciones que inciden directamente en el incremento de la eficiencia física y comercial así como el mejoramiento del servicio a los usuarios.

Posteriormente en Tzintzuntzan se capacitó en campo a dos brigadas en la detección de fugas no visibles con el equipo geófono de escucha, una brigada conformada por personal eventual que contrata el OOAPAS (Ruperto Urbano Vázquez y Francisco Barriga Pedraza.) y la otra brigada para la comunidad de Ihuatzio integrada por personal eventual que contrata el departamento de Urbanismo y Obras Publicas (Rigoberto García Silva y José G. Juan Francisco.); así se ilustra en la siguiente Fotografía 3.13. En el anexo de Detección de fugas se detalla la capacitación de la brigada.

La detección y localización de fugas no visibles dentro del propio sector se realizó en las dos primeras semanas de diciembre de 2008, se revisaron un total de 3.2 km. de red de distribución y respectivas tomas domesticas, se localizaron seis fugas en el sector, una de ellas en red de distribución y el resto en toma domestica. En el anexo de Detección de fugas se dan los pormenores.



*Demostración de equipo a representantes de los cuatro OOAPAS ribereños*



*Practica en campo del geófono*



*Brigada capacitada en la detección de fugas no visibles, Tzintzuntzan Mich.*

Fotografía 3.13 Capacitación en la Detección de fugas no visibles en el Sector Poniente.

Se brindo apoyo en calle Aristeo Mercado y Hospital donde se tenía una fuerte fuga de drenaje que a su vez contaminaba la red de agua potable a través de otra fuga en la red de distribución, incluso algunos usuarios se quejaron al OOAPAS por tal problema. Finalmente se detectó el problema con el geófono y personal del organismo atendió ambas fugas de ambos sistemas.

### **3.2.9 Vinculación predio contrato e identificación y clasificación de tomas.**

Se realizó la vinculación predio contrato y se identificaron los diferentes tipos de usos de las tomas domiciliarias que se ubican en el sector. Durante esta actividad se tuvo el inconveniente de casas en que no se encontró al usuario al momento de la encuesta por lo que se insistió en pasar una segunda y en ocasiones hasta una tercera vez; y como último recurso se procedió a preguntar a los vecinos, quienes confirmaron la sospecha que algunas de ellas se encuentran deshabitadas.

La información recopilada fue principalmente la siguiente: Identificación de cada domicilio, Nombre del usuario, Numero de medidor de CFE, Tipo de uso, Habitantes por domicilio, Tipo de almacenamiento, Si cuenta con micromedidor y si está dispuesto a que se le instale uno y finalmente observaciones. A continuación en la Figura 3-3 se muestra la información recopilada en campo y el formato utilizado para realizar la actividad de vinculación predio-contrato. La Fotografía 3.14 muestra acciones que personal de la UMSNH realizó en dicha actividad.

De los recorridos de vinculación se detectaron una población total en el sector de 1,421 habitantes (este valor se obtiene de multiplicar su índice de hacinamiento de 3.79, valor obtenido de las encuestas realizadas en las viviendas, por el total de tomas domésticas habitadas que proporcionaron información y que son 375), el total de tomas es de 693, incluyendo lotes baldíos, parcela y sin toma.



Tabla 3-4 Clasificación de las Tomas.

Descripción del tipo de Tomas	Cantidad Numero y %	
Total de Predios	693	100.00
Predios con Tomas Domésticas	491	70.9
Predios con Tomas Comerciales	76	11.0
Predios con Tomas Industrial	0	0.0
Predios con Toma de Uso Público Oficial	5	0.7
Lotes Baldíos	105	15.2
Parcela	14	2.0
Predios sin toma	2	0.3

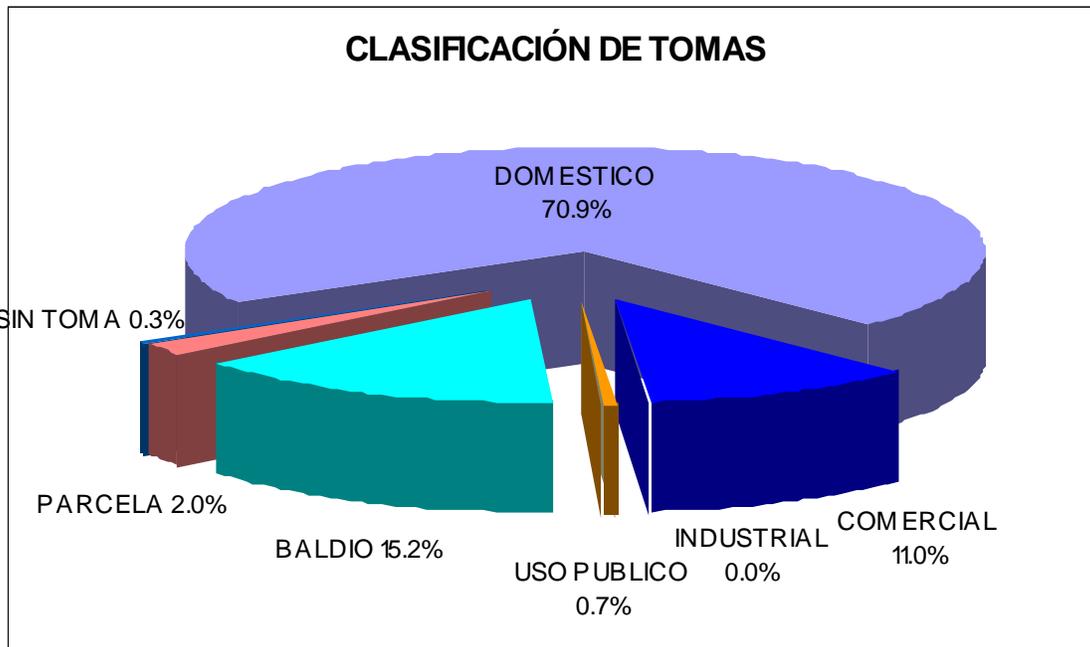


Figura 3-4 Clasificación de las tomas en los predios vinculados del Sector.

Finalmente se realizó un análisis de la situación actual de los predios con y sin toma, que se tienen identificados con respecto al padrón de usuarios que se tiene en el sistema del organismo operador. La siguiente Tabla 3.5 muestra la situación actual de los predios y la Figura 3-5 corrobora los datos.

Tabla 3.5 Situación actual de los predios.

Estatus de los predios	Cantidad Numero y %
Total de Predios	693 100.0%
Regular	167 24.1%
Irregular	5 0.7%
T. Banqueta	0 0.0%
Deudor	57 8.2%
Cancelada	1 0.1%
Abandonada	135 19.5%
En construcción	39 5.6%
Baldío	56 8.1%
No identificado	233 33.6%

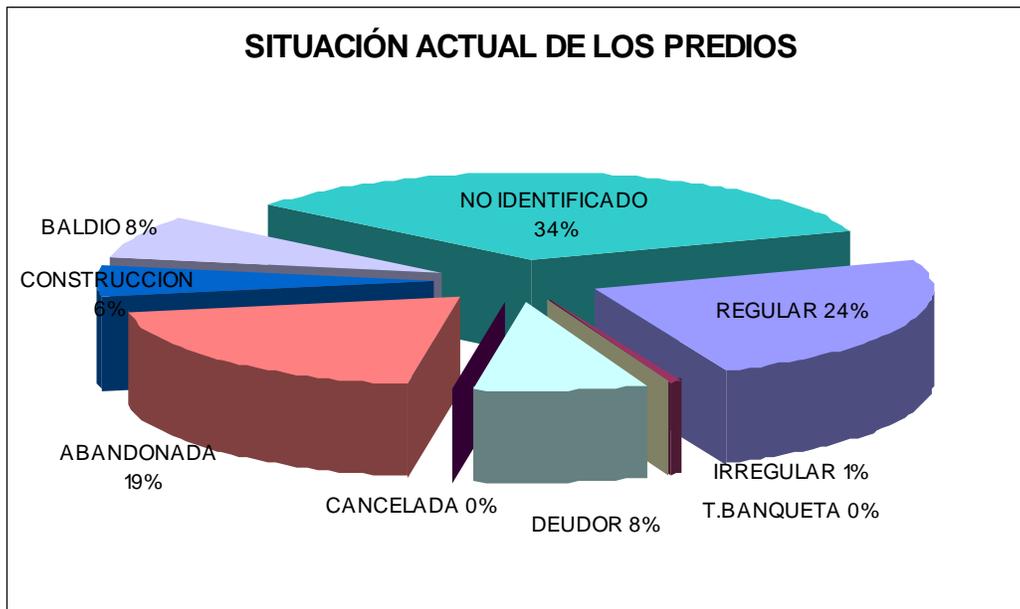


Figura 3-5 Estatus de los predios vinculados del Sector.

Cabe mencionar que los datos recopilados y generados en campo y que se resumen en las dos graficas anteriores, son datos que deberán ser monitoreados y actualizados periódicamente con la finalidad que el OOAPAS actualice su base de datos (padrón de usuarios), por lo tanto se considera como una base de datos dinámica y de constantes cambios que inciden directamente en la estimación de la eficiencia de distribución.

### **3.2.10 Mantenimiento y/o sustitución de válvulas.**

Se inspeccionaron 33 cajas de válvulas de la red de distribución del sector poniente de Tzintzuntzan, se determinó las necesidades de cada una y se proporcionó material al Organismo Operador.

En la siguiente Fotografía 3.15 se ilustra el mantenimiento que se dio a algunas válvulas; y para efectuar el mantenimiento la UMSNH se encargó del suministro de material hidráulico requerido para ello, mismo que se ilustra en la Fotografía 3.16.



*Mantenimiento a válvula de 6" que presentaba fuga a causa de los sellos deteriorados*

Fotografía 3.15 Mantenimiento de válvula con problemas de fuga detectados.



*Neopreno, empaques y tornillería para reparaciones en válvulas*



Material de reparación de fugas y piezas especiales (válvula de 4" sustituida)

Fotografía 3.16 Suministro de materiales hidráulicos para mantenimiento de válvulas.

De las 33 cajas de válvulas inspeccionadas, personal del OOPAS dio mantenimiento a 23 válvulas, y solamente una válvula de 4" ubicada en calle Tariacuri esq. Av. Lázaro Cárdenas requirió sustitución, en la siguiente Tabla 3.6 se listan las válvulas que el personal del OOPAS realizó algún tipo de mantenimiento.

Tabla 3.6 Cajas de válvulas desazolvasadas y válvulas reparadas.

CAJAS DE VALVULAS TZINTZUNTZAN						
No DE REG	UBIACCION	DIAMETRO DE VALVULA	SUPERVISION	DESASOLVADA	REP Y MANT	SUSTITUCION
1	LAZARO CARDENAS (frente al panteon)	6"	1			
2	TATAPLACIDO (casi frente a cruz)	2"	1	1	1	
3	TATAPLACIDO (con lazaro)	6"	1	1	1	
4	TATAPLACIDO CON LAZARO CARDENAS (esquina)	2"	1	1	1	
5	TATAPLACIDO JUNTO A LA DE CONCRETO	4"	1	1	1	
6	TATAPLACIDO (fuera casa 2 juntas)	6"	1	1	1	
7	TATAPLACIDO CON CALLE DEL SILENCIO	2"	1	1	1	
8	TATAPLACIDO CON CALLEJON DEL CONVENTO	2"	1	1	1	
9	ZARAGOZA CON TATAPLACIDO (cerro)	4"	1	1	1	
10	TARIACURI CON IGNACIO ZARAGOZA	4"	1	1	1	
11	TARIACURI PONIENTE CON PROGRESO	4"	1	1	1	
12	TARIACURI PONIENTE CON AV. LAZARO CARDENAS (esquina)	4"	1	1	1	1
13	TARACURI CON LAZARO CARDENAS (esquina sobre banqueta)	4"	1	1	1	
14	TARIACURI ORIENTE ESQUINA CON LAZARO CARDENAS	4"	1			PERTENECE AL DISTRITO ORIENTE
15	MIGUEL HIDALGO PONIENTE ESQUINA CON LAZARO CARDENAS	2"	1	1	1	
16	GPE. VICTORIA PONIENTE CON LAZARO CARDENAS	4"	1	1	1	
17	LAZARO CARDENAS FRENTE A No 17	4"	1	1	1	
18	LAZARO CARDENAS ESQUINA CON LICHA MATURREL	2"	1	1	1	
19	LAZARO CARDENAS (frente escuela)	2"	1	1	1	
20	LAZARO CARDENAS (fuera de renta de muebles)	4"	1	1	1	
21	MIGUEL HIDALGO CON BENITO JUAREZ	2"	1	1	1	
22	MAGDALENA CON MIGUEL HIDALGO (frente a poste)	2"	1	1	1	
23	MIGUEL HIDALGO PONIENTE CON MEZQUITE	2"	1	1	1	
24	G. VICTORIA ESQUINA CON HOSPITAL	2"	1	1	1	
25	VICTORIA ESQUINA PROGRESO	2"	1	1	1	
26	IGNACIO ZARAGOZA ESQUINA CON G. VICTORIA PONIENTE.	2"	1	1	1	
27	ZARAGOZA CON G. VICTORIA PONIENTE	4"	1	1	1	
28	BENITO JUAREZ CON ARISTEO MERCADO PONIENTE	2"	1	1	1	
29	ARISTEO MERCADO ESQUINA CON CANTARITO	2"	1	1	1	
30	SEGUNDO DE CANTARITO CON ARISTEO MERCADO	2"	1	1	1	
31	CANTARITO CON MIGUEL HIDALGO	2"	1	1	1	
32	ATRIO DE TEMPLO	2"	1	1	1	
33	AV. LAZARO CARDENAS (carretera a patzcuaro)	2"	1	1	1	
			33	30	23	1

### 3.2.11 Estimación de pérdidas finales de distribución, posteriores a los trabajos de mejoramiento.

Como resultado final de las 11 fugas localizadas en el sector (ver Tabla 3-7 y Tabla 3-8) se resume que: 6 se determinaron con geófono y las otras 5 en válvulas de la red de distribución; de las primeras 6 el personal del OOAPAS las atendió conforme le fue posible y se determinó un gasto recuperado estimado de 0.7 l/s; de las fugas en válvulas se estimó un gasto de pérdida intermitente (servicio tandeado) de 0.7 l/s. Ahora del total de las fugas indicadas se determinó una incidencia de 3.4 fugas/km. de red. Inspeccionada. En la siguiente Figura 3-6 se muestra la ubicación en plano de las fugas no visibles atendidas.

Tabla 3-7 Fugas no visibles detectadas en el Sector Poniente.

FOLIO	TIPO DE FUGA	FECHA DE LOCALIZACION	CALLE	No.	ENTRE CALLES	OBSERVACIONES
1	FNTD	05/12/08	AV. LAZARO CARDENAS	ML6420	LAS YACATAS Y TATA PLACIDO	FRENTE A PUERTA ROJA
2	FVTD	05/12/08	AV. LAZARO CARDENAS	62	ARISTEO MERCADO Y GUADALUPE VICTORIA	
3	FVP	05/12/08	AV. LAZARO CARDENAS		GUADALUPE VICTORIA	
4	FNTD	17/12/08	ARISTEO MERCADO		HOSPITAL Y PROGRESO	FRENTE A CASA BLANCA
5	FNTD	18/12/08	ARISTEO MERCADO	ML4640	JUAREZ Y ZARAGOZA	FRENTE A PUERTA NEGRA
6	FNTD	18/12/08	VICTORIA		ESQ. LAZARO CARDENAS	FUGA CERCA DE CAJA DE VALVULAS

FNTD FUGA NO VISIBLE EN TOMA DOMICILIARIA

FVP FUGA EN VALVULA DE PASO

Tabla 3-8 Fugas visibles detectadas en el Sector Poniente (red de distribución).

FOLIO	TIPO DE FUGA	FECHA DE LOCALIZACION	GASTO RECUPERADO (l.p.s.)	CALLE	No.	OBSERVACIONES
1	VISIBLE	17/10/2008	0.1	TATAPLACIDO (casi frente a cruz)	Valvula	POSIBLE SUSTITUCION
2	VISIBLE	17/10/2008	0.3	TARIACURI PONIENTE CON AV. LAZARO	Valvula	REQUIERE SUSTITUCION
3	VISIBLE	17/10/2008	0.1	LAZARO CARDENAS FRENTE A No 17	Valvula	EN EL MTO. SE SACO DE ADENTRO UNA BOTELLA Y MADERA
4	VISIBLE	17/10/2008	0.1	LAZARO CARDENAS (frente a casa blanca)	Valvula	REPARADA CON REGISTRO NUEVO
5	VISIBLE	30/11/2008	0.1	ZARAGOZA CON G. VICTORIA PONIENTE	Valvula	

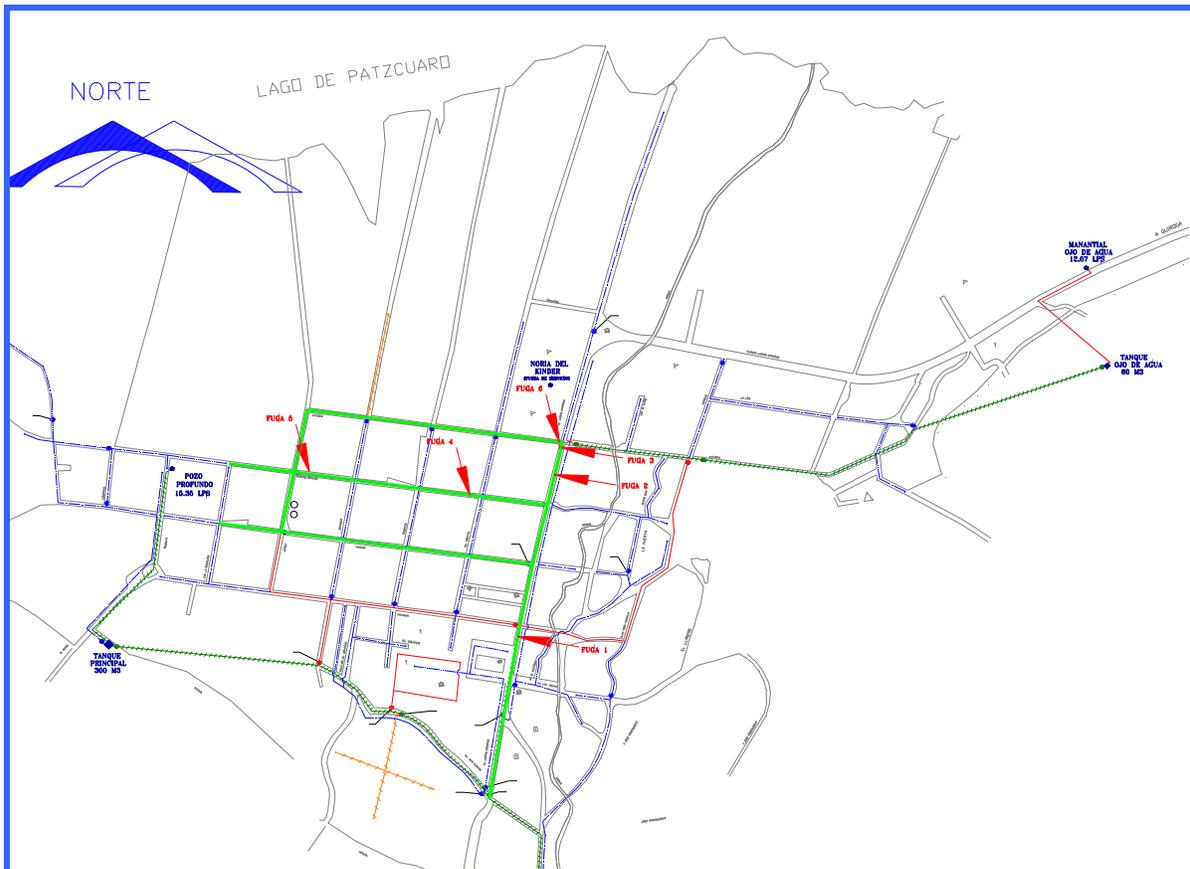


Figura 3-6 Plano donde se ubican las fugas no visibles localizadas, en el sector Poniente.

La reparación de fugas que llevo a cabo el propio personal del organismo se muestra en la siguiente Fotografía 3.17, donde se aprecian los trabajos de corte de pavimento, reparación de la fuga y sustitución del material levantado.



*Reparación de fuga domestica*



*Calle G. Victoria esq. Lázaro Cárdenas*

Fotografía 3.17 Atención y reparación de fugas en tomas domesticas y red de distribución.



### 3.2.12 Límites del sector implementado

La propuesta inicial del sector a implementarse se muestra en la Figura 3-8, dicha propuesta se realizó de manera conjunta entre el IMTA y el OOPAS con el fin de atender problemas de abastecimiento (tandeos rigurosos), bajas presiones y alta incidencia de fugas atendidas por el personal del organismo. La propuesta del sector está muy ligada a la operación actual con la que se brinda el servicio, con el objeto de no modificar drásticamente la operación (se tienen antecedentes dentro de la misma cuenca que no se respetan propuestas en el cambio operacional, usos y costumbres) y brindar el servicio en los horarios ya establecidos y bien identificados por los usuarios de la localidad.



Figura 3-8 Propuesta inicial del Sector a implementarse.

Después de concluirse todas las actividades de mejoramiento dentro del sector poniente. Finalmente resulto un sector como el que se muestra en la siguiente Figura 3-9 ilustra los límites finales del sector implementado.

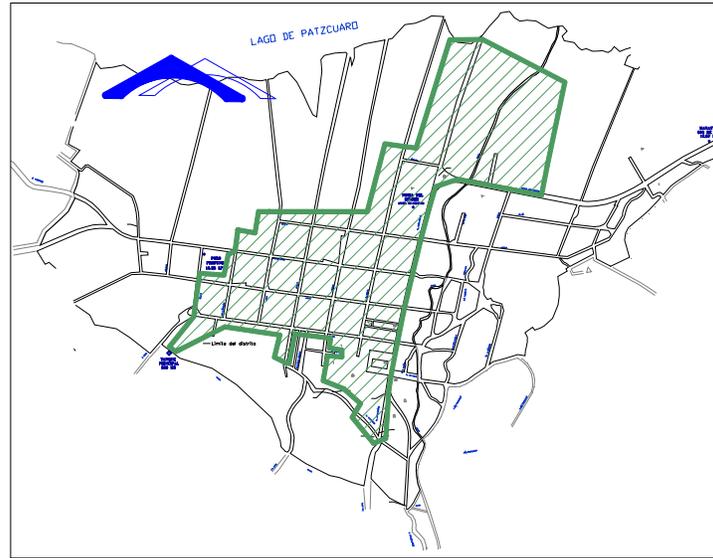


Figura 3-9 Resultado final de los límites del sector implementado

### 3.3 Análisis de la eficiencia física

#### 3.3.1 Lecturas de la muestra de micromedidores.

En la siguiente Fotografía 3.18 se muestra una de los domicilios donde se instaló micromedidor para conocer los consumos.



Fotografía 3.18 Ejemplo de micromedidores instalados.

En la Tabla 3-9 se indica la relación de los 15 micromedidores instalados.

Tabla 3-9 Relación de micromedidores instalados en el sector Poniente.

No.	DIRECCION
1	MAGDALENA 53
2	MAGDALENA 62
3	HIDALGO
4	HOSPITAL 520
5	2 DE OCTUBRE
6	AV. LAZARO CARDENAS 70
7	AV. LAZARO CARDENAS 43
8	ARISTEO MERCADO 253
9	ZARAGOZA 296
10	MIGUEL HIDALGO 519
11	HIDALGO Y MAGDALENA
12	TARIACURI SN
13	TARIACURI ESQ. ZARAGOZA
14	TARIACURI 170
15	HOSPITAL 163

De los 15 micromedidores instalados se tuvo un consumo promedio por usuario en 7 días de 3.17 m<sup>3</sup>/7 días-toma, que equivale a un consumo de 117 l/hab-día, con un índice de hacinamiento de 3.79 habitantes por toma registrada.

Para obtener el volumen consumido se multiplica el consumo unitario de 3.17 m<sup>3</sup>/7 días-toma por el número de usuarios del sector que en este caso son 375, lo cual da un volumen de 1,188.75 m<sup>3</sup> /7 días

Tabla 3-10 Lecturas realizadas a los medidores instalados en el sector Poniente.

No.	DIRECCION	USO	1RA LECTURA 12 FEB 09	2DA LECTURA 19 FEB 09	Consumo m <sup>3</sup> / 7 días
1	MAGDALENA 53	DOM	15	sin lectura	
2	MAGDALENA 62	DOM	sin lect	23	
3	HIDALGO	DOM	13	sin lectura	
4	HOSPITAL 520	DOM	6	7	1
5	2 DE OCTUBRE	DOM	3	6	3
6	AV. LAZARO CARDENAS 70	DOM	5	9	4
7	AV. LAZARO CARDENAS 43	DOM	1	4	3
8	ARISTEO MERCADO 253	DOM	3	7	4
9	ZARAGOZA 296	DOM	0	4	4
10	MIGUEL HIDALGO 519	DOM	2	5	3
11	HIDALGO Y MAGDALENA	DOM	2	6	4
12	TARIACURI SN	DOM	2	4	2
13	TARIACURI ESQ. ZARAGOZA	DOM	2	5	3
14	TARIACURI 170	DOM	1	4	3
15	HOSPITAL 163	DOM	3	7	4
				Suma	38
				Promedio	3.17

### 3.3.2 Lecturas del macromedidor instalado en la Estación de aforo.

Asimismo se tomaron lecturas del macromedidor en el mismo periodo para determinar el volumen suministrado se suman los volúmenes suministrados de los días lunes, miércoles y viernes, con lo cual se obtiene el volumen suministrado en ese periodo fue de 2,175 m<sup>3</sup>/7 días.

Tabla 3-11 Volúmenes suministrados al sector Poniente.

No	Día	Fecha	Lectura del Macro en m <sup>3</sup>	Volumen Suministrado en m <sup>3</sup>
1	Jueves	12-Feb-09	14612	
2	Viernes	13-Feb-09	15255	643
3	Sábado	14-Feb-09	15255	0
4	Domingo	15-Feb-09	15890	635
5	Lunes	16-Feb-09	16693	803
6	Martes	17-Feb-09	17281	588
7	Miércoles	18-Feb-09	18010	729
8	Jueves	19-Feb-09	18719	709

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida en campo, abril de 2009

De donde:

Vol. Cons = 1,188.75 m<sup>3</sup>/7 días

Vol. Sum = 2,175 m<sup>3</sup>/7 días

$E\ dis\ \% = [Vol.\ Cons / Vol.\ Sum.] \times 100 = [1,189/2,175] \times 100 = 54.6\%$

$Per\ dis\ \% = 100 - E\ dis\ \% = 100 - 54.6 = 45.4\%$

Con lo anterior se obtiene la eficiencia de distribución de 54.6%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 45.4%.

Cabe mencionar que las eficiencias de distribución obtenidas parten de una muestra de datos que se obtuvieron en campo (población, consumos, volúmenes suministrados, horarios de servicio y maniobras del personal de operación) y que se deberán considerar como valores de arranque.

Sin embargo una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable (datos operacionales y comerciales) que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

## 4. ANÁLISIS DEL SISTEMA FINANCIERO Y COMERCIAL DEL OOAPAST

En este documento se muestra el análisis de la recaudación y los costos de operación y mantenimiento del Organismo Operador Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Tzintzuntzan (OOAPAST), del año 2007<sup>8</sup>

El análisis se clasificó en: Ingresos, egresos, determinación de la utilidad y eficiencia de cobro,

El Análisis mostró que el ingreso total del año 2007 fue de \$552,632, en el mes de octubre se ingresaron el 40% de los ingresos totales y en enero y diciembre el 13% y 14%, respectivamente.

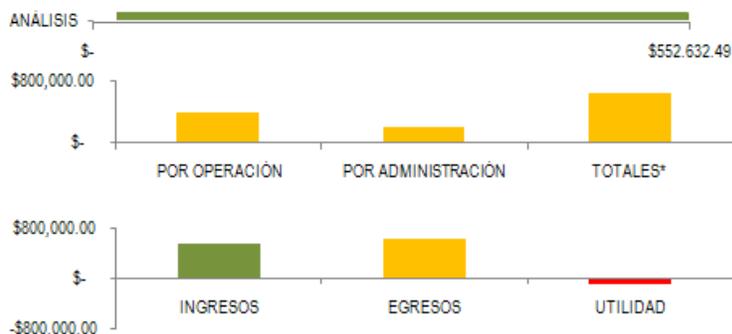
Con respecto a los egresos, estos se dividen en costos de operación, costos de administración e IVA pagado acreditable. El costo total de operación representa el 70% de los egresos del egreso total de \$604,972 a este monto se integra el IVA pagado acreditable lo que resulta un egreso total de \$643,666.

Con respecto a la utilidad muestra que el Organismo operador trabajó con pérdidas al final del año 2007, siendo sus pérdidas totales durante el periodo de estudio del 56%, aproximadamente.

Con respecto a la eficiencia de cobro muestra que el déficit por falta de cobro de los servicios de agua y alcantarillado, para el 2007 es del 76%, mientras que el déficit global es del 53%.

Considerando los costos de operación y costos de administración, el costo de producción de agua potable para el 2007 fue de 1.97\$/m<sup>3</sup>.

INGRESOS 2007	
ANÁLISIS	\$ 552,632.49
EGRESOS 2007	
POR OPERACIÓN	\$ 404,395.25
POR ADMINISTRACIÓN	\$ 200,576.39
TOTALES*	\$ 643,665.90
*IVA ACREDITABLE	\$ 38,694.26
UTILIDAD 2007	
INGRESOS	\$ 552,632.49
EGRESOS	\$ 643,665.90
<b>UTILIDAD</b>	<b>-\$ 91,033.41</b>
	<b>-16%</b>



\* Los egresos totales incluyen el IVA acreditable que reporta el OOAPAST en su estados de resultados

<sup>8</sup> Por diversos motivos, no justificados, el (OOAPAST) no proporcionó en 2004 al 2006 ni 2008 y solo se pudo obtener información del año 2007.

## 5. INDICADORES DE GESTIÓN

Se recopilaron datos sobre el estado que guardan los cuatro Organismos Operadores del agua a través de indicadores de gestión calculados a partir de datos básicos, mismos que se basan en una encuesta estandarizada. El objetivo es determinar el estado de los servicios de los Organismos Operadores de cada municipio, identificando los problemas que enfrenta cada uno de los Organismos.

Algunos datos fueron recopilados del PIGOO , los resultados se comparan con los resultados del promedio del PIGOO y el promedio nacional. Los resultados de los indicadores son los siguientes:

Para las tomas con servicio continuo se observa que Pátzcuaro cuenta con el 86% y Quiroga con el 82%.

Con respecto a la macromedición Pátzcuaro cuenta con 67%, Quiroga 75%, Erongarícuaro 50%, el promedio nacional es 63% y el del PIGOO es de 81%.

En lo referente a la micromedición Pátzcuaro reportó un 1.3%, Quiroga el 1.6%, Erongarícuaro 4.4%, el promedio nacional es 33.7% y el del PIGOO es de 55.2%.

La dotación para Quiroga es de 609lhd, Pátzcuaro 422lhd, Erongarícuaro 262lhd y Tzintzuntzan de 241 l/h/d, el promedio nacional es de 338 l/h/d y el PIGOO 248lhd.

El consumo para Erongarícuaro es de 363 lhd, Quiroga 351lhd y Pátzcuaro 232lhd. El promedio PIGOO es de 153lhd.

La cobertura de agua potable dio resultados superiores al 100%, mismo que nos muestra la necesidad de actualizar el padrón de usuarios.

El costo promedio del volumen producido en el PIGOO es de \$5.7/m<sup>3</sup>, mientras que el promedio nacional es de \$2.73 m<sup>3</sup>, los organismos operadores de Pátzcuaro, Quiroga y Erongarícuaro están por debajo del promedio nacional.

Para la eficiencia física se observa que Pátzcuaro tiene el 54.9% Quiroga el 57.6%.

Entre las conclusiones a las que se llegó están que:

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños, mismos que son necesarios para evaluar el desarrollo de sus actividades.

Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales.

No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido.

Se tienen que hacer actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe.

Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

## 6. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En este punto se muestran las especificaciones técnicas de los equipos utilizados para la detección de fugas, sin embargo tal como se menciona anteriormente, solamente fue posible la detección de fugas con el equipo electro acústico denominado geófono, debido a las condiciones que se dieron en la localidad.

A continuación se muestran brevemente las características principales y funcionamiento del equipo. En anexo detección de fugas se abunda sobre el tema.

El equipo AquaScope es un detector electro - acústico de fuga de agua, práctico y resistente. Tiene una acústica y sensibilidad altas. Cuenta con un amplificador de alta fidelidad y un medidor visual que señala las intensidades de los sonidos, incluye dos micrófonos: Piso y de Contacto directo, audífonos y un cargador de baterías para el medidor analógico visual de lectura. Localiza el lugar preciso de una fuga desde la superficie; sus contornos son de fácil manejo y por su peso tan ligero de 2.3 kg. permite abarcar grandes distancias en revisión de rutina sin cansar al operador.

Para fijar con precisión la posición desconocida de una fuga de agua puede realizarse combinando los componentes del equipo, mediante el empleo de los dos micrófonos y amplificando la señal, se pueden ubicar con exactitud los sonidos de agua que escapan de la tubería. El tono varía desde profundo, grave y turbulento en una tubería principal, hasta un ruido agudo en toma domiciliaria o en el empaque de válvula.

El equipo consta de:

1. Amplificador electrónico (*receiver module*)
2. Audífonos (*headphones*)
3. Micrófono de piso (*ground microphone*)
4. Bastón (*handle*)
5. Micrófono de contacto directo (*direct contact microphone*)
6. Varillas de extensión (*extensions*)
7. Punta metálica del micrófono de contacto directo (es parte del micrófono de contacto directo)
8. Punta magnética ó imán (*magnetic tip*)
9. Medidor analógico de lectura visual (*meter module*) y cargador (*battery charger*)
10. Plato de resonancia con barra metálica puntiaguda (*resonant plate with spike*)

## 7. DIVULGACIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

Con la finalidad de informar a los usuarios del servicio de agua potable se realizaron dos volantes (Figura 7-1) que informan, de forma general, los resultados de las actividades que se estuvieron realizando con la finalidad de mejorar el servicio de agua potable, de la misma forma invitan al mismo a verificar que su toma se encuentre regularizada y evite tener adeudos.

**RECUPERACIÓN AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO DE PÁTZCUARO**

**Mejoras en los servicios del Organismo Operador de Tzintzuntzan**

Para brindarte un mejor servicio:

Actualizamos el inventario de las obras e instalaciones de la red

Limpiamos, desazolamos y rehabilitamos las cajas de válvulas para un mejor control y cuidado del agua

Instalamos medidores para ayudarte a conocer tus necesidades de agua y a usarla de manera más eficiente

Detectamos y reparamos las fugas

Apoyo con material hidráulico, para los trabajos de campo.

Actualizamos el padrón de usuarios y llevamos a cabo una encuesta para conocer directamente tus necesidades y opinión sobre los servicios que recibes

Además, identificamos las necesidades del sistema de agua de Ihuatzio para mejorar:

- La operación de la red
- La calidad del agua

Estas, entre otras acciones, nos permiten brindarte un servicio más eficiente y contar con la información necesaria para continuar mejorando

**Trabajamos para ti**

Folleto que muestra los resultados de las actividades realizadas durante el proyecto



SECRETARÍA DE  
MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

FUNDACION  
GONZALO RIO ARRONTE, I.A.P.



RECUPERACIÓN  
AMBIENTAL  
DE LA CUENCA  
DEL LAGO DE  
PATZCUARO



Estado de  
Michoacán



Municipio de  
Patzcuaro



Municipio de  
Quiroga



Municipio de  
Erongaricuaro



Municipio de  
Tzintzuntzan

**GASTAS MÁS EN OTROS PRODUCTOS QUE  
TE SON MENOS ÚTILES Y QUE SIN  
EMBARGO PAGAS CON GUSTO.**

**POR FAVOR, TAMBIÉN PAGA TU SERVICIO  
DE AGUA A TIEMPO.**



**PAGA TU SERVICIO A TIEMPO.  
REGULARIZA TU TOMA.**

**¿Y SI LO PAGAS?**

*Se tendrá dinero para que te llegue más agua, por más tiempo y más limpia, entre otros beneficios.*



**¡Juntos podemos lograrlo!**

**Acércate a la oficina de agua de tu localidad y regulariza tu toma, tenemos un plan adecuado para tus necesidades.**



**¿QUÉ PASA SI NO PAGAS EL SERVICIO?**



- ◆ **La oficina de agua no cuenta con dinero para afrontar los gastos y está siempre en deuda.**
- ◆ **No hay quien pueda atender los problemas.**
- ◆ **El agua no se entrega diariamente.**
- ◆ **No se tiene dinero para comprar lo necesario para limpiar el agua, lo que puede provocar enfermedades.**
- ◆ **Se tienen problemas de contaminación ambiental.**
- ◆ **Todos estos problemas crean fricciones entre los líderes y la sociedad.**

*Importancia del pago del servicio de agua potable*

Figura 7-1 Divulgación de actividades desarrolladas durante el proyecto

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Concluidos los trabajos y del análisis anteriormente realizados, se emiten las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Se determinó una eficiencia de distribución en el Sector de 54.6%, y por lo tanto las pérdidas de distribución son de 45.4%. Indicadores que se deberán tomar como valores de arranque.

Se tiene actualizado en archivos de AutoCad el catastro de la red de distribución para ello se desazolvaron 30 registros de cajas de válvulas, se dio mantenimiento menor a 18 válvulas en diferentes diámetros, mantenimiento mayor a 5 válvulas y 1 sustituida.

La Presión Media en el Sector al inicio de los trabajos fue de 0.4 kg/cm<sup>2</sup>; al concluir los mismos se incremento a 0.6 kg/cm<sup>2</sup>; valor que sigue siendo insuficiente para brindar un servicio adecuado.

Como resultado de las 11 fugas reparadas se obtuvo una recuperación de caudal de 1.4 l/s (gasto basado en un servicio tandeado), por lo que no todo el gasto se desperdiciaba como gasto instantáneo, sino en tandeos, así de los 3.2 km. de red revisada se encontró una incidencia de 3.4 fugas por kilómetro de red.

Se contabilizaron un total de 693 predios distribuidos de la siguiente forma: 70.9 % corresponden al Uso Doméstico, el 11.0% es de Uso Comercial, 0.7% a Uso Público Oficial y el 15.2% son lotes baldíos. Se identificaron 5 usuarios irregulares y 57 con adeudo que equivalen al 8.2% del total de predios identificados en la actividad vinculación predio-contrato.

Actualmente al sector se le da el servicio de agua potable en forma tandeada cada tercer día: lunes, miércoles y viernes las 07:00 a las 14:00, en general se tiene un buen servicio.

Se realizó un curso de capacitación teórico - práctico en las instalaciones del CAPASE, en donde asistieron personal de Pátzcuaro, Quiroga, Tzintztuntzan y Erongarícuaro, así como personal del IMTA, UMSNH y de la Empresa Mejoras Energéticas. Se capacito una brigada de dos personas (Ruperto Urbano Vázquez y Francisco Barriga Pedraza) en la detección de fugas no visibles con equipo geófono de escucha, se apoyo en la gestión de cursos, demostraciones y compra de un equipo de detección de fugas no visibles.

Se apoya en la detección de contaminación de agua potable a causa de ruptura de drenaje en Calle Aristeo Mercado con la actividad de detección de fugas no visibles

Una fase obligada en los sectores en los que se han aplicado acciones de recuperación de pérdidas, es la fase de monitoreo y control con la finalidad de obtener y procesar información periódica confiable que ayude a tomar decisiones de acciones o proyectos para alcanzar las eficiencias apropiadas.

El análisis se clasificó en: Ingresos, egresos, determinación de la utilidad y eficiencia de cobro. Con la información que proporcionó el OOAPAS (año 2007) se pudo obtener que:

El Análisis mostró que el ingreso total del año 2007 fue de \$552,632, en el mes de octubre se ingresaron el 40% de los ingresos totales y en enero y diciembre el 13% y 14%, respectivamente. Con respecto a los egresos, estos se dividen en costos de operación, costos de administración e IVA pagado acreditable. El costo total de operación representa el 70% de los egresos del egreso total de \$604,972 a este monto se integra el IVA pagado acreditable lo que resulta un egreso total de \$643,666.

Con respecto a la utilidad muestra que el Organismo operador trabajó con pérdidas al final del año 2007, siendo sus pérdidas totales durante el periodo de estudio del 56%, aproximadamente. Con respecto a la eficiencia de cobro muestra que el déficit por falta de cobro de los servicios de agua y alcantarillado, para el 2007 es del 76%, mientras que el déficit global es del 53%.

Considerando los costos de operación y costos de administración, el costo de producción de agua potable para el 2007 fue de 1.97\$/m<sup>3</sup>. En general se hace énfasis en la importancia de lograr que el Organismo se vea motivado a recaudar más y darle continuidad a los trabajos de recuperación de cartera. De igual forma es importante que se de continuidad a los trabajos realizados para lograr un mejoramiento en la operación.

Se tienen los indicadores calculados con la información proporcionada por los Organismos ribereños. Se tienen que hacer actualizaciones de padrones de usuarios, porque al compararlos a estos con la población oficial reportada, obtenemos indicadores muy por encima del promedio nacional, mismos que a simple vista no son reales. No existe facturación en los organismos por ello se reportan indicadores casi al 100% debido a que se reporta como facturado lo que se cobra y no el total de lo producido. Es necesario realizar actividades que homogenicen la información porque en muchos casos los indicadores no están reflejando lo que realmente existe. Es importante llevar a cabo actualización de padrón de usuarios, facturación, medición en fuentes y el domicilios.

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1 LOCALIZACIÓN DE LA LOCALIDAD DE TZINTZUNTZAN, MICHOACÁN. ....	1
FIGURA 3-1 FICHA DE DESAZOLVE DE CAJAS DE VÁLVULAS.....	20
FIGURA 3-2 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SECTOR PONIENTE (PLANIMETRÍA Y CURVAS DE NIVEL). ....	24
FIGURA 3-3 FORMATO DE VINCULACIÓN UTILIZADO EN EL LEVANTAMIENTO DE DATOS DEL SECTOR PONIENTE. ....	27
FIGURA 3-4 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS EN LOS PREDIOS VINCULADOS DEL SECTOR.....	28
FIGURA 3-5 ESTATUS DE LOS PREDIOS VINCULADOS DEL SECTOR.....	29
FIGURA 3-6 PLANO DONDE SE UBICAN LAS FUGAS NO VISIBLES LOCALIZADAS, EN EL SECTOR PONIENTE.....	33
FIGURA 3-7 REPORTE DE UBICACIÓN DE FUGA NO VISIBLE, EN EL SECTOR PONIENTE, TZINTZUNTZAN.....	34
FIGURA 3-8 PROPUESTA INICIAL DEL SECTOR A IMPLEMENTARSE. ....	35
FIGURA 3-9 RESULTADO FINAL DE LOS LÍMITES DEL SECTOR IMPLEMENTADO .....	36
FIGURA 7-1 DIVULGACIÓN DE ACTIVIDADES DESARROLLADAS DURANTE EL PROYECTO.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1-1. TOMAS DOMICILIARIAS VERIFICADAS POR EL IMTA EN EL AÑO 2004.....	2
TABLA 2-1. CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES DE AGUA POTABLE PARA TZINTZUNTZAN. ....	3
TABLA 2-2. ESTRUCTURAS ABASTECIDAS POR EL POZO Y MANANTIAL. ....	5
TABLA 2-3 CONDUCCIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE TZINTZUNTZAN. ....	6
TABLA 2-4 RELACIÓN DE TANQUES EXISTENTES EN LA RED DE TZINTZUNTZAN. ....	6
TABLA 2-5 ACCIONES QUE INCREMENTEN Y CONTROLAN LA EFICIENCIA FÍSICA. ....	9
TABLA 3-1. INSPECCIÓN FÍSICA DEL SECTOR. TOMA DE PRESIONES 16 Y 17/OCT/2008.....	17
TABLA 3-2 PROPUESTA DE MEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR PONIENTE. ....	21
TABLA 3-3 RELACIÓN DE MICROMEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR PONIENTE. ....	21
TABLA 3-4 CLASIFICACIÓN DE LAS TOMAS.....	28
TABLA 3.5 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PREDIOS.....	29
TABLA 3.6 CAJAS DE VÁLVULAS DESAZOLVADAS Y VÁLVULAS REPARADAS.....	31
TABLA 3-7 FUGAS NO VISIBLES DETECTADAS EN EL SECTOR PONIENTE. ....	32
TABLA 3-8 FUGAS VISIBLES DETECTADAS EN EL SECTOR PONIENTE (RED DE DISTRIBUCIÓN). ....	32
TABLA 3-9 RELACIÓN DE MICROMEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR PONIENTE.....	37
TABLA 3-10 LECTURAS REALIZADAS A LOS MEDIDORES INSTALADOS EN EL SECTOR PONIENTE. ....	38
TABLA 3-11 VOLÚMENES SUMINISTRADOS AL SECTOR PONIENTE. ....	39

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 2.1 FUENTE DE PRODUCCIÓN (POZO MESQUITE) Y AFORO DEL POZO CON EQUIPO PORTÁTIL.....	4
FOTOGRAFÍA 2.2 FUENTE DE PRODUCCIÓN (MANANTIAL OJO DE AGUA) Y AFORO CON EQUIPO PORTÁTIL.....	4
FOTOGRAFÍA 2.3 FUENTE DE PRODUCCIÓN (NORIA) QUE ABASTECE UNAS TOMAS DE LA RIBERA DEL LAGO. ....	5
FOTOGRAFÍA 2.4 INFRAESTRUCTURA DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN EXISTENTE EN TZINTZUNTZAN.....	7

---

---

FOTOGRAFÍA 3.1 PERSONAL DEL ORGANISMO, IMTA Y UMSNH INSPECCIONANDO VÁLVULAS LÍMITE.....	12
FOTOGRAFÍA 3.2 ESTADO DE LAS VÁLVULAS ANTES DE DARLES MANTENIMIENTO.....	13
FOTOGRAFÍA 3.3 MEDICIÓN CON EQUIPO ULTRASÓNICO PORTÁTIL EN MANANTIAL OJO DE AGUA, TZINTZUNTZAN.....	14
FOTOGRAFÍA 3.4 MEDICIÓN CON EQUIPO ULTRASÓNICO PORTÁTIL EN TANQUE Y POZO PRINCIPAL DE TZINTZUNTZAN.....	14
FOTOGRAFÍA 3.5 DESPERDICIO DE AGUA EN DIFERENTES SITIOS DE LA LOCALIDAD.....	15
FOTOGRAFÍA 3.6 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO, A LA SALIDA DEL TANQUE PRINCIPAL.....	16
FOTOGRAFÍA 3.7 MUESTREO DE PRESIONES EN TOMAS DOMICILIARIAS.....	16
FOTOGRAFÍA 3.8 PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTACIÓN DE AFORO A LA SALIDA DEL TANQUE PRINCIPAL.....	18
FOTOGRAFÍA 3.9 PROCESO DE LA ACTUALIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	19
FOTOGRAFÍA 3.10 INSTALACIÓN DE MUESTRA DE MICROMEDIDORES EN EL SECTOR PONIENTE.....	22
FOTOGRAFÍA 3.11 LOTE DE MEDIDORES QUE NO SE INSTALARON EN AÑO 2004.....	22
FOTOGRAFÍA 3.12 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DEL SECTOR IMPLEMENTADO EN TZINTZUNTZAN.....	23
FOTOGRAFÍA 3.13 CAPACITACIÓN EN LA DETECCIÓN DE FUGAS NO VISIBLES EN EL SECTOR PONIENTE.....	26
FOTOGRAFÍA 3.14 PERSONAL DE LA UMSNH, REALIZANDO LA VINCULACIÓN, EN EL SECTOR PONIENTE.....	27
FOTOGRAFÍA 3.15 MANTENIMIENTO DE VÁLVULA CON PROBLEMAS DE FUGA DETECTADOS.....	30
FOTOGRAFÍA 3.16 SUMINISTRO DE MATERIALES HIDRÁULICOS PARA MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS.....	31
FOTOGRAFÍA 3.17 ATENCIÓN Y REPARACIÓN DE FUGAS EN TOMAS DOMESTICAS Y RED DE DISTRIBUCIÓN.....	33
FOTOGRAFÍA 3.18 EJEMPLO DE MICROMEDIDORES INSTALADOS.....	37
 <b>ÍNDICE DE GRÁFICAS</b>	
GRÁFICA 3-1 COMPORTAMIENTO DE LAS PRESIONES EN EL SECTOR (PRIMER MUESTREO).....	17

---

---

# Informe

## “Diagnóstico de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado”

### Ihuatzio, Tzintzuntzan, Michoacán

**Elaborado por:**

Martha Patricia Hansen Rodríguez

**Colaboradores:**

Edgar Antúnez Leyva



*Subcoordinación de Hidráulica Urbana  
Coordinación de Tecnología Hidráulica*

*Jiutepec, Morelos*

*Diciembre de 2008*

---

---

# CONTENIDO

	Página
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA LOCALIDAD</b> .....	<b>1</b>
1.1 GEOGRAFÍA FÍSICA.....	1
1.2 CLIMA .....	1
1.2.1 CARACTERÍSTICAS Y USO DEL SUELO.....	2
1.2.2 TOPOGRAFÍA .....	3
1.3 DEMOGRAFÍA .....	4
1.3.1 EVOLUCIÓN DEMOGRÁFICA.....	4
1.3.1.1 POBLACIÓN HISTÓRICA .....	4
1.3.1.2 POBLACIÓN ACTUAL (AÑO 2008).....	4
1.3.1.3 POBLACIÓN FUTURA (AÑO 2030) .....	4
1.4 INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNICACIONES .....	5
1.4.1 EDUCACIÓN.....	5
1.4.2 SALUD .....	5
1.4.3 ABASTO .....	6
1.4.4 DEPORTE .....	6
1.4.5 VIVIENDA.....	7
1.4.6 MEDIOS DE COMUNICACIÓN .....	7
1.4.7 VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	7
<b>2. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA</b> .....	<b>8</b>
2.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE .....	8
2.1.1 CAPTACIONES.....	8
2.1.2 CONDUCCIÓN .....	10
2.1.3 CALIDAD DEL AGUA.....	10
2.1.3.1 IDENTIFICACIÓN FÍSICA DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUA POTABLE.....	10
2.1.3.2 OBTENCIÓN DE MUESTRAS.....	13
2.1.3.3 ANÁLISIS DE MUESTRAS Y OBTENCIÓN DE RESULTADO DE AGUA POTABLE.....	15
2.1.3.4 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	26
2.1.4 REGULARIZACIÓN.....	27
2.1.5 DISTRIBUCIÓN (TUBERÍAS PRINCIPALES, SECUNDARIAS, CAJAS DE VÁLVULAS Y TOMAS DOMICILIARIAS).....	28
2.1.5.1 RED DE DISTRIBUCIÓN (PRINCIPAL Y SECUNDARIA).....	28
2.1.5.2 ANTIGÜEDAD DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN (PRINCIPAL Y SECUNDARIA) .....	29
2.1.5.3 CAJAS DE VÁLVULAS.....	30
2.1.5.4 TOMAS DOMICILIARIAS .....	48
2.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	48
2.2.1 RED DE ATARJEAS Y POZOS DE VISITA.....	48
2.3 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	48
<b>3. DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO</b> .....	<b>49</b>
3.1 DESARROLLO INSTITUCIONAL.....	49
3.1.1 MARCO LEGAL .....	49
3.1.2 ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN.....	49

---

---

3.1.3	ACTIVIDADES QUE REALIZA EL COMITÉ.....	49
3.1.3.1	DIRECCIÓN.....	50
3.1.3.2	ADMINISTRACIÓN.....	50
3.1.3.3	OPERACIÓN.....	50
3.1.3.4	TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA.....	50
3.2	PLANEACIÓN.....	50
3.3	COMUNICACIÓN Y TRANSPORTE.....	50
3.4	CONTROL DE SUMINISTROS.....	50
3.5	COMUNICACIÓN SOCIAL.....	50
3.6	SISTEMA FINANCIERO Y RENTABILIDAD.....	50
3.6.1	COSTO DE PRODUCCIÓN DEL AGUA.....	50
3.7	COMERCIALIZACIÓN.....	51
3.7.1	CONTRATACIÓN.....	51
3.7.2	FACTURACIÓN.....	51
3.7.3	COBRANZA.....	51
3.7.4	CONTABILIDAD.....	52
3.8	PADRÓN DE USUARIOS.....	52
3.9	TARIFAS.....	52
<b>4.</b>	<b>EVALUACIÓN GENERAL DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA LOCALIDAD PARA EL DESARROLLO DE LOS SERVICIOS DE AGUA.....</b>	<b>53</b>
4.1	ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	53
4.1.1	AGRICULTURA.....	53
4.1.2	GANADERÍA.....	53
4.1.3	INDUSTRIA.....	53
4.1.4	TURISMO.....	53
4.1.5	COMERCIO.....	53
4.1.6	CAPACIDAD DE PAGO DEL AGUA DE LA POBLACIÓN.....	54
4.2	POLÍTICA.....	56
4.3	PARTICIPACIÓN SOCIAL.....	56
4.3.1	ORGANIZACIONES VINCULADAS CON EL AGUA.....	56
4.3.2	CULTURA DEL AGUA.....	56
4.3.2.1	USO DE DISPOSITIVOS DE BAJO CONSUMO.....	56
4.3.2.2	COSTUMBRES EN EL AHORRO DE AGUA.....	56
4.4	EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.....	57
4.4.1	RESPECTO A LA CANTIDAD DE AGUA QUE RECIBE.....	57
4.4.2	RESPECTO A LA CALIDAD DEL AGUA Y SERVICIO QUE RECIBE.....	58
4.4.3	APRECIACIÓN DE NECESIDADES EN EL SERVICIO DEL AGUA Y EL COSTO.....	58
4.5	FACTURACIÓN Y COBRO DE LOS SERVICIOS DE AGUA.....	59
4.6	PROBLEMAS CONTRA EL DESARROLLO DE LOS SERVICIOS DE AGUA.....	59
<b>5.</b>	<b>REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA.....</b>	<b>60</b>
5.1	REQUERIMIENTOS PARA MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA.....	60
5.1.1	PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA RED.....	61
5.2	REQUERIMIENTOS DE OBRAS DE SANEAMIENTO.....	62

---

---

5.2.1	DISEÑO DE LA RED DE ATARJEAS.....	62
5.2.2	DISEÑO COLECTORES E INTERCEPTORES.....	62
5.2.3	DISEÑO DE EMISORES.....	63
5.2.4	MODELOS DE CONFIGURACIÓN PARA COLECTORES, INTERCEPTORES Y EMISORES .....	63
5.2.5	DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO (HUMEDAL) .....	64
5.3	REQUERIMIENTOS PARA LA CONSOLIDACIÓN DEL COMITÉ DE AGUA .....	74
<b>6.</b>	<b>COSTOS Y PROGRAMA DE OBRA.....</b>	<b>75</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>76</b>

---

---

# RESUMEN EJECUTIVO

## OBJETIVO

Realizar un diagnóstico general de los servicios de agua potable y saneamiento, su eficiencia y funcionamiento, así como identificar los requerimientos de infraestructura, gestión y administración en la localidad de Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.

## RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO

- La infraestructura de distribución de agua existente ya ha cumplido con su vida útil.
  - La información con que cuenta el Jefe de Tenencia (plano de la red de distribución), no es confiable.
  - Se levantó un catastro de la red, mismo que fue verificado en campo.
  - Se hicieron estudios de calidad que muestran la presencia de coliformes fecales superiores a lo marcado por la norma en todos los puntos de muestreo.
  - De manera general, con los resultados obtenidos en el muestreo y análisis del agua de las fuentes de abastecimiento en la presente temporada de lluvias se puede mencionar que la calidad del agua está afectada por contaminación relacionada a las actividades humanas y que es necesario establecer medidas correctivas para cumplir con la calidad para el uso y consumo humano.
  - Se cuenta con levantamiento topográfico (planimetría y altimetría) de la localidad de Ihuatzio.
  - Se realizó medición y monitoreo de la producción del pozo, que en promedio es de 18.4 lps.
    - Del pozo al tanque de regularización se pierden 1.7 lps, es decir 48m<sup>3</sup> diariamente, superior a lo que se requiere para abastecer de agua un mes a una familia.
    - La dotación diaria por habitante, producida por el pozo es de 140 litros, sin embargo el tanque entrega 125 l/hab/día por las pérdidas existentes en la conducción, es importante ubicar estas pérdidas ó consumos para separarlas así como cambiar la operación del sistema en general para mejorar el servicio.
  - Se levantó una encuesta de satisfacción del cliente para conocer las necesidades reales de la población, entre los resultados se tiene:
    - Se tiene un padrón de usuarios actualizado.
    - El 82% de la población, obtiene la mayor parte del agua de la llave.
    - El 39% de la población compra garrafones de agua para consumo y el 38% toma el agua de la llave, pero no la hierve ni purifica, y conociendo la calidad del agua es importante considerar.
    - El 40% gasta aproximadamente \$36.00/semana en consumo de compra de garrafones.
-

- 
- El 63% se encuentra satisfecho con el servicio y el 37% restante insatisfecho.
  - El 60% considera suficiente la cantidad de agua que recibe en su hogar.
  - El 80% de la población recibe el agua en la toma (sin presión adecuada).
  - Entre las mejoras consideradas como importantes para la población se encuentran: el 67% opinó que es importante que el agua llegara a diario; el 74% que el agua llegara durante todo el día y el 36% que el agua llegara hasta el tinaco.
  - La población consideró que el precio que paga por el agua es: 15% cara, 72% justa, 7% barata y 6% no sabe.
  - Se tienen registradas 568 tomas de uso doméstico, 8 comerciales y 7 públicas (en proceso de análisis).
  - No existe infraestructura de alcantarillado.
  - Solo el 20% de la población paga el servicio.

### **ACCIONES PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO**

- Consolidación del Comité de Agua Potable y Alcantarillado de la localidad, para realizar labores de administración, gestión y mejoras de los servicios.
- Análisis de inversión para la rehabilitación o construcción de una nueva red de agua potable.
- Elaboración de diseño y proyecto ejecutivo del sistema de alcantarillado sanitario, colectores y tratamiento de agua residual (humedal).

El monto estimado de las inversiones para la infraestructura nueva de agua potable, asciende aproximadamente a \$3'400,000.00.

En lo referente al Humedal, el Municipio cuenta con un estudio que da como resultado que con una inversión de \$3'550,000.00 puede construirlo para el tratamiento de la zona centro.

---

---

# Introducción

Dada la importancia que representa el funcionamiento del sistema de agua potable de la localidad de Ihuatzio, en el mejoramiento ambiental de la cuenca del lago, se consideró conveniente la realización de un *"Diagnóstico del funcionamiento de la infraestructura de agua potable"*, mismo que incluye: la situación general de las localidades; el estado físico y operacional de su infraestructura de abastecimiento; las condiciones del servicio de comercialización; y el desarrollo del Comité de Agua, con el fin de conocer las debilidades y fortalezas generales, y así tener las herramientas para proponer acciones de mejoramiento.

El presente *Diagnóstico* está orientado hacia el mejoramiento de los servicios de agua potable y saneamiento de la localidad de Ihuatzio, Tzintzuntzan, Michoacán. Está basado en información colectada, ordenada y analizada con el Comité de Agua, la presidencia municipal, así como entrevistas con gente de la comunidad, además de mediciones y trabajos de campo realizados por el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

También, se realizaron encuestas para identificar la problemática de la localidad en cuanto al uso del agua potable, el saneamiento, la participación y la comunicación de la población.

El estudio se ha desarrollado de la siguiente forma: en el capítulo uno se presenta un diagnóstico general de la localidad, específicamente sobre su geografía física, demografía e infraestructura social y de comunicaciones.

El diagnóstico de la infraestructura hidráulica existente se describe en el capítulo dos, donde se detalla el estado actual de la captación, conducción, el sistema de potabilización y distribución de agua potable, se analiza la calidad del agua y se evalúa su situación en general. En el caso de la localidad estudiada no existe red de atarjeas, pozos de visita ni colectores, en general los pobladores utilizan letrinas, por lo que se estudió su impacto en el acuífero.

En el capítulo tres se muestra un diagnóstico del servicio que proporciona el Comité de Agua a los pobladores, en especial se mencionan las necesidades más importantes para llevar un control del sistema.

En el capítulo cuatro se presenta una evaluación de la situación económica y social de la localidad para el desarrollo de los servicios de agua. Mediante un estudio de la cabecera municipal, por no existir de la localidad se determina la capacidad de pago y las costumbres de la localidad en el uso del agua. Se incluyen los resultados obtenidos de una encuesta a los usuarios sobre la calidad, cantidad, continuidad del servicio de agua que proporciona el Comité de Agua, la atención de estos ante sus quejas. En este mismo capítulo se describen los importes por cobro de los servicios de agua, el costo de producción por metro

---

---

cúbico y los problemas que se presentan en la localidad para el desarrollo de dicho servicio de agua.

En el capítulo cinco se presentan los requerimientos de infraestructura, se pone en especial atención las obras para saneamiento.

En el capítulo seis se presenta los costos aproximados para las necesidades de infraestructura, para mejorar el servicio de agua y de alcantarillado de Ihuatzio.

Finalmente, en el capítulo siete se exponen las conclusiones y recomendaciones técnicas, administrativas, institucionales y de gestión, más relevantes para obtener el desarrollo del sistema de agua potable y saneamiento de Ihuatzio.

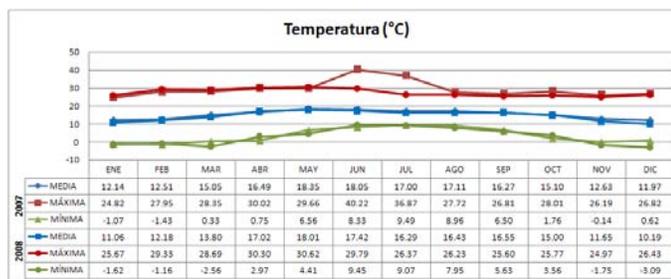
Este documento ha sido patrocinado mediante un convenio firmado entre la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA.

---

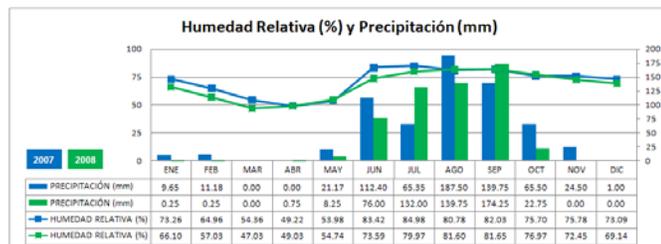


Tabla 1-1. Promedios mensuales de precipitación y temperatura en la estación Pátzcuaro

MES	TEMPERATURA (°C)			HUMEDAD RELATIVA -PROMEDIO MENSUAL-	PRECIPITACIÓN (mm) -MENSUAL ACUMULADA-	
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA			
2007	ENERO	12.14	24.82	-1.07	73.26	9.65
	FEBRERO	12.51	27.95	-1.43	64.96	11.18
	MARZO	15.05	28.35	0.33	54.36	0.00
	ABRIL	16.49	30.02	0.75	49.22	0.00
	MAYO	18.35	29.66	6.56	53.98	21.17
	JUNIO	18.05	40.22	8.33	83.42	112.40
	JULIO	17.00	36.87	9.49	84.98	65.35
	AGOSTO	17.11	27.72	8.96	80.78	187.50
	SEPTIEMBRE	16.27	26.81	6.50	82.03	139.75
	OCTUBRE	15.10	28.01	1.76	75.70	65.50
	NOVIEMBRE	12.63	26.19	-0.14	75.78	24.50
	DICIEMBRE	11.97	26.82	0.62	73.09	1.00
PROM ANUAL	15.22	40.22	-1.43	70.96	638.00	
2008	ENERO	11.06	25.67	-1.62	66.10	0.25
	FEBRERO	12.18	29.33	-1.16	57.03	0.25
	MARZO	13.80	28.69	-2.56	47.03	0.00
	ABRIL	17.02	30.30	2.97	49.03	0.75
	MAYO	18.01	30.62	4.41	54.74	8.25
	JUNIO	17.42	29.79	9.45	73.59	76.00
	JULIO	16.29	26.37	9.07	79.97	132.00
	AGOSTO	16.43	26.23	7.95	81.60	139.75
	SEPTIEMBRE	16.55	25.60	5.63	81.65	174.25
	OCTUBRE	15.00	25.77	3.56	76.97	22.75
	NOVIEMBRE	11.65	24.97	-1.75	72.45	0.00
	DICIEMBRE	10.19	26.43	-3.09	69.14	0.00
PROM ANUAL	14.63	30.62	-3.09	67.44	554.25	
PROMEDIO	14.93	40.22	-3.09	69.20	1192.25	



Comportamiento de la temperatura (2007-2008)



Comportamiento de la humedad relativa y precipitación (2007-2008)

Fuente: Elaboración propia, con datos proporcionados por la Subcoordinación de Hidrología y Mecánica de Ríos del IMTA, 2008.

### 1.2.1 Características y uso del suelo

En general la localidad cuenta solo con uso habitacional o público. Con respecto a la clasificación del suelo, se tendría que existen dos clases socioeconómicas, la media y popular, (Ver Fotografía 1-1).



Clase Socioeconómica Popular



Clase Socioeconómica Media

Fotografía 1-1. Estratos sociales

En cuanto al desarrollo poblacional de la localidad, conviene señalar que el crecimiento poblacional se está dando hacia el este de la localidad, al sur no crece más por su colindancia con el lago (Ver Ilustración 1-1).



Fuente: Elaboración propia con imagen tomada de <http://mapserver.inegi.org.mx>

Ilustración 1-1 Zona de crecimiento natural de la población

### 1.2.2 Topografía

En Ihuatzio la topografía se comporta de la siguiente manera:

- Al Norte tiene una barrera de pequeños cerros y mesetas, que son los graneros de la comunidad.
- Hacia el Oeste se encuentra la población de Cucuchuco, de características casi semejantes.
- Por el Este se extiende el ramal de carretera que comunica a Pátzcuaro con los importantes centros de población del país.
- Al sur colinda con una faja del lago de de Pátzcuaro

En la Ilustración 1-2, se muestra la topografía que se presenta en la localidad de Ihuatzio.

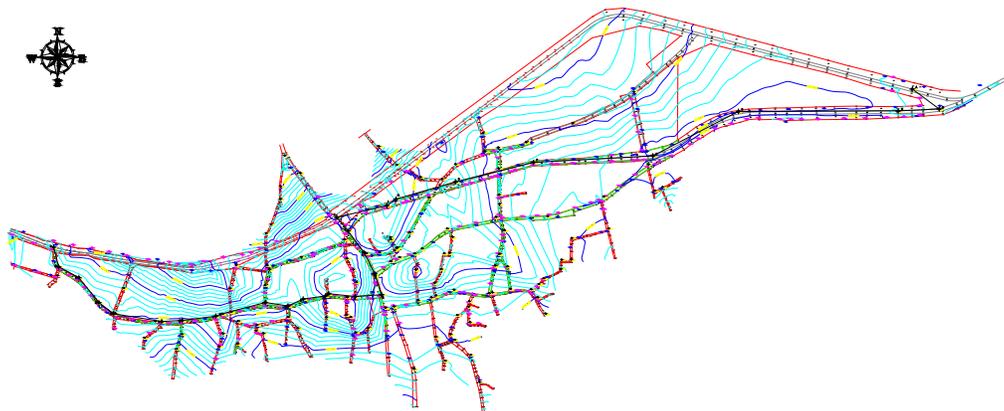


Ilustración 1-2 Topografía de la localidad de Ihuatzio

## 1.3 Demografía

### 1.3.1 Evolución demográfica

#### 1.3.1.1 Población histórica

Para el estudio del crecimiento de la población en Ihuatzio se acudió a los datos presentados por INEGI (Ver Tabla 1-1).

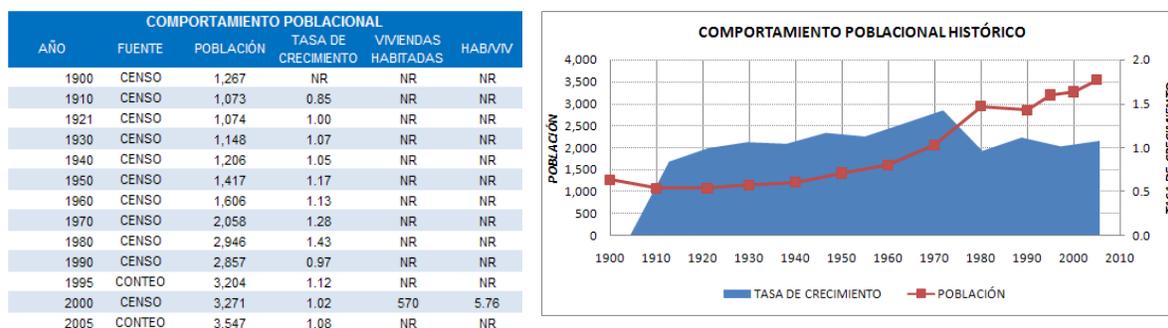


Tabla 1-1 Datos de población de la localidad de Ihuatzio.

FUENTE: Elaboración propia con datos tomados del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI)

\* Los datos expuestos en este año, se tomaron del trabajo de vinculación realizado, las casa habitadas fueron las que proporcionaron información y el indicador de hab/viv, fue calculado con esta fuente.

#### 1.3.1.2 Población actual (año 2008)

El cálculo de la población actual se realizó tomando en cuenta los resultados de la vinculación en campo de cada predio, dando un total de 3,800 habitantes.

#### 1.3.1.3 Población futura (año 2030)

La proyección de población se realizó utilizando aplicando la tasa de crecimiento que reporta la CONAPO y la población estimada de 3,800 habitantes, obtenida del trabajo de vinculación realizado, desde el año 2008 hasta el 2030. Los resultados se muestran en la Tabla 1-2.

Un estudio adicional que realizó la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan reporta que la población de proyecto (año 2030) sería de aproximadamente 4,366 habitantes<sup>1</sup>.

Para nuestros cálculos se tomará en cuenta la proyección de la población obtenida de CONAPO, que es de 4,285 habitantes aproximadamente.

<sup>1</sup> Para mayor información referente a este cálculo, consultar el anexo "Proyecto de agua potable (Ihuatzio)" (apartado 1.2.2), realizado por la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan, 2008.

Tabla 1-2 Proyecciones de población al horizonte del proyecto

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
TASA DE CRECIMIENTO (CONAPO)		0.22%	0.28%	0.42%	0.31%	0.34%	0.40%	0.46%
POBLACIÓN (HABITANTES)	3,800	3,809	3,819	3,835	3,847	3,860	3,876	3,893
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
TASA DE CRECIMIENTO (CONAPO)	0.43%	0.49%	0.46%	0.55%	0.50%	0.70%	0.56%	0.59%
POBLACIÓN (HABITANTES)	3,910	3,929	3,947	3,969	3,989	4,017	4,040	4,064
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
TASA DE CRECIMIENTO (CONAPO)	0.75%	0.60%	0.82%	0.64%	0.89%	0.75%	0.88%	
POBLACIÓN (HABITANTES)	4,094	4,119	4,152	4,179	4,216	4,248	4,285	

FUENTE: Elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO)

Con base en esto, se estima que para el año 2030 habitarán en la localidad alrededor de 4,285 personas.

## 1.4 Infraestructura Social y de Comunicaciones

### 1.4.1 Educación

En la localidad de Ihuatzio existen 4 escuelas con un total de 794 alumnos y 91 docentes o empleados, distribuidas como se señala en la Tabla 1-3.

Tabla 1-3. Distribución de escuelas en Ihuatzio

ESCUELA	ALUMNOS	TURNOS	PERSONAL	BAÑO	COCINA
<b>PREPRIMARIA</b>					
GABRIELA MISTRAL	135	1	25	4	1
<b>PRIMARIA</b>					
ERENDIRA	118	1	11	6	0
PINO SUÁREZ	263	1	17	8	0
	80	2	10	6	0
<b>SECUNDARIA</b>					
ESC. SEC. TEC.# 84	198	1	28	23	1
	<b>794</b>		<b>91</b>	<b>47</b>	<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en cada una de las escuelas

### 1.4.2 Salud

Se cuenta con una clínica del programa IMSS-Oportunidades, cuenta con una cama y un cunero, atiende un médico y una enfermera. Cuenta con una cocina y dos baños. En lo general, atiende a 20 pacientes, en promedio al día.

En el año 2007 se presentaron 729 casos de enfermedades relacionadas a la calidad del agua, Tabla 1-4, de las cuales 44 tienen puerta de entrada por vía digestiva.

El reporte de las enfermedades presentadas en 2007, con causa probable del saneamiento básico, como contaminación o mala higiene, son los siguientes:

Tabla 1-4. Enfermedades relacionadas a la calidad de agua

ENFERMEDAD	CASOS	% PUNTUAL	% GENERAL
<b>CON PUERTA DE ENTRADA VIA DIGESTIVA :</b>			
GASTROENTERITIS	25	56.82%	3.43%
AMIBIASIS	10	22.73%	1.37%
ASCARIASIS	5	11.36%	0.69%
OXURIASIS	4	9.09%	0.55%
	<b>44</b>	<b>100.00%</b>	<b>6.04%</b>
<i>SE PUEDE PREVENIR: CON EL MEJORAMIENTO EN LA HIGIENE, HERVIR EL AGUA O CLORARLA</i>			
<b>GENITOURINARIAS DE TRANSMICION SEXUAL:</b>			
CANDIDIASIS	45	45.92%	6.17%
TRICOMONIASIS	30	30.61%	4.12%
CERVICOVAGINITIS	23	23.47%	3.16%
	<b>98</b>	<b>100.00%</b>	<b>13.44%</b>
<i>SE PUEDE PREVENIR: CON EL MEJORAMIENTO EN LA HIGIENE Y LA MEJORA EN LA CALIDAD DEL AGUA</i>			
<b>CON PUERTA DE ENTRADA EN LA PIEL :</b>			
DERMATITIS	35	70.00%	4.80%
UNICOMICOSIS	15	30.00%	2.06%
	<b>50</b>	<b>100.00%</b>	<b>6.86%</b>
<i>SE PUEDE PREVENIR: CON EL MEJORAMIENTO EN LA HIGIENE Y LA MEJORA EN LA CALIDAD DEL AGUA</i>			
<b>BUCODENTALES:</b>			
CARIES DENTAL	212	39.48%	29.08%
PLACA DENTOBACTERIANA	325	60.52%	44.58%
	<b>537</b>	<b>100.00%</b>	<b>73.66%</b>
<i>SE PUEDE PREVENIR: CON EL MEJORAMIENTO EN LA HIGIENE Y LA MEJORA EN LA CALIDAD DEL AGUA</i>			
<b>CASOS PRESENTADOS 2007</b>		<b>729</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos en la Clínica IMSS-OPORTUNIDADES, Ihuatzio

### 1.4.3 Abasto

Las instalaciones para el comercio y el abasto popular de la población son pequeños abarrotes y algunos locales de venta de artesanías.

### 1.4.4 Deporte

Existen dos campos de fútbol y una cancha de básquetbol en la localidad. Las escuelas primarias y la secundaria cuentan con instalaciones deportivas.



## 2. DIAGNÓSTICO DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

### 2.1 Sistema de agua potable

#### 2.1.1 Captaciones

Actualmente la población utiliza para su abastecimiento urbano agua de un pozo somero, localizado al noreste, donde se extraen 18.4 l/s en promedio<sup>2</sup>, opera diariamente, excepto los miércoles, de las 8:00 A.M. a las 4:00 P.M., es decir, 8 horas de funcionamiento. La localidad cuenta con un pozo que no ha puesto en operación. Gran parte de la población cuenta con norias en sus casas para abastecerse.



Fuente: Imagen tomada de Google Earth©

Ilustración 2-1 Ubicación de los pozos

Tabla 2-1 Características de los pozos de agua potable

POZO	LOCALIZACIÓN	PROFUNDIDAD (m)	DIÁMETRO SUCCIÓN (Pulg)	DIÁMETRO DESCARGA (Pulg)	TIPO DE BOMBA	POTENCIA (HP)
PRINCIPAL	INDEPENDENCIA S/N	S/D	4"	4"	TURBINA VERTICAL	24.6
INOPERANTE	INDEPENDENCIA S/N					
	GASTO MEDIO DE EXTRACCIÓN (l/s)	HORAS DE OPERACIÓN	CLORACIÓN	TRANSFORMADOR (KVA)	TIPO DE ARRANCADOR	
PRINCIPAL	18.4	8	NA		K981 (SIEMENS)	
INOPERANTE						

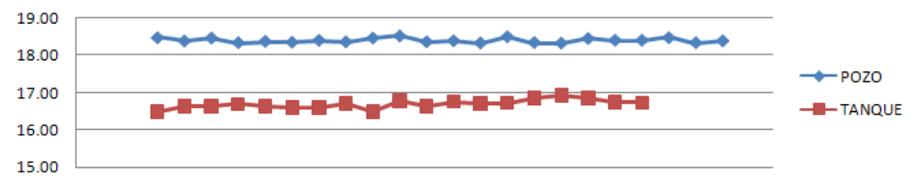
La dotación diaria por habitante<sup>3</sup>, producida por el pozo es de 140 litros, sin embargo el tanque entrega 125 l/hab/día por las pérdidas existentes en la conducción. Es importante el ubicar estas pérdidas para separarlas de la misma y cambiar la operación del sistema para incrementar la dotación diaria, aunque se encuentra en el rango de consumo doméstico per capita de clima templado<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> El promedio de producción mencionado se obtuvo como resultado de una medición puntual en la tubería de conducción al tanque de almacenamiento, IMTA, 2008

<sup>3</sup> Considerando un población de 3,800 habitantes, resultado de la encuesta aplicada, IMTA, 2008

<sup>4</sup> Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), Libro: Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CONAGUA, 1994.

## Ilustración 2-2. Formato de reporte de medición en pozo y tanque

FECHA		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA		ID. POZO			
20	NOV	2008					POZO		
 <p style="text-align: center;">MEDICIÓN EN POZO</p>  <p style="text-align: center;">MEDICIÓN EN TANQUE</p>									
<b>INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA</b>									
FICHA PARA LAS PRUEBAS DE VERIFICACIÓN A MACRO MEDIDORES									
EVALUACIÓN DE EFICIENCIA FÍSICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE :									
IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICHOACÁN									
									
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MACROMEDIDOR</b>									
No. DE SERIE									
TIPO									
MARCA									
OPERANDO (SI) O (NO)				SI					
<b>CARACTERÍSTICAS DEL POZO</b>									
HORAS DE OPERACIÓN				8					
DÍAS A LA SEMANA				6					
PROBLEMAS DE ARENA									
PRESIÓN (psi) - (kg/cm <sup>2</sup> )									
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA</b>									
DIAMETRO DE LA TUBERÍA				4"					
TIPO DE MATERIAL				GALV					
<b>CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR DEL IMTA</b>									
No. DE SERIE				29585					
TIPO									
MODELO									
<b>CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DEL IMTA</b>									
MATERIAL DE LA TUBERÍA				GALV					
DIAMETRO EXTERNO (mm)				115					
DIAMETRO INTERNO (mm)				110					
ESPESOR ( e ) EN (mm)				5					
POSICIÓN DE SENSORES				"V"					
SEPARACIÓN SENSORES (mm)				77					
<b>TOMA DE LECTURAS SIMULTÁNEAS EN MEDIDOR ULTRASÓNICO A CADA MINUTO DURANTE</b>									
<b>MEDICIÓN EN POZO</b>				<b>MEDICIÓN EN TANQUE</b>				<b>PERIODO DE TIEMPO (min)</b>	<b>GASTO SUMINISTRADO AL SISTEMA EN EL PERIODO DE TIEMPO DE ESTUDIO</b>
<b>TIEMPO</b>	<b>LECT (l/s)</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>LECT (l/s)</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>LECT (l/s)</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>LECT (l/s)</b>		
09:16:00	18.48	09:27:00	18.39	10:27:00	16.49	10:38:00	16.76	00:21:00	23.19
09:17:00	18.38	09:28:00	18.33	10:28:00	16.64	10:39:00	16.71		
09:18:00	18.47	09:29:00	18.51	10:29:00	16.64	10:40:00	16.73		
09:19:00	18.34	09:30:00	18.34	10:30:00	16.70	10:41:00	16.86		
09:20:00	18.38	09:31:00	18.33	10:31:00	16.64	10:42:00	16.94		
09:21:00	18.35	09:32:00	18.46	10:32:00	16.61	10:43:00	16.85	00:18:00	18.04
09:22:00	18.41	09:33:00	18.41	10:33:00	16.60	10:44:00	16.75		
09:23:00	18.36	09:34:00	18.41	10:34:00	16.72	10:45:00	16.74		
09:24:00	18.47	09:35:00	18.48	10:35:00	16.51				
09:25:00	18.53	09:36:00	18.34	10:36:00	16.79				
09:26:00	18.36	09:37:00	18.39	10:37:00	16.64				
<b>PROMEDIO</b>		<b>18.40</b>		<b>PROMEDIO</b>		<b>16.70</b>			
<b>OBSERVACIONES:</b> SE TOMARON LOS GASTOS DE SALIDA DEL POZO Y DE ENTREGA AL TANQUE MISMOS QUE REPORTAN UNA DIFERENCIA DE 1.7 l/s, POR DÍA SE EL POZO TRABAJA 8 HORAS, SI ESTA DIFERENCIA ES CONSTANTE NOS DA UNA PÉRDIDA APROXIMADA DE 48 m <sup>3</sup> POR DÍA. ES IMPORTANTE REVISAR LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN PARA DESCARTAR CONEXIONES O FUGAS EN LA MISMA.									
<b>COMPORTAMIENTO DE LA TOMA DE LECTURAS</b>									
									

## 2.1.2 Conducción

En el sistema de agua potable de la localidad existe una línea de conducción que conecta al pozo principal a un tanque de almacenamiento, mismo después surte a la red de distribución (Ilustración 2-3). En la Tabla 2-2 se presenta las características de la línea de conducción de la localidad.



Fuente: Imagen tomada de Google Earth©

Ilustración 2-3 Línea de conducción

Tabla 2-2 Características de la línea de conducción

NOMBRE DE LA CONDUCCIÓN	TRAYECTORIA	DIÁMETRO (pulgadas)	LONGITUD (m)
PRINCIPAL	AL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	4	1,300 APROX

## 2.1.3 Calidad del agua

A la fecha no existe un estudio completo de la calidad del agua subterránea. Para determinar las características de la calidad del agua del sistema, se realizaron análisis a cuatro pozos someros.

Este proceso se llevó a cabo en tres etapas: en la primera etapa, se identificaron los lugares donde se pudiera hacer un estudio general de la calidad del agua en la localidad, dichos puntos debían no estar muy cerca uno de otro y además dar abastecimiento de agua a varias familias, en promedio 10; en la segunda etapa se obtuvieron las muestras del agua y en la tercera y última etapa se realizó el análisis y obtención de resultados de las muestras obtenidas.

### 2.1.3.1 Identificación física de puntos de muestreo de agua potable

Dentro de los alcances del estudio programados, se consideró el muestreo y análisis del agua producida por:

- Pozo somero principal
- Pozo somero ubicado en la calle Adolfo Ruíz Cortines
- Pozo somero ubicado en la calle Guillermo Prieto
- Pozo somero ubicado frente a la Plaza

La localización de estos lugares se muestra en la siguiente ilustración.



Fuente: Imagen tomada de Google Earth©

Ilustración 2-4. Ubicación de los puntos de muestreo

#### 2.1.3.1.1 Pozo somero principal

Se seleccionó este sitio por ser la fuente principal de abastecimiento de la localidad. El lugar de muestreo fue inmediatamente en el pozo (Ver Fotografía 2-1 y Fotografía 2-2).



Fotografía 2-1. Vista general del sitio de muestreo de agua potable en el pozo principal, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-2. Lugar seleccionado para obtener la muestra en el pozo principal, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.

#### 2.1.3.1.2 Pozo somero ubicado en la calle Adolfo Ruíz Cortines

---

Al igual que los demás pozos, el sitio se seleccionó por ser una importante fuente de abastecimiento para al menos doce familias, la toma se obtuvo directamente de la noria (Ver Fotografía 2-3 y Fotografía 2-4).



Fotografía 2-3. Vista general del sitio de muestreo de agua potable en el pozo ubicado en la calle Adolfo Ruíz Cortines, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-4. Lugar seleccionado para obtener la muestra en el pozo ubicado en la calle Adolfo Ruíz Cortines, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.

#### 2.1.3.1.3 Pozo somero ubicado en la calle Guillermo Prieto

Se seleccionó esta fuente de abastecimiento de doce casas y el muestreo se llevó a cabo directamente en el pozo (Fotografía 2-5 y Fotografía 2-6).



Fotografía 2-5. Vista general del sitio de muestreo de agua potable en el pozo somero ubicado en la calle Guillermo Prieto, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-6. Lugar seleccionado para obtener la muestra en el pozo somero ubicado en la calle Guillermo Prieto, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.

---

#### 2.1.3.1.4 Pozo somero ubicado frente a la Plaza

Al igual que en los demás pozos, éste apoya al abastecimiento de cinco familias, aproximadamente, y la toma de la muestra se seleccionó en la descarga a una pileta, gracias a sus condiciones que así lo permitieron (Fotografía 2-7 y Fotografía 2-8).



Fotografía 2-7. Vista general del sitio de muestreo de agua potable en el pozo somero ubicado frente a la Plaza, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-8. Lugar seleccionado para obtener la muestra en el pozo somero ubicado frente a la Plaza, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.

#### 2.1.3.2 Obtención de muestras

La obtención de muestras se realizó de acuerdo con las normas y procedimientos oficiales como se señala en los resultados más adelante, con el objetivo de que las mismas no sufrieran alteraciones en su composición físico-química y bacteriológica, desde el momento de la toma hasta su análisis en el laboratorio respectivo.

Las muestras fueron tomadas en los sitios descritos y transportadas bajo un ambiente controlado hasta el laboratorio, para su análisis y obtención de resultados.

Los trabajos de obtención de muestras fueron realizados por personal del laboratorio Centro de Estudios en Medio Ambiente S.C., que realizó los análisis respectivos. Este laboratorio cuenta con la acreditación de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA) y la aprobación de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

---

### 2.1.3.2.1 Toma de muestras

En las siguientes fotografías, se observa el momento que el personal de laboratorio está tomando los datos de los análisis de campo de las muestras en las fuentes de agua potable seleccionadas.



Fotografía 2-9. Obtención de los datos de campo de la muestra de agua potable en el pozo somero principal, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-10. Obtención de los datos de campo de la muestra de agua potable en el pozo somero ubicado en la calle Adolfo Ruíz Cortinez, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-11. Obtención de los datos de campo de la muestra de agua potable en el pozo somero ubicado en la calle Guillermo Prieto, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



Fotografía 2-12. Obtención de los datos de campo de la muestra de agua potable en el pozo somero ubicado frente a la Plaza, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.

---

### 2.1.3.3 Análisis de muestras y obtención de resultado de agua potable

Los análisis de las muestras fueron realizados por un laboratorio acreditado de acuerdo a los requisitos establecidos en la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006, para las actividades de evaluación de la conformidad en la rama: Agua; con el número de acreditación AG-141-044/02, con vigencia del 2007-05-16 al 2011-05-16.

Para determinar la calidad del agua, se tomaron como referencia algunos parámetros de la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.

Los resultados de cada muestra obtenida, así como los documentos que acreditan el laboratorio, se presentan a continuación.



Ilustración 2-5. Resultados de la muestra de agua potable del pozo somero principal, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA**

Departamento de Hidráulica

Paseo Cuauhnahuac No. 8532

Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 948  
MUESTRA No. 828

**MONITOREO:** La muestra fue tomada por personal de CEMA, S.C. el día 24 de Septiembre del 2008 a las 12:00 horas, en la Noria (Pozo Principal) Domicilio Conocido. Ihuatzio, Mich.  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua de Noria.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 de Septiembre del 2008.  
**PERIODO DE PRUEBA:** Del 24 de Septiembre al 3 de Octubre del 2008.

**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
POTENCIAL DE HIDROGENO	U	7.50	NMX-008-SCFI-2000	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA	µs / cm.	223	NMX-AA-093-SCFI-00	-
TEMPERATURA	°C	19	NMX-AA-007-SCFI-00	-
COLOR	Pt /Co	10	NMX-AA-045-SCFI-01	20
TURBIEDAD	UNT	2.6	NMX-AA-038-SCFI-01	5
SÓLIDOS TOTALES	mg /l	192	NMX-AA-034-SCFI-01	-
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg /l	188	NMX-AA-034-SCFI-01	1000.00
ALCALINIDAD A LA FENOFTALEINA	mg/l	0.0	NMX-AA-036-SCF1-01	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	84	NMX-AA-036-SCF1-01	-
CARBONATOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
BICARBONATOS	mg /l	84	NMX-AA-036-SCFI-01	-
HIDROXIDOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
DUREZA TOTAL	mg /l	94	NMX-AA-072-SCFI-01	500.00
DUREZA DE CALCIO	mg /l	36	SM-3500-Ca-D-1992	-

LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACION PREVIA DE ESTE LABORATORIO

W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemasc@hotmail.com Morelia, Mich.



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

Departamento de Hidráulica  
Paseo Cuauhnahuac No. 8532  
Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 948  
MUESTRA No. 828

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
DUREZA DE MAGNESIO	mg /l	58	SM-3500-Mg-E-1992	-
SULFATOS	mg /l	14.19	NMX-AA-074-1981	400.00
CLORUROS	mg /l	10.8	NMX-AA-073-SCFI-01	250.00
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	130	NOM-145-SSA1-1995	No Detectable
N. NITRATOS	mg /l	2.45	NMX-AA-079-SCFI-01	10.00
FIERRO	mg /l	< 0.167	NOM-117-SSA1-1994	0.30
MANGANESO	mg /l	< 0.121	NMX-AA-051-SCFI-01	0.15

*ht*

AUTORIZA

*ht*  
Q.F.B. LUZ DE LA E. TORRES ROSAS  
COORDINADOR DE LABORATORIO  
CED. PROF. 1033929



LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACION PREVIA DE ESTE LABORATORIO.  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 88290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemas@hotmail.com Morelos Hojas 2 de 2

Ilustración 2-6. Resultados de la muestra de agua potable del pozo somero ubicado en la calle Adolfo Ruíz Cortinez, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA**

Departamento de Hidráulica  
Paseo Cuauhnahuac No. 8532  
Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 949  
MUESTRA No. 829

**MONITOREO:** La muestra fue tomada por personal de CEMA, S.C. el día 24 de Septiembre del 2008 a las 12:20 horas, en la Noria Calle Adolfo Ruíz Cortinez Domicilio Conocido. Ihuatzio, Mich.  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua de Noria.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 de Septiembre del 2008.  
**PERIODO DE PRUEBA:** Del 24 de Septiembre al 3 de Octubre del 2008.

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
POTENCIAL DE HIDROGENO	U	7.32	NMX-008-SCFI-2000	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA	µs / cm.	434	NMX-AA-093-SCFI-00	-
TEMPERATURA	°C	18.3	NMX-AA-007-SCFI-00	
COLOR	Pt /Co	10	NMX-AA-045-SCFI-01	20
TURBIEDAD	UNT	2.3	NMX-AA-038-SCFI-01	5
SÓLIDOS TOTALES	mg /l	312	NMX-AA-034-SCFI-01	-
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg /l	308	NMX-AA-034-SCFI-01	1000.00
ALCALINIDAD A LA FENOFTALEINA	mg/l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	64.2	NMX-AA-036-SCFI-01	-
CARBONATOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
BICARBONATOS	mg /l	64.2	NMX-AA-036-SCFI-01	-
HIDROXIDOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
DUREZA TOTAL	mg /l	118	NMX-AA-072-SCFI-01	500.00
DUREZA DE CALCIO	mg /l	52	SM-3500-Ca-D-1992	-

LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DE ESTE LABORATORIO  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemasc@hotmail.com Morelia, Mich.



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA**

Departamento de Hidráulica

Paseo Cuauhnahuac No. 8532

Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 949  
MUESTRA No. 829

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
DUREZA DE MAGNESIO	mg /l	66	SM-3500-Mg-E-1992	-
SULFATOS	mg /l	42.0	NMX-AA-074-1981	400.00
CLORUROS	mg /l	29.9	NMX-AA-073-SCFI-01	250.00
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	8.0	NOM-145-SSA1-1995	No Detectable
N. NITRATOS	mg /l	11.54	NMX-AA-079-SCFI-01	10.00
FIERRO	mg /l	< 0.167	NOM-117-SSA1-1994	0.30
MANGANESO	mg /l	< 0.121	NMX-AA-051-SCFI-01	0.15

AUTORIZA

Q.F.B. LUZ DE LA E. TORRES ROSAS  
COORDINADOR DE LABORATORIO  
CED. PROF. 1033929



LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACION PREVIA DE ESTE LABORATORIO  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemasc@hotmail.com Morelos, Méx. Hojas 2 de 2

Ilustración 2-7. Resultados de la muestra de agua potable del pozo somero ubicado en la calle Guillermo Prieto, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA**

Departamento de Hidráulica

Paseo Cuauhnahuac No. 8532

Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 950  
MUESTRA No. 830

**MONITOREO:** La muestra fue tomada por personal de CEMA, S.C. el día 24 de Septiembre del 2008 a las 12:50 horas, en la Noria Calle Guillermo Prieto. Domicilio Conocido. Ihuatzio, Mich.

**TIPO DE MUESTRA:** Agua de Noria.

**FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 de Septiembre del 2008.

**PERIODO DE PRUEBA:** Del 24 de Septiembre al 3 de Octubre del 2008.

**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
POTENCIAL DE HIDROGENO	U	7.22	NMX-008-SCFI-2000	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA	µs / cm.	450	NMX-AA-093-SCFI-00	-
TEMPERATURA	°C	17.8	NMX-AA-007-SCFI-00	
COLOR	Pt /Co	7.5	NMX-AA-045-SCFI-01	20
TURBIEDAD	UNT	2.5	NMX-AA-038-SCFI-01	5
SÓLIDOS TOTALES	mg /l	344	NMX-AA-034-SCFI-01	-
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg /l	339	NMX-AA-034-SCFI-01	1000.00
ALCALINIDAD A LA FENOFTALEINA	mg/l	0.0	NMX-AA-036-SCF1-01	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	66.6	NMX-AA-036-SCF1-01	-
CARBONATOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
BICARBONATOS	mg /l	66.6	NMX-AA-036-SCFI-01	-
HIDROXIDOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
DUREZA TOTAL	mg /l	104	NMX-AA-072-SCFI-01	500.00
DUREZA DE CALCIO	mg /l	64	SM-3500-Ca-D-1992	-

LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DE ESTE LABORATORIO  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemasc@hotmail.com Morelia, Mich.

Hojas 1 de 2



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA

Departamento de Hidráulica  
Paseo Cuauhnahuac No. 8532  
Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 950  
MUESTRA No. 830

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LÍMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
DUREZA DE MAGNESIO	mg /l	40	SM-3500-Mg-E-1992	-
SULFATOS	mg /l	37.65	NMX-AA-074-1981	400.00
CLORUROS	mg /l	22.8	NMX-AA-073-SCFI-01	250.00
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	46	NOM-145-SSA1-1995	No Detectable
N. NITRATOS	mg /l	12.02	NMX-AA-079-SCFI-01	10.00
FIERRO	mg /l	< 0.167	NOM-117-SSA1-1994	0.30
MANGANESO	mg /l	< 0.121	NMX-AA-051-SCFI-01	0.15

AUTORIZA

Q.F.B. LUZ DE LA E. TORRES ROSAS  
COORDINADOR DE LABORATORIO  
CED. PROF. 1033929



LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRÁ SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DE ESTE LABORATORIO.  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: [cemasc@hotmail.com](mailto:cemasc@hotmail.com) Morelos, México. Hojas 2 de 2

Ilustración 2-8. Resultados de la muestra de agua potable del pozo somero ubicado en la esquina que forman las calles Tariácuri y Caltzontzin, frente a la Plaza, Ihuatzio, Tzintzuntzan, Mich.



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA**

Departamento de Hidráulica  
Paseo Cuauhnahuac No. 8532  
Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 951  
MUESTRA No. 831

**MONITOREO:** La muestra fue tomada por personal de CEMA, S.C. el día 24 de Septiembre del 2008 a las 13:15 horas, en la Noria Esq. de las Calles Tariacuri y Caltzontzin Domicilio Conocido. Ihuatzio, Mich.  
**TIPO DE MUESTRA:** Agua de Noria.  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 24 de Septiembre del 2008.  
**PERIODO DE PRUEBA:** Del 24 de Septiembre al 3 de Octubre del 2008.

**ANÁLISIS FISICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
POTENCIAL DE HIDROGENO	U	7.12	NMX-008-SCFI-2000	6.5 - 8.5
CONDUCTIVIDAD ELECTROLITICA	µs / cm.	538	NMX-AA-093-SCFI-00	-
TEMPERATURA	°C	18.3	NMX-AA-007-SCFI-00	-
COLOR	Pt /Co	5.5	NMX-AA-045-SCFI-01	20
TURBIEDAD	UNT	2.2	NMX-AA-038-SCFI-01	5
SÓLIDOS TOTALES	mg /l	392	NMX-AA-034-SCFI-01	-
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	mg /l	389	NMX-AA-034-SCFI-01	1000.00
ALCALINIDAD A LA FENOFTALEINA	mg/l	0.0	NMX-AA-036-SCF1-01	-
ALCALINIDAD TOTAL	mg/l	82.8	NMX-AA-036-SCF1-01	-
CARBONATOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
BICARBONATOS	mg /l	82.8	NMX-AA-036-SCFI-01	-
HIDROXIDOS	mg /l	0.0	NMX-AA-036-SCFI-01	-
DUREZA TOTAL	mg /l	114	NMX-AA-072-SCFI-01	500.00
DUREZA DE CALCIO	mg /l	70	SM-3500-Ca-D-1992	-

LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DE ESTE LABORATORIO  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemasc@hotmail.com Morelia, Mich. Hojas 1 de 2



CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.

INFORME DE ENSAYO

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA**

Departamento de Hidráulica  
Paseo Cuauhnahuac No. 8532  
Progreso de Jiutepec, Morelos

I.E. No. 951  
MUESTRA No. 831

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO**

PARÁMETROS DE LABORATORIO	U	CONCENTRACIÓN	METODOLOGÍA	LIMITE PERMISIBLE NOM-127-SSA1-1994
DUREZA DE MAGNESIO	mg /l	44	SM-3500-Mg-E-1992	-
SULFATOS	mg /l	43.23	NMX-AA-074-1981	400.00
CLORUROS	mg /l	34.9	NMX-AA-073-SCFI-01	250.00
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	79	NOM-145-SSA1-1995	No Detectable
N. NITRATOS	mg /l	13.40	NMX-AA-079-SCFI-01	10.00
FIERRO	mg /l	< 0.167	NOM-117-SSA1-1994	0.30
MANGANESO	mg /l	< 0.121	NMX-AA-051-SCFI-01	0.15

**AUTORIZA**

*lt*  
Q.F.B. LUZ DE LA E. TORRES ROSAS  
COORDINADOR DE LABORATORIO  
CED. PROF. 1033929



LOS RESULTADOS REPRESENTAN LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA ANALIZADA. ESTE INFORME NO PODRA SER REPRODUCIDO PARCIALMENTE SIN LA AUTORIZACION PREVIA DE ESTE LABORATORIO  
W. A. Mozart N° 639 Fracc. La Loma C.P. 58290 Tels. 01 (443) 314-08-31 y 324-41-72  
Fax (443) 315-77-84 E-mail: cemasce@hotmail.com Morelia, Mich.  
Hojas 2 de 2



entidad mexicana de acreditación a.c.

ACREDITA  
A

**CENTRO DE ESTUDIOS EN  
MEDIO AMBIENTE S.C.**

**W.A. MOZART No. 639, COL. FRACCIONAMIENTO LA LOMA,  
C.P. 58290, MORELIA, MICHOACÁN.**

*Como Laboratorio de Ensayos de acuerdo a los  
Requisitos establecidos en la Norma  
NMX-EC-17025-IMNC-2006  
(ISO/IEC 17025:2005) para las actividades de  
evaluación de la conformidad en la rama:*

**AGUA \***

*El cumplimiento de los requisitos de la Norma ISO/IEC 17025:2005 por parte de un laboratorio significa que el laboratorio cumple tanto los requisitos de competencia técnica como los requisitos del sistema de gestión necesarios para que pueda entregar de forma consistente resultados de ensayos y calibraciones técnicamente válidas. Los requisitos del sistema de gestión de la Norma ISO/IEC 17025:2005 (sección 4) están escritos en un lenguaje que corresponde con las operaciones de un laboratorio y satisfacen los principios de la Norma ISO 9001:2000 "Sistemas de Gestión de la Calidad- Requisitos" y además son afines a sus requisitos pertinentes."*

**Acreditación No: AG-141-044/02 \***

**Vigencia: 2007-05-16 al 2011-05-16 \***

**MARÍA CRISTINA AVILÉS ALCÁNTARA**  
Presidenta del Comité de Evaluación de  
Laboratorios de Ensayo de ema, a.c.

**MARÍA ISABEL LÓPEZ MARTÍNEZ**  
Directora Ejecutiva de ema, a.c.

\*El presente documento no tiene validez sin su anexo técnico correspondiente \* 06LP0221

FOR-LP-019-00

Ilustración 2-10. Aprobación del laboratorio ante la CONAGUA



**LA COMISION NACIONAL DEL AGUA EXPIDE LA PRESENTE  
APROBACION A FAVOR DE:**

**CENTRO DE ESTUDIOS EN MEDIO AMBIENTE, S.C.**

En las determinaciones analíticas de:

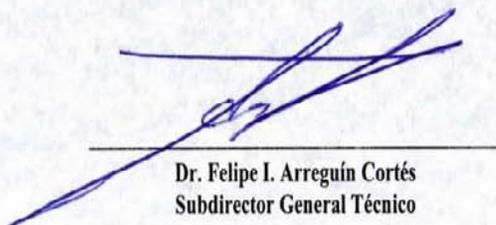
**MUESTREO, MEDICIONES DIRECTAS, VOLUMETRÍA, GRAVIMETRÍA,  
ESPECTROFOTOMETRÍA UV-VIS, METALES Y MICROBIOLOGÍA.**

En los términos de la evaluación técnica 538 la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, de acuerdo con la documentación presentada por el laboratorio el 16 de Julio de 2007.

Datos generales del Laboratorio:

<b>DOMICILIO:</b> W.A. Mozart No. 639, Col. La Loma, C.P. 58290, Morelia, Michoacán.	<b>APROBACION No.:</b> CNA-GSCA-538
---	--

<b>FUNDAMENTO LEGAL:</b> Artículo 70 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada en el Diario Oficial de la Federación en 1997. NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	<b>OBJETIVO:</b> Aprobación de los laboratorios que realizan análisis de calidad del agua.	<b>VIGENCIA:</b> Veinticuatro meses a partir del 16 de Mayo de 2007.
--	---	---

  
Dr. Felipe I. Arreguín Cortés  
Subdirector General Técnico

Parámetros aprobados al reverso

---

#### 2.1.3.4 Interpretación de resultados

En relación a los parámetros color y turbiedad, los resultados de las cuatro muestras cumplen con los máximos permisibles según la norma de referencia, presentando valores muy similares entre ellos.

Los parámetros de conductividad, sólidos disueltos y dureza nos indican principalmente las sales presentes, en relación a los valores encontrados, se puede considerar que el pozo principal presenta mejores características de calidad respecto de los tres restantes, que entre ellos existe una similitud de calidad, sin embargo los resultados de las cuatro fuentes de agua cumplen con lo permitido para el abastecimiento para uso y consumo humano.

Por lo que respecta a la calidad bacteriológica, en los cuatro casos existe la presencia de coliformes fecales, lo que indica una contaminación de origen humano, esta situación se debe corregir mediante la desinfección para evitar riesgos de enfermedades.

El análisis de los compuestos de nitrógeno se realiza por que es una base para determinar la calidad sanitaria del agua al estar relacionados sus compuestos con la contaminación de origen orgánico, los nitratos son compuestos representativos de una posible contaminación permanente. Los valores encontrados al analizar las cuatro muestras, indican que el pozo principal contiene concentraciones (2.45 mg/l) por debajo del máximo permisible (10.0 mg/l). Los valores de este parámetro en las otras tres fuentes de abastecimiento, rebasan el máximo permisible ya que se encontraron valores de 11.54, 12.02 y 13.40 mg/l.

Para la remoción de los nitratos se requiere de un tratamiento que involucre intercambio iónico o bien coagulación-floculación-sedimentación, según los procesos convencionales.

Respecto a los metales analizados, fierro y manganeso, los valores encontrados se encuentran dentro de los máximos permisibles para este uso.

De manera general, con los resultados obtenidos en el muestreo y análisis del agua de las fuentes de abastecimiento en la presente temporada de lluvias se puede mencionar que la calidad del agua está afectada por contaminación relacionada a las actividades humanas y que es necesario establecer medidas correctivas para cumplir con la calidad para el uso y consumo humano.

---

### 2.1.4 Regularización

Anteriormente la población contaba con un tanque elevado (Fotografía 2-13), sin embargo, por las condiciones del mismo se paró su operación. Actualmente del pozo principal se envía el agua a un tanque (Fotografía 2-14) ubicado en la parte norte de la localidad.



Fotografía 2-13 Vista actual del tanque



Capacidad: 135m<sup>3</sup>; Dimensiones: 8.2m x 8.2m x 2m aproximadamente

Fotografía 2-14 Vista del tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia con base en imagen tomada de Google Earth©

Ilustración 2-11 Ubicación del tanque de regularización inoperante y actual

## **2.1.5 Distribución (Tuberías principales, secundarias, cajas de válvulas y tomas domiciliarias)**

### **2.1.5.1 Red de distribución (principal y secundaria)**

La localidad contaba solo con un croquis de su red de distribución, el mismo se ha digitalizado y se ha actualizado en un 100%, inspeccionando las válvulas que se presentan en el mismo, pudiendo ubicar solo 9 cajas.

La tubería existente en la red de distribución de agua potable de Ihuatzio, se calculó considerando la sectorización natural que presenta la localidad<sup>5</sup>, por los que se muestran los totales es de cada sector (poniente y oriente).

En el sector poniente podemos encontrar tubería de 6" en la alimentación proveniente del tanque hasta el cruce 1, posteriormente el diámetro se reduce a 4", 3" y 2½", antes de iniciar la ramificación; a partir de la cual la distribución se realiza con tuberías de 2", 1½", 1¼", 1", ¾" y ½", siendo los materiales predominantes el PVC y el PAD, con variaciones de clases C-5, RD-26, RD-41, RD-32.5, RD-26, RD-13.5 y RD-9. La longitud total de esta red<sup>6</sup> es de 4,123 m.

Características semejantes tiene la red del sector oriente, que cuenta con una longitud<sup>6</sup> de 8,667 m.

El principal problema en la distribución del agua potable, es que no existen válvulas para el control en la distribución de los caudales, y las pocas existentes no se operan, por lo que el agua tiende a llegar solo a las tomas ubicadas en la parte más baja de la localidad.

<sup>5</sup> Ver Apartado 2.2, del anexo "Proyecto de agua potable (Ihuatzio)", realizado por la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan, 2008.

<sup>6</sup> Anexo "Proyecto de agua potable (Ihuatzio)", apartado 4.2.

---

### 2.1.5.2 Antigüedad de la red de distribución (principal y secundaria)

En lo relacionado a la antigüedad de la red se obtuvo información de parte del Departamento de Obras Públicas del Municipio de Tzintzuntzan y por habitantes de la localidad de Ihuatzio y se tiene que la red en su parte central tiene más de 40 años de antigüedad y en las zonas de crecimiento más de 10.



Fuente: Elaboración propia con base en imagen tomada de Google Earth® e información proporcionada por el Departamento de Obras Públicas del Municipio de Tzintzuntzan.

Ilustración 2-12 Ubicación de la zona más antigua de la red

Sin embargo, el crecimiento de la red no fue organizado y no se encontró información que proporcionara como fue creciendo la misma y los puntos donde las nuevas tuberías se conectaron a la red antigua.

---

### 2.1.5.3 Cajas de válvulas

Con la inspección física de las cajas de válvulas, se identificaron los siguientes problemas:

- Algunas cajas de válvulas ubicadas en el plano de infraestructura hidráulica existente, no se encontraron físicamente.
- En su mayoría, las cajas de válvulas se localizaron ocultas por la calle empedrada.
- El tipo de caja para la operación de válvulas en algunos casos era diferente a la convencional, disponía de un pequeño hueco para la manipulación de la válvula, la tapa era de concreto colado.
- Registros azolvados de basura, lodo, tierra, arena, y piedras.
- Válvulas con fuga.
- El estado físico de las válvulas es deficiente.

A continuación se muestran las fichas de levantamiento de cada una de las válvulas inspeccionadas.

Como se podrá observar, el estado físico de las válvulas no es bueno, presentan oxidación, corrosión, no tienen volante, algunas no las abren, no cuentan con mantenimiento preventivo o correctivo.

Los resultados de la inspección indican que el 100% de las válvulas se encontraron azolvadas de lodo, arena, tierra ó basura, el 20% no tenían registro, además de las que no se localizaron en campo<sup>7</sup>, estando ubicadas en plano.

Por su parte, los registros inspeccionados no son estándares, algunos están sellados totalmente, además, las dimensiones del registro no son las adecuadas para hacer las maniobras de reparación.

---

<sup>7</sup> Se hicieron ocho sondeos para verificar la existencia de las válvulas marcadas en campo, mismas que no se localizaron.

Ilustración 2-13 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 1, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO		FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008	
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	FRENTE AL DEPOSITO		1

<p style="text-align: center;"><b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL</td><td>FoFo</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>Compuerta</td></tr> <tr><td>DIÁMETRO</td><td>6"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td></td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>0.60</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>BUENO</td> <td>REGULAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>Concreto</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>Concreto</td></tr> </table> <p>AFORO (l/s)= ESTIMADO</p>	MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	6"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.60	BUENO	REGULAR	X	MALO	SUSTITUCIÓN		MATERIAL DE LA TAPA	Concreto	CONDICIONES DE LA TAPA	Regular	TIPO DE SUELO	Concreto
MATERIAL	FoFo																						
TIPO	Compuerta																						
DIÁMETRO	6"																						
MARCA																							
PROFUNDIDAD (m)	0.60																						
BUENO	REGULAR	X																					
MALO	SUSTITUCIÓN																						
MATERIAL DE LA TAPA	Concreto																						
CONDICIONES DE LA TAPA	Regular																						
TIPO DE SUELO	Concreto																						
<p style="text-align: center;"><b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b></p> 																						
<p>OBSERVACIONES:</p>																							
<p style="text-align: center;"><b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p> <p style="text-align: center;">Le falta mantenimiento a la válvula</p>																						

Ilustración 2-14 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 2, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			 <b>IMTA</b> <small>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua</small>
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO		FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008	
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	CERCA DE LA PLAZA, DEBAJO DE UN ANUNCIO		2

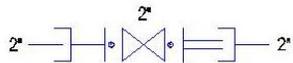
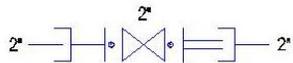
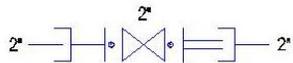
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</th> </tr> <tr> <td>MATERIAL</td> <td>FoFo</td> </tr> <tr> <td>TIPO</td> <td>Compuerta</td> </tr> <tr> <td>DIÁMETRO</td> <td>2"</td> </tr> <tr> <td>MARCA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD (m)</td> <td>0.7</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BUENO</td> <td style="text-align: center;">REGULAR</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MALO</td> <td style="text-align: center;">SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</th> </tr> <tr> <td>MATERIAL DE LA TAPA</td> <td>Concreto</td> </tr> <tr> <td>CONDICIONES DE LA TAPA</td> <td>Regular</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE SUELO</td> <td>Tierra</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>AFORO (l/s)=</td> <td style="text-align: right;">ESTIMADO</td> </tr> </table>	CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA		MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	2"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.7	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA			BUENO	REGULAR	X	MALO	SUSTITUCIÓN		CARACTERÍSTICAS EXTERNAS		MATERIAL DE LA TAPA	Concreto	CONDICIONES DE LA TAPA	Regular	TIPO DE SUELO	Tierra	AFORO (l/s)=	ESTIMADO
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN																																		
																																		
CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA																																		
MATERIAL	FoFo																																	
TIPO	Compuerta																																	
DIÁMETRO	2"																																	
MARCA																																		
PROFUNDIDAD (m)	0.7																																	
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA																																		
BUENO	REGULAR	X																																
MALO	SUSTITUCIÓN																																	
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS																																		
MATERIAL DE LA TAPA	Concreto																																	
CONDICIONES DE LA TAPA	Regular																																	
TIPO DE SUELO	Tierra																																	
AFORO (l/s)=	ESTIMADO																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO																														
ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO																																		
																																		
ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO																																		
																																		
OBSERVACIONES:																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</th> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> </tr> </table>	OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES																														
CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES																																		
																																		
OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES																																		

Ilustración 2-15 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 3, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO	FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008		
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	CERCA DE LA PLAZA DEL COYOTE A UN LADO DE UN ESTANQUILLO		3

<p style="text-align: center;"><b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL</td><td>FoFo</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>Compuerta</td></tr> <tr><td>DIÁMETRO</td><td>3"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td></td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>0.8</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">BUENO</td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;">REGULAR</td> <td style="width: 25%; text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td></td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>Concreto</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>Concreto</td></tr> </table> <p>AFORO (l/s)= ESTIMADO</p>	MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	3"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.8	BUENO		REGULAR	X	MALO		SUSTITUCIÓN		MATERIAL DE LA TAPA	Concreto	CONDICIONES DE LA TAPA	Buena	TIPO DE SUELO	Concreto
MATERIAL	FoFo																								
TIPO	Compuerta																								
DIÁMETRO	3"																								
MARCA																									
PROFUNDIDAD (m)	0.8																								
BUENO		REGULAR	X																						
MALO		SUSTITUCIÓN																							
MATERIAL DE LA TAPA	Concreto																								
CONDICIONES DE LA TAPA	Buena																								
TIPO DE SUELO	Concreto																								
<p style="text-align: center;"><b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b></p>																								
<p><b>OBSERVACIONES:</b></p>																									
<p style="text-align: center;"><b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>																								

Ilustración 2-16 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 4, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO		FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008	
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	CERCA DE LA PLAZA DEL COYOTE A UN LADO DE UN ESTANQUILLO		4

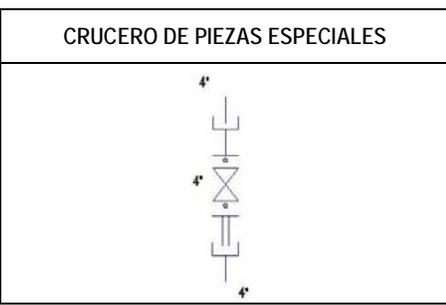
<p style="text-align: center;"><b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL</td><td>FoFo</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>Compuerta</td></tr> <tr><td>DIÁMETRO</td><td>4"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td></td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>0.9</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>BUENO</td> <td>REGULAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>Concreto</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>Regular</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>Concreto</td></tr> </table> <p>AFORO (l/s)= ESTIMADO</p>	MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	4"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.9	BUENO	REGULAR	X	MALO	SUSTITUCIÓN		MATERIAL DE LA TAPA	Concreto	CONDICIONES DE LA TAPA	Regular	TIPO DE SUELO	Concreto
MATERIAL	FoFo																						
TIPO	Compuerta																						
DIÁMETRO	4"																						
MARCA																							
PROFUNDIDAD (m)	0.9																						
BUENO	REGULAR	X																					
MALO	SUSTITUCIÓN																						
MATERIAL DE LA TAPA	Concreto																						
CONDICIONES DE LA TAPA	Regular																						
TIPO DE SUELO	Concreto																						
<p style="text-align: center;"><b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b></p> 																						
<p>OBSERVACIONES:</p>																							
<p style="text-align: center;"><b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>																						

Ilustración 2-17 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 5, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO		FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008	
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	CERCA DE LA PLAZA DEL COYOTE A UN LADO DE UN ESTANQUILLO		5

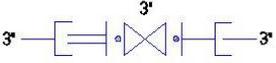
<p style="text-align: center;"><b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL</td><td>FoFo</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>Compuerta</td></tr> <tr><td>DIÁMETRO</td><td>3"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td></td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>0.85</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>BUENO</td> <td>REGULAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>Concreto</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>Buena</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>Concreto</td></tr> </table> <p>AFORO (l/s)= ESTIMADO</p>	MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	3"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.85	BUENO	REGULAR	X	MALO	SUSTITUCIÓN		MATERIAL DE LA TAPA	Concreto	CONDICIONES DE LA TAPA	Buena	TIPO DE SUELO	Concreto
MATERIAL	FoFo																						
TIPO	Compuerta																						
DIÁMETRO	3"																						
MARCA																							
PROFUNDIDAD (m)	0.85																						
BUENO	REGULAR	X																					
MALO	SUSTITUCIÓN																						
MATERIAL DE LA TAPA	Concreto																						
CONDICIONES DE LA TAPA	Buena																						
TIPO DE SUELO	Concreto																						
<p style="text-align: center;"><b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b></p> 																						
<p>OBSERVACIONES: La tubería está pegada con concreto de la parte de abajo</p>																							
<p style="text-align: center;"><b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>																						

Ilustración 2-18 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 6, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO		FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008	
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	CERCA DE LA PLAZA, POR LA TORTILLERIA		6

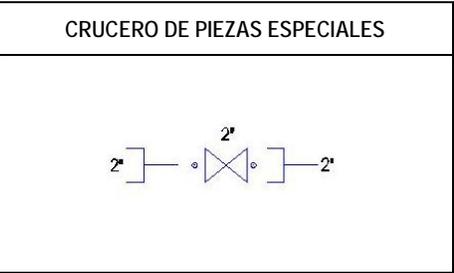
<p style="text-align: center;"><b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL</td><td>FoFo</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>Check</td></tr> <tr><td>DIÁMETRO</td><td>2"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td></td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>0.2</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>BUENO</td> <td>REGULAR</td> <td>X</td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>No Existe</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>No Existe</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>Tierra</td></tr> </table> <p>AFORO (l/s)= ESTIMADO</p>	MATERIAL	FoFo	TIPO	Check	DIÁMETRO	2"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.2	BUENO	REGULAR	X	MALO	SUSTITUCIÓN		MATERIAL DE LA TAPA	No Existe	CONDICIONES DE LA TAPA	No Existe	TIPO DE SUELO	Tierra
MATERIAL	FoFo																						
TIPO	Check																						
DIÁMETRO	2"																						
MARCA																							
PROFUNDIDAD (m)	0.2																						
BUENO	REGULAR	X																					
MALO	SUSTITUCIÓN																						
MATERIAL DE LA TAPA	No Existe																						
CONDICIONES DE LA TAPA	No Existe																						
TIPO DE SUELO	Tierra																						
<p style="text-align: center;"><b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b></p> 																						
<p>OBSERVACIONES: No existe un registro para la válvula</p>																							
<p style="text-align: center;"><b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>																						

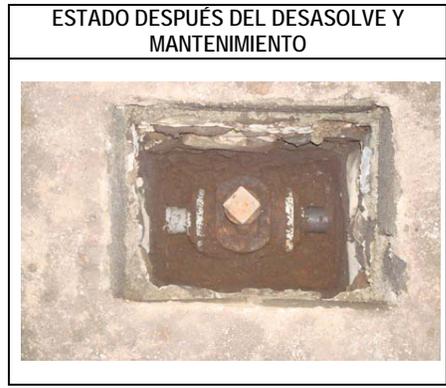
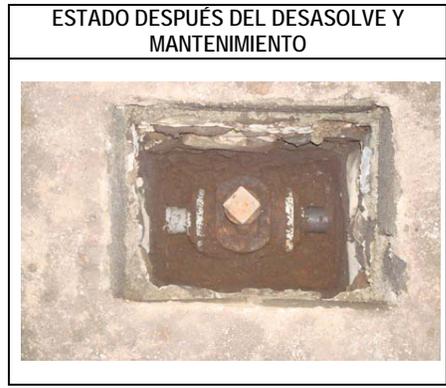
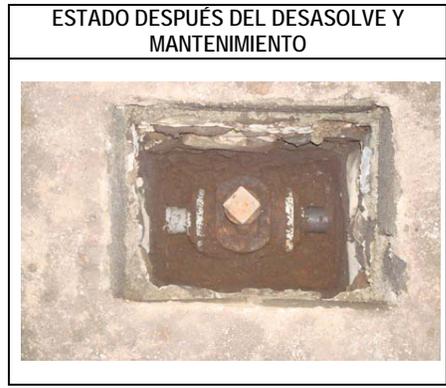
Ilustración 2-19 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 7, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA			
LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN			
FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS			
LOCALIDAD: IHUATZIO	FECHA: 26 DE NOVIEMBRE DE 2008		
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	REGISTRO
	ENTRE CALLES M. OCAMPO Y L. CARDENAS, CERCA DE UNA TIENDA		7

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</th> </tr> <tr> <td>MATERIAL</td> <td>FoFo</td> </tr> <tr> <td>TIPO</td> <td>Compuerta</td> </tr> <tr> <td>DIÁMETRO</td> <td>2"</td> </tr> <tr> <td>MARCA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD (m)</td> <td>0.8</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">BUENO</td> <td style="text-align: center;">REGULAR</td> <td style="text-align: center;">X</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MALO</td> <td style="text-align: center;">SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</th> </tr> <tr> <td>MATERIAL DE LA TAPA</td> <td>Concreto</td> </tr> <tr> <td>CONDICIONES DE LA TAPA</td> <td>Buenas</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE SUELO</td> <td>Tierra</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">AFORO (l/s)=</td> <td style="text-align: center;">ESTIMADO</td> </tr> </table>	CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA		MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	2"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.8	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA			BUENO	REGULAR	X	MALO	SUSTITUCIÓN		CARACTERÍSTICAS EXTERNAS		MATERIAL DE LA TAPA	Concreto	CONDICIONES DE LA TAPA	Buenas	TIPO DE SUELO	Tierra	AFORO (l/s)=	ESTIMADO
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN																																		
																																		
CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA																																		
MATERIAL	FoFo																																	
TIPO	Compuerta																																	
DIÁMETRO	2"																																	
MARCA																																		
PROFUNDIDAD (m)	0.8																																	
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA																																		
BUENO	REGULAR	X																																
MALO	SUSTITUCIÓN																																	
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS																																		
MATERIAL DE LA TAPA	Concreto																																	
CONDICIONES DE LA TAPA	Buenas																																	
TIPO DE SUELO	Tierra																																	
AFORO (l/s)=	ESTIMADO																																	

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO	
ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO					
					
ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO					
					

<b>OBSERVACIONES:</b> El registro está muy angosto por lo que no se pudo limpiar bien y se complico realizar la medición por lo angosto y la profundidad.
---

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> </table>	CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</th> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> </tr> </table>	OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES	
CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES					
					
OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES					

Ilustración 2-20 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 8, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS LOCALIDAD: IHUATZIO      FECHA: 28 DE NOVIEMBRE DE 2008																																																			
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA		REGISTRO																																															
	ENTRE CALLES M. OCAMPO Y L. CARDENAS, CERCA DE UNA TIENDA			8																																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="text-align: left;">CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</th> <th colspan="2" style="text-align: left;">CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> </td> <td>MATERIAL</td> <td>FoFo</td> </tr> <tr> <td>TIPO</td> <td>Compuerta</td> </tr> <tr> <td>DIÁMETRO</td> <td>4"</td> </tr> <tr> <td>MARCA</td> <td></td> </tr> <tr> <td>PROFUNDIDAD (m)</td> <td>0.8</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</th> </tr> <tr> <td>BUENO</td> <td></td> <td>REGULAR</td> <td></td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td>X</td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</th> </tr> <tr> <td>MATERIAL DE LA TAPA</td> <td colspan="3">No existe</td> </tr> <tr> <td>CONDICIONES DE LA TAPA</td> <td colspan="3">No existe</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE SUELO</td> <td colspan="3">Concreto</td> </tr> <tr> <td colspan="2">AFORO (l/s)=</td> <td colspan="2">ESTIMADO</td> </tr> </table>				CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA				MATERIAL	FoFo	TIPO	Compuerta	DIÁMETRO	4"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.8	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA				BUENO		REGULAR		MALO	X	SUSTITUCIÓN		CARACTERÍSTICAS EXTERNAS				MATERIAL DE LA TAPA	No existe			CONDICIONES DE LA TAPA	No existe			TIPO DE SUELO	Concreto			AFORO (l/s)=		ESTIMADO	
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		CARÁCTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA																																																	
		MATERIAL	FoFo																																																
		TIPO	Compuerta																																																
		DIÁMETRO	4"																																																
		MARCA																																																	
		PROFUNDIDAD (m)	0.8																																																
ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA																																																			
BUENO		REGULAR																																																	
MALO	X	SUSTITUCIÓN																																																	
CARACTERÍSTICAS EXTERNAS																																																			
MATERIAL DE LA TAPA	No existe																																																		
CONDICIONES DE LA TAPA	No existe																																																		
TIPO DE SUELO	Concreto																																																		
AFORO (l/s)=		ESTIMADO																																																	

<b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b> 	<b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b> 
<b>OBSERVACIONES:</b> La válvula se encuentra sobre una cuneta, por lo cual se introduce el agua al registro.	
<b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b> 	<b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b>

Ilustración 2-21 Ficha de desazolve y mantenimiento válvula 9, Ihuatzio

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO DE CAJA DE VÁLVULAS LOCALIDAD: IHUATZIO      FECHA: 29 DE NOVIEMBRE DE 2008			
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	
	ENTRE CALLES M. OCAMPO Y L. CARDENAS, CERCA DE UNA TIENDA		9

<p style="text-align: center;"><b>CROQUIS DE LOCALIZACIÓN</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL</td><td>Fofo</td></tr> <tr><td>TIPO</td><td>Check</td></tr> <tr><td>DIÁMETRO</td><td>2"</td></tr> <tr><td>MARCA</td><td></td></tr> <tr><td>PROFUNDIDAD (m)</td><td>0.40</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA VÁLVULA</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>BUENO</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>REGULAR</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>MALO</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>SUSTITUCIÓN</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>MATERIAL DE LA TAPA</td><td>No Existe</td></tr> <tr><td>CONDICIONES DE LA TAPA</td><td>No Existe</td></tr> <tr><td>TIPO DE SUELO</td><td>Tierra</td></tr> </table> <p>AFORO (l/s)=                      ESTIMADO</p>	MATERIAL	Fofo	TIPO	Check	DIÁMETRO	2"	MARCA		PROFUNDIDAD (m)	0.40	BUENO	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>	MALO	<input type="checkbox"/>	SUSTITUCIÓN	<input type="checkbox"/>	MATERIAL DE LA TAPA	No Existe	CONDICIONES DE LA TAPA	No Existe	TIPO DE SUELO	Tierra
MATERIAL	Fofo																								
TIPO	Check																								
DIÁMETRO	2"																								
MARCA																									
PROFUNDIDAD (m)	0.40																								
BUENO	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input checked="" type="checkbox"/>																						
MALO	<input type="checkbox"/>	SUSTITUCIÓN	<input type="checkbox"/>																						
MATERIAL DE LA TAPA	No Existe																								
CONDICIONES DE LA TAPA	No Existe																								
TIPO DE SUELO	Tierra																								

<p style="text-align: center;"><b>ESTADO ANTES DEL MANTENIMIENTO</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DESPUÉS DEL DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO</b></p>
--	--

OBSERVACIONES: No existe registro para la válvula.

<p style="text-align: center;"><b>CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OBSERVACIONES RESPECTO AL CRUCERO DE PIEZAS ESPECIALES</b></p>
--	--

Ilustración 2-22 Sondeo N°1, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

		INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA <b>FICHA DE SONDEOS PARA CONOCER Y DELIMITAR LA RED DE AGUA POTABLE</b>			
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS			COLONIA	SONDEO
	TARIACURI CON VASCO DE QUIROGA (De referencia esquina de la plaza cerca de un poste de telefono)				1
CARACTERISTICAS DEL SONDEO					
MATERIAL DEL TERRENO 1		EMPEDRADO AHOGADO			
MATERIAL DEL TERRENO 2		TIERRA			
MATERIAL DE LA TUBERIA		FIERRO GALVANIZADO			
DIAMETRO DE LA TUBERIA		3"			
EDAD PROM. DE LA TUBERIA (años)		40			
PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA (metros)		0.2			
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO					
NOMBRE 1		RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)			
NOMBRE 2		GUADALUPE NAMBO (TZINTZUNTZAN)			
NOMBRE 3		SEBASTIAN REYES (TZINTZUNTZAN)			
FECHA Y HORA DE INICIO		27/NOV/08, 09:00 HRS	FECHA Y HORA DE TERMINO		27/NOV/08, 11:00 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA		MARRO, PICO Y PALA			
ASPECTO DEL SONDEO					
					
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN					
					
<b>OBSERVACIONES:</b> ESTE SONDEO SE REALIZO PARA LOCALIZAR UNA VALVULA QUE SE INDICA EN EL PLANO, LA CUAL NO ESTA COMO SE MUESTRA EN LA IMAGEN.					

Ilustración 2-23 Sondeo N°2, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

		INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA <b>FICHA DE SONDEOS PARA CONOCER Y DELIMITAR LA RED DE AGUA POTABLE</b>			
DISTRITO	UBICACIÓN Y REFERENCIAS			COLONIA	SONDEO
	TARIACURI CON LAZARO CARDENAS (Cerca de una sastreria)				2
CARACTERISTICAS DEL SONDEO			ASPECTO DEL SONDEO		
MATERIAL DEL TERRENO 1			CONCRETO		
MATERIAL DEL TERRENO 2			TIERRA		
MATERIAL DE LA TUBERIA			FIERRO GALVANIZADO		
DIAMETRO DE LA TUBERIA			3"		
EDAD PROM. DE LA TUBERIA (años)			40		
PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA (metros)			0.25		
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO					
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)				
NOMBRE 2	DAVID GAONA (TZINTZUNTZAN)				
NOMBRE 3	CALLETANO MORALES (TZINTZUNTZAN)				
FECHA Y HORA DE INICIO	27/NOV/08, 10:00 HRS	FECHA Y HORA DE TERMINO	27/NOV/08, 01:30 HRS		
HERRAMIENTA UTILIZADA	MARRO, CINCEL, PICO Y PALA				
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN					
					
<b>OBSERVACIONES:</b> ESTE SONDEO SE REALIZO PARA LOCALIZAR UNA VALVULA QUE SE INDICA EN EL PLANO, LA CUAL NO ESTA COMO SE MUESTRA EN LA IMAGEN.					

Ilustración 2-24 Sondeo N°3, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

DISTRITO		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA	SONDEO
		LAZARO CARDENAS SUR ESQUINA CON CERRADA DEL ARTESANO			3

CARACTERÍSTICAS DEL SONDEO	
MATERIAL DEL TERRENO 1	EMPEDRADO AHOGADO
MATERIAL DEL TERRENO 2	TIERRA
MATERIAL DE LA TUBERIA	FIERRO GALVANIZADO
DIAMETRO DE LA TUBERIA	2 1/2"
EDAD PROM. DE LA TUBERIA (años)	40
PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA (metros)	0.25
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO	
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 2	GUADALUPE NAMBO (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 3	SEBASTIAN REYES (TZINTZUNTZAN)
FECHA Y HORA DE INICIO	27/NOV/08, 15:08 HRS
FECHA Y HORA DE TERMINO	27/NOV/08, 18:15 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA	CINCEL, MARRO, PICO Y PALA

ASPECTO DEL SONDEO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**OBSERVACIONES:** ESTE SONDEO SE REALIZO PARA LOCALIZAR UNA VALVULA QUE SE INDICA EN EL PLANO, LA CUAL NO ESTA COMO SE MUESTRA EN LA IMAGEN.

Ilustración 2-25 Sondeo N°4, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

DISTRITO		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA	SONDEO
		TARIACURI CON BENITO JUAREZ (Cerca de un poste de telefono)			4

CARACTERISTICAS DEL SONDEO	
MATERIAL DEL TERRENO 1	EMPEDRADO AHOGADO
MATERIAL DEL TERRENO 2	TIERRA
MATERIAL DE LA TUBERIA	PVC
DIAMETRO DE LA TUBERIA	100mm, 2"
EDAD PROM. DE LA TUBERIA (años)	4
PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA (metros)	0.6
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO	
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 2	DAVID GAONA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 3	CALLETANO MORALES (TZINTZUNTZAN)
FECHA Y HORA DE INICIO	02/DIC/08, 13:41 HRS
FECHA Y HORA DE TERMINO	03/DIC/08, 12:00 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA	BARRA,PICO Y PALA

ASPECTO DEL SONDEO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

<b>OBSERVACIONES:</b> EL SONDEO FUE REALIZADO PARA LA INSTALACION DE UNA VALVULA, LA CUAL SE INDICA EN EL PLANO
---

Ilustración 2-26 Sondeo N°5, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

DISTRITO		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA	SONDEO
		MÉXICO CON VASCO DE QUIROGA (Cerca de una papelería)			5

CARACTERÍSTICAS DEL SONDEO	
MATERIAL DEL TERRENO 1	EMPEDRADO AHOGADO
MATERIAL DEL TERRENO 2	TIERRA
MATERIAL DE LA TUBERÍA	FIERRO GALVANIZADO
DIAMETRO DE LA TUBERÍA	3"
EDAD PROM. DE LA TUBERÍA (años)	40
PROFUNDIDAD DE LA TUBERÍA (metros)	0.2
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO	
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 2	GUADALUPE NAMBO (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 3	SEBASTIAN REYES (TZINTZUNTZAN)
FECHA Y HORA DE INICIO	02/NOV/08, 14:18 HRS
FECHA Y HORA DE TERMINO	02/DIC/08, 17:48 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA	MARRO, BARRA, PICO Y PALA

ASPECTO DEL SONDEO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**OBSERVACIONES:** EI SONDEO FUE REALIZADO PARA LOCALIZAR DOS LÍNEAS EXISTENTES Y A LA VEZ CANCELAR UNA DE ELLAS, YA QUE SON MUY POCAS TOMAS DOMICILIARIAS EN DICHA CALLE.

Ilustración 2-27 Sondeo N°6, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

DISTRITO		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA	SONDEO
		ENTRE 16 DE SEPTIEMBRE E HIDALGO			6

CARACTERÍSTICAS DEL SONDEO	
MATERIAL DEL TERRENO 1	CONCRETO
MATERIAL DEL TERRENO 2	TIERRA
MATERIAL DE LA TUBERIA	FIERRO GALVANIZADO
DIAMETRO DE LA TUBERIA	2"
EDAD PROM. DE LA TUBERIA (años)	30
PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA (metros)	0.1
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO	
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 2	DAVID GAONA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 3	CALLETANO MORALES (TZINTZUNTZAN)
FECHA Y HORA DE INICIO	03/DIC/08, 13:26 HRS
FECHA Y HORA DE TERMINO	03/DIC/08, 15:15 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA	MARRO, BARRA, PICO Y PALA

ASPECTO DEL SONDEO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

OBSERVACIONES: EI SONDEO FUE REALIZADO PARA LA INSTALACION DE UNA VALVULA.
--

Ilustración 2-28 Sondeo N°7, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

DISTRITO		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA	SONDEO
		INDEPENDENCIA CON MORELOS (Cerca de los locales comerciales)			7

CARACTERÍSTICAS DEL SONDEO	
MATERIAL DEL TERRENO 1	CONCRETO
MATERIAL DEL TERRENO 2	TIERRA
MATERIAL DE LA TUBERIA	FIERRO GALVANIZADO
DIAMETRO DE LA TUBERIA	4"
EDAD PROM. DE LA TUBERIA (años)	40
PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA (metros)	0.3
PERSONAL QUE REALIZO EL SONDEO	
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 2	GUADALUPE NAMBO (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 3	SEBASTIAN REYES (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 4	DAVID GAONA (TZINTZUNTZAN)
NOMBRE 5	CALLETANO MORALES (TZINTZUNTZAN)
FECHA Y HORA DE INICIO	04/DIC/08, 09:00 HRS
FECHA Y HORA DE TERMINO	06/DIC/08, 11:00 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA	MARRO, BARRA, PICO Y PALA

ASPECTO DEL SONDEO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**OBSERVACIONES:** EL SONDEO FUE REALIZADO PARA LOCALIZAR LA "CRUZ", QUE INDICA EN EL PLANO LA CUAL NO EXISTE COMO SE MUESTRA EN LA IMAGEN, EL SONDEO SE DEMORO YA QUE EXISTIAN TRES CAPAS DE CONCRETO Y SOLO SE TENIA LA HERRAMIENTA ARRIBA INDICADA.

Ilustración 2-29 Sondeo N°8, para verificar existencia de válvula, Ihuatzio

DISTRITO		UBICACIÓN Y REFERENCIAS		COLONIA	SONDEO
		MORELOS CON INDEPENDENCIA (Cerca de un puente)			8

CARACTERÍSTICAS DEL SONDEO			
MATERIAL DEL TERRENO 1	CONCRETO		
MATERIAL DEL TERRENO 2	TIERRA		
MATERIAL DE LA TUBERÍA	FIERRO GALVANIZADO		
DIÁMETRO DE LA TUBERÍA	3"		
EDAD PROM. DE LA TUBERÍA (años)	30		
PROFUNDIDAD DE LA TUBERÍA (metros)	0.3		
PERSONAL QUE REALIZÓ EL SONDEO			
NOMBRE 1	RIGOBERTO GARCIA (TZINTZUNTZAN)		
NOMBRE 2	GUADALUPE NAMBO (TZINTZUNTZAN)		
NOMBRE 3	SEBASTIAN REYES (TZINTZUNTZAN)		
FECHA Y HORA DE INICIO	03/DIC/08, 09:00 HRS	FECHA Y HORA DE TERMINO	03/DIC/086, 15:25 HRS
HERRAMIENTA UTILIZADA	CORTADORA DE CONCRETO, BARRA, PICO Y PALA		

ASPECTO DEL SONDEO

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

**OBSERVACIONES:** EL SONDEO FUE REALIZADO PARA GUIARSE EN LA PARTE QUE ENTRONCA CON LA TUBERÍA QUE PASA POR LA CALLE INDEPENDENCIA.

---

#### 2.1.5.4 Tomas domiciliarias

Con respecto a las fugas reparadas en red de distribución, no se tienen estadísticas, el comité de agua potable repara las fugas pero no lleva ningún control de las mismas. Adicional a esto las fugas tampoco son aforadas ni se sabe cuál es su permanencia desde que se presentan hasta que son reparadas.

De manera similar, no hay registros de parámetros hidráulicos, como son presión, caudal y velocidad en la red de distribución.

Otras carencias observadas en la red de distribución son las siguientes:

- Las tomas domiciliarias no cuentan con un sistema de micromedición
- Se desconoce la eficiencia electromecánica de los equipos de bombeo
- Existe servicio discontinuo (tandeos) de agua a los usuarios, mismos que reciben agua ocho horas al día, durante seis días de la semana (no hay servicio el día miércoles)
- Al 80% de los usuarios encuestados<sup>8</sup> les llega el agua solo al nivel en la toma domiciliaria

## 2.2 Sistema de alcantarillado

### 2.2.1 Red de atarjeas y pozos de visita

La localidad no cuenta con sistema de alcantarillado. Para este fin cada casa cuenta con letrina, misma que no son construidas adecuadamente y pueden ser una fuente de contaminación a su acuífero, como lo muestran los resultados de calidad del agua donde se presentan concentraciones de nitratos.

## 2.3 Planta de tratamiento de aguas residuales

En Ihuatzio, no existe planta de tratamiento, ni tratamiento básico.

---

<sup>8</sup> Resultado de la encuesta aplicada. De 508 encuestados, 410 respondieron que el agua le llega solo a la toma.

---

### **3. DIAGNÓSTICO DEL SERVICIO**

Ihuatzio se rige bajo el sistema de organización social y política de “Usos y Costumbres”, por lo que cada año se elige a un representante del pueblo (Jefe de Tenencia), mismo que organiza a un grupo encargado del funcionamiento de la red de distribución, dicho grupo es denominado como Comité de Agua Potable, que tiene de duración el mismo periodo que el Jefe de Tenencia.

#### **3.1 Desarrollo Institucional**

##### **3.1.1 Marco legal**

El Comité de Agua Potable, no cuenta con personalidad jurídica ni patrimonio propio.

##### **3.1.2 Estructura y organización**

En el Comité está compuesto por cuatro personas de la localidad, los cuales se dividen en dos grupos, cada uno de dos personas, para atender los dos barrios existentes en la localidad<sup>9</sup>.

Los integrantes de este Comité, no reciben ningún pago por su servicio.

De acuerdo con el total de tomas domiciliarias de agua con que cuenta actualmente la localidad el Comité de agua Potable, cuenta con solo dos personas, mismas que son empleados y un válvulero para la operación de la red, lo que nos daría un indicador de 1.26 empleados por cada mil tomas, lo cual está muy por debajo del estándar (5 empleados por cada mil tomas), por lo que es recomendable, que de constituirse, en forma, el Comité de Agua esté debería de contar con al menos 15 empleados, para la operación del sistema.

En general se puede decir que no existe capacitación para el Comité de Agua Potable.

##### **3.1.3 Actividades que realiza el Comité**

Las actividades generales que se realizan en Comité de Agua Potable son las siguientes:

- Reparación de fugas
- Cobro del servicio

---

<sup>9</sup> El Barrio del Sagrado Corazón de Jesús es atendido por los señores Salvador Morales Reyes y Fidencio Morales Quiróz; el Barrio de la Ascensión es atendido por los señores José Guadalupe Juan Francisco y Cayetano Morales.

---

#### 3.1.3.1 Dirección

No existe

#### 3.1.3.2 Administración

No existe

#### 3.1.3.3 Operación

No existe

#### 3.1.3.4 Tratamiento y Calidad del agua

No existe

### 3.2 Planeación

No existe

### 3.3 Comunicación y transporte

No existe

### 3.4 Control de suministros

No existe

### 3.5 Comunicación social

No existe

### 3.6 Sistema financiero y rentabilidad

#### 3.6.1 Costo de producción del agua

Para calcular el costo de producción de agua de la localidad de Ihuatzio se acudió al Comité de Agua, mismo que reportó que el mayor gasto para su producción es el de energía eléctrica, mismo que ascendió a la cantidad de \$76,169.00 en el año en curso, además de \$3,300.00 que fueron pagados al valvulero.

Por consiguiente considerando una producción de 18.4 lps que produce en pozo, se tiene que \$0.50/m<sup>3</sup>.

Ahora bien, si el volumen de agua que consumen los usuarios es de 165,335 metros cúbicos por año y la recaudación por el pago del servicio que realizan los usuarios es de \$34,020.00 por año. Lo que nos muestra que existe un déficit de casi el 60%, mismo que se recuperaría fácilmente si los usuarios pagaran su tarifa puntual.

---

## 3.7 Comercialización

### 3.7.1 Contratación

Los usuarios interesados en contar con el servicio de agua, deben de llevara a cabo los siguientes paso:

- Hablar con el Comité de Agua Potable para solicitar la conexión, se hace un pago de \$270.00 por conexión.
- El interesado, paga los servicios de un albañil, para abrir la zanga y realizar la conexión.
- Todos los gastos de material y mano de obra, corren por parte del usuario.

El tiempo promedio para la conexión del servicio es de un día.

### 3.7.2 Facturación

No existe la facturación.

### 3.7.3 Cobranza

Se cobra mensualmente y el pago se debe hacer mes vencido, es decir, transcurrido el mes de consumo o uso del servicio, el usuario cuenta con el mes siguiente para pagar, para comprobar el pago del servicio se da un recibo de contra pago (Ilustración 3-1)

En algunos casos hacen un descuento de \$50.00 su si paga todo el año; es decir, en lugar de pagar \$300.00 (\$25.00 mensuales), se pagan \$250.00.

El pago se realiza en cada casa, misma a la que acude el Comité de agua.

DIA MES AÑO  
16 10 06

BUENO POR

No.

RECIBI DEL SR. Hualto

LA CANTIDAD DE: Cien Pesos

POR CONCEPTO DE: Agua Potable correspondiente a los meses de Julio - Agosto - Junio - Julio - Agosto - Septiembre del 2006

FIRMA

Ilustración 3-1. Comprobante de pago de Ihuatzio

---

### 3.7.4 Contabilidad

No se lleva contabilidad, los ingresos y egresos se tienen en una libreta para comprobación.

### 3.8 Padrón de usuarios

El Comité cuenta con una lista de usuarios, misma que lleva en una libreta para el control de pagos.

Como parte del Diagnóstico de la localidad, se realizó una encuesta de servicio, misma que dio como resultado el siguiente padrón de usuarios (Tabla 3-1).

Tabla 3-1. Usuarios a diciembre de 2008, en la localidad de Ihuatzio

TOTAL DE USUARIOS	TIPO DE USUARIO				
	DOMÉSTICO	COMERCIAL	INDUSTRIAL	PÚBLICO	HOTELES
583	568	8	0	7	0

Fuente: Elaboración propia con datos levantados en campo, IMTA-2008

### 3.9 Tarifas

La tarifa que se cobra en la localidad es de \$25.00 mensuales, misma que es decidida por el Jefe de Tenencia y el Comité del Agua Potable.

Por conexión nueva se cobran \$270.00, sin importar el uso que vaya a tener el agua.

El gasto que se cubre con esta tarifa es en general el de energía eléctrica.

---

## **4. EVALUACIÓN GENERAL DE LA SITUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL DE LA LOCALIDAD PARA EL DESARROLLO DE LOS SERVICIOS DE AGUA**

Con base en consultas y encuestas, además de material analizado del municipio se pueden reportar los siguientes datos informativos de la zona.

### **4.1 Actividad económica**

#### **4.1.1 Agricultura**

Los principales cultivos en la zona de Tzintzuntzan, por orden de importancia, son: el maíz, trigo, frijol, y haba. Otros como son: el aguacate, membrillo, durazno, higo, capulín, chabacano, granada roja y nuez de castilla en tierras de riego y temporal. En la zona existen 1,944 hectáreas de temporal y riego, de las cuales 1,092 hectáreas corresponden a la agricultura, SAGARPA, 2002).

#### **4.1.2 Ganadería**

Según la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGADRPCA, 2001, de las diferentes especies de ganadería (91,872 cabezas), el ganado bovino (3.66%), porcino (0.64%), ovino (0.31%), caprino (0.14%) y predominan las aves (95.25%).

#### **4.1.3 Industria**

La industria cuenta con los ramos de artesanía de madera, corcho y mimbre, manufactura de utensilios de tule y carrizo, figuras religiosas, en lo textil prendas de vestir con acabados prehispánicos. Por lo general, las industrias son microempresas familiares de actividades múltiples que requieren de apoyos económicos extraordinarios.

#### **4.1.4 Turismo**

La localidad no tiene la infraestructura para atender a los turistas, principalmente la falta de restaurantes y hoteles, los visitantes tienen hospedaje y alimentación en las ciudades de Quiroga y Pátzcuaro.

#### **4.1.5 Comercio**

En Ihuatzio se comercializan textiles con bordados prehispánicos, trabajos de fibra vegetal, cestos y figuras religiosas en los cuales se encuentran artículos de primera y segunda necesidad. El comercio particular aporta un 70% de la actividad económica.

#### 4.1.6 Capacidad de pago del agua de la población

Según la Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI), en la localidad de Ihuatzio el salario mínimo en el año 2008 es de 49.50 \$/día (Zona geográfica C). Los niveles de ingreso promedio de la población económicamente activa se determinaron tomando en cuenta el comportamiento estatal y municipal, debido a que no se encontraron datos locales.

Si se acepta este comportamiento, se tiene que alrededor del 44% de la población económicamente activa alcanza niveles de ingreso promedio superiores a dos salarios mínimos y el 56% inferiores o no especificados.

Tabla 4-1. Clasificación de población económicamente activa por grupo de ingreso

CONCEPTO	ESTADO	TZINTZUNTZAN (MPIO)		
POBLACIÓN OCUPADA	1,226,606		4,013	
NO RECIBE INGRESOS	150,225	12.25%	849	21.16%
RECIBE MENOS DE 1 SALARIO MÍNIMO	165,409	13.49%	1,196	29.80%
RECIBE DE 1 A 3 SALARIOS MÍNIMOS	580,946	47.36%	1,320	32.89%
RECIBE DE 3 A 10 SALARIOS MÍNIMOS	226,457	18.46%	431	10.74%
RECIBE MÁS DE 10 SALARIOS MÍNIMOS	32,293	2.63%	17	0.42%
NO ESPECIFICADO	71,276	5.81%	200	4.98%
		100.00%		100.00%

FUENTE: Elaboración propia con datos del gobierno del estado de Michoacán, Secretaría de Planeación y Desarrollo Estatal, <http://seplade.michoacan.gob.mx/>

Con la finalidad de conocer la capacidad de pago de los habitantes de Ihuatzio se analizaron los resultados de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares 2006 (ENIGH) que realiza el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), producto que tiene por objetivo proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares. Los resultados para poblaciones mayores o iguales a 2500 habitantes se muestran en la Tabla 4-1.

Para calcular la capacidad de pago de los servicios de agua que tiene la población de Ihuatzio, se parte del supuesto de que cada habitante económicamente activo puede desembolsar un porcentaje del ingreso mensual, para el pago del servicio de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

Al observar la Tabla 4-2, es claro que la única posibilidad para amortizar las inversiones para el mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, es destinar parte del 10.92 % del rubro de "Cuidado personal, otros gastos y transferencias" del gasto familiar mensual. Por lo tanto, en el presente estudio se considera que los habitantes económicamente activos pueden pagar al menos la quinta parte de este rubro (2% del gasto total), para cubrir dichos servicios de agua.

Tabla 4-2. Porcentajes nacionales destinados al gasto mensual total, en hogares con población mayor o igual a 2500 habitantes (encuesta ENIGH-INEGI, 2006)

TIPO DE GASTO	PORCENTAJE DE GASTO
ALIMENTOS, BEBIDAS Y TABACO	28.56%
TRANSPORTE, ADQUISICIÓN, MANTENIMIENTO Y ACCESORIOS PARA VEHÍCULOS Y COMUNICACIONES	19.23%
EDUCACIÓN Y ESPARCIMIENTO, PAQUETES TURÍSTICOS Y PARA FIESTAS, HOSPEDAJE Y ALOJAMIENTO	15.94%
LIMPIEZA Y CUIDADOS DE LA CASA, ENSERES DOMÉSTICOS, MUEBLES, CRISTALERÍA, UTENSILIOS DOMÉSTICOS Y BLANCOS	6.37%
VESTIDO Y CALZADO	5.83%
VIVIENDA, SERVICIOS DE CONSERVACIÓN, ENERGÍA ELÉCTRICA Y COMBUSTIBLES	9.28%
CUIDADOS MÉDICOS Y CONSERVACIÓN DE LA SALUD	3.87%
CUIDADO PERSONAL, OTROS GASTOS Y TRANSFERENCIAS	10.92%
<b>TOTAL DEL GASTO FAMILIAR MENSUAL</b>	<b>100.00%</b>

Esto quiere decir que se puede destinar el 2% del salario mínimo diario, es decir del orden de 1.00 \$/día (30.00 pesos al mes). Actualmente se paga una tarifa de \$25.00 al mes, sin embargo solo paga menos del 20% de la población (113 tomas aproximadamente), si se hicieran trabajos de regularización de pago y se obtuviera un incremento de tomas pagadas a 300 en el pago, es decir que pagara la mitad de las tomas de la localidad, se tendría que al año se cobraría \$90,000.00, suficientes para el pago de las necesidades actuales del sistema.

Claro que se tiene que tener en cuenta que la población requiere de mejores servicios, entre ellos, es importante el drenaje, por lo que se esperaría que el incremento en el pago de los servicios llegara al menos al 80%.

Ahora si el pago se hiciera de forma escalonada, considerando la capacidad económica de los habitantes tendríamos que aplicando lo dicho en la Tabla 4-1 a las distribuciones de salarios mínimos, se tendría una recaudación como la mostrada a continuación.

Tabla 4-3 Monto posible para el pago de los servicios de agua de Ihuatzio, por ingreso.

NÚMERO DE SALARIOS MÍNIMOS RECIBIDOS POR TRABAJO	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA		NÚMERO DE SALARIOS PROMEDIO	APORTACIÓN DEL 2% DEL SALARIO MÍNIMO (\$/MES)	MONTO POSIBLE PARA EL PAGO DE SERVICIOS DE AGUA (\$/MES)
	(%)	POB			
NO RECIBE INGRESO POR TRABAJO	21%	804	-	\$ -	\$ -
MENOS DE UN SALARIO MÍNIMO MENSUAL	30%	1,132	0.50	\$ 24.75	\$ 28,026.90
1 Y HASTA 2 SALARIOS MÍNIMOS MENSUALES	33%	1,250	1.50	\$ 74.25	\$ 92,799.14
MAS DE 2 Y HASTA 5 SALARIOS MÍNIMOS MENSUALES	11%	408	3.50	\$ 173.25	\$ 70,706.79
MAS DE 5 Y HASTA 10 SALARIOS MÍNIMOS MENSUALES	0%	16	7.50	\$ 371.25	\$ 5,925.15
MAS DE 10 SALARIOS MÍNIMOS MENSUALES	5%	189	10.50	\$ 519.75	\$ 98,357.49
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>3,800</b>			<b>\$ 295,815.47</b>

---

## **4.2 Política**

Se puede decir que las condiciones políticas de la localidad son aceptables. No prevalecen grupos políticos ni sociales en la oposición al incremento y pago de tarifas por el servicio de agua. Los usuarios pagan las tarifas que se aplican, sin embargo hay tendencia al no pago.

Lo que si sucede cada año es el cambio del “Jefe de Tenencia” lo que conlleva al cambio del Comité de agua, que provoca que los programas implementados pierdan continuidad, iniciándose otros que al cabo de doce meses vuelven a quedar trancos, y así sucesivamente.

Por tal motivo, es importante que se de continuidad en el desarrollo del sistema.

## **4.3 Participación social**

### ***4.3.1 Organizaciones vinculadas con el agua***

En la localidad Ihuatzio solo se da difusión de la importancia del recurso en las escuelas existentes, lo que no es suficiente, ni tiene continuidad. Otra institución que participa es el “IMSS-Oportunidades” con pláticas y volantes informativos.

Y últimamente, a través del Programa de Recuperación Ambiental de la Cuenca del Lago de Pátzcuaro, financiada por la Fundación Gonzalo Río Arronte, IAP, y el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA, la cual ha participado desde el año 2003.

### ***4.3.2 Cultura del agua***

No existe alguna agrupación encargada de este objetivo

#### ***4.3.2.1 Uso de dispositivos de bajo consumo***

No existe concientización del uso de dispositivos de bajo consumo.

#### ***4.3.2.2 Costumbres en el ahorro de agua***

Con respecto a las costumbres del ahorro de agua, se refleja solamente en las zonas donde el agua no les llega por falta de presión en la red, además por que el servicio de agua es muy limitado.

## 4.4 Evaluación de la satisfacción del cliente

Con la finalidad de conocer este punto se realizaron encuestas en toda la localidad los resultados son los siguientes.

- El 82% de la población, obtiene la mayor parte del agua de la llave.
- El 39% de la población compra garrafones de agua para consumo y el 38% toma el agua de la llave, pero no la hierve ni purifica, lo que conociendo la calidad del agua es importante considerar.
- El 40% gasta aproximadamente \$36.00/semana en consumo de compra de garrafones
- El 63% se encuentra satisfecho con el servicio y el 37% restante insatisfecho
- El 60% considera suficiente la cantidad de agua que recibe en su hogar.
- El 80% de la población recibe el agua en la toma (no tiene presión).
- Entre las mejoras consideradas como importantes para la población se encuentran: el 67% opinó que es importante que el agua llegara a diario; el 74% que el agua llegara durante todo el día y el 36% que el agua llegara hasta el tinaco.
- La población consideró que el precio que paga por el agua es: 15% cara, 72% justa, 7% barata y 6% no sabe

### 4.4.1 Respecto a la cantidad de agua que recibe

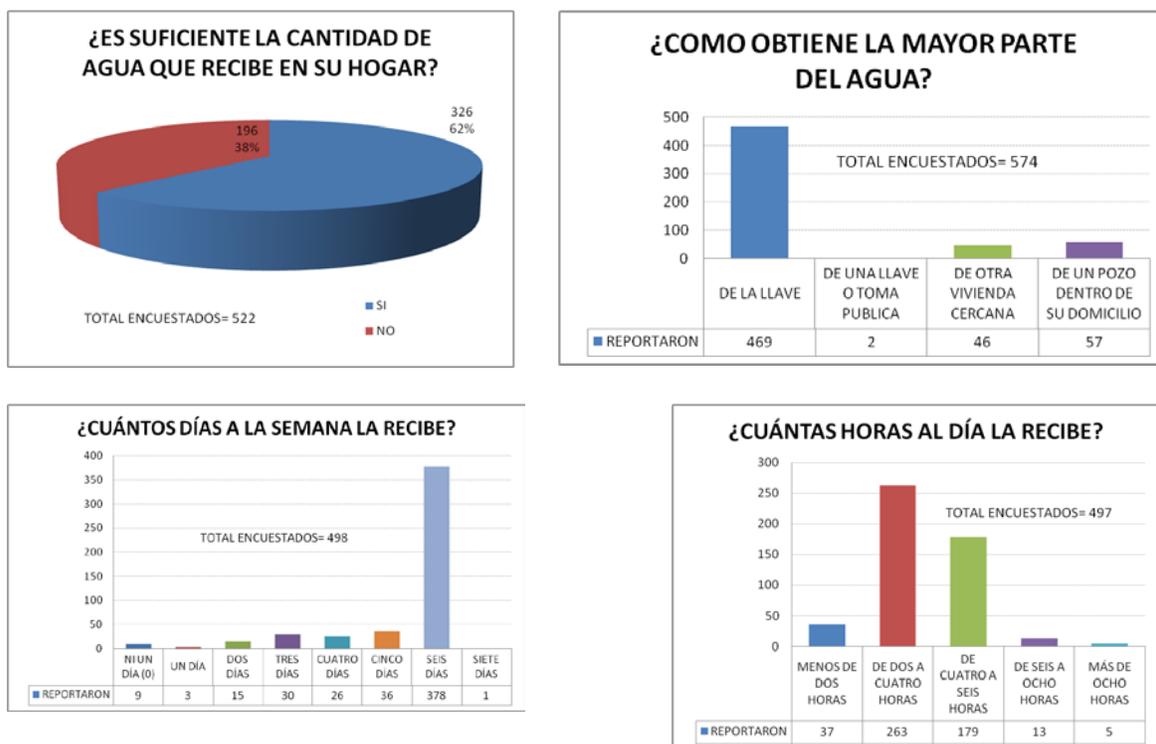


Ilustración 4-1. Resultados referentes a la cantidad de agua que recibe

#### 4.4.2 Respecto a la calidad del agua y servicio que recibe

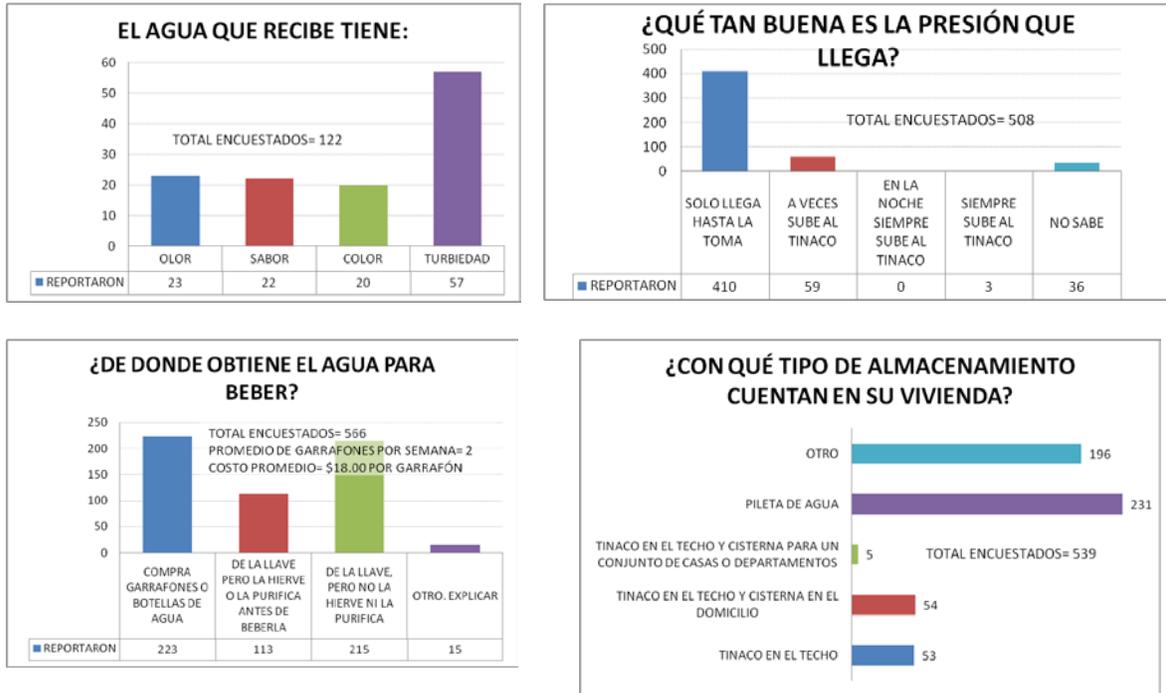


Ilustración 4-2. Resultados referentes a la calidad del agua y servicio

#### 4.4.3 Apreciación de necesidades en el servicio del agua y el costo

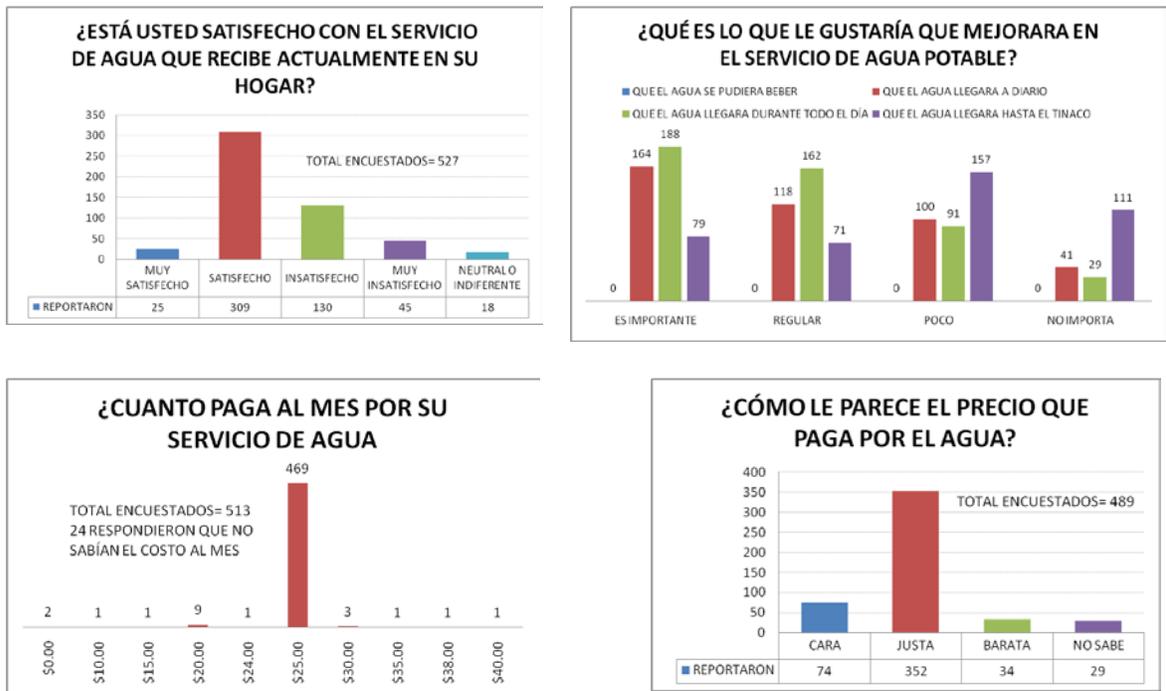


Ilustración 4-3. Solicitud de mejora y apreciación en el costo

---

## **4.5 Facturación y cobro de los servicios de agua**

No se lleva un control en lo referente a la facturación de los servicios.

## **4.6 Problemas contra el desarrollo de los servicios de agua**

Los problemas socioeconómicos que para el desarrollo de los servicios de agua, debe enfrentar la población de Ihuatzio se pueden agrupar en uno, la falta de un Comité de Agua estructurado, continuo y establecido.

---

## 5. REQUERIMIENTOS DE INFRAESTRUCTURA PARA EL MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA

Con el fin de mejorar los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la población de Ihuatzio, se presentan aquí las propuestas de la infraestructura que es necesaria desarrollar en los próximos años.

- Inversión en la infraestructura hidráulica de la localidad
- Instalación de válvulas para el manejo de la red
- Red de atarjeas, colectores y tratamiento (obras de saneamiento)
- Regularización de usuarios (contratos, toma, registro, historial)
- Conformación del Comité de Agua

### 5.1 Requerimientos para mejoramiento de la infraestructura hidráulica<sup>10</sup>

Como se ha dicho la red de distribución de agua de la localidad de Ihuatzio tiene la zona centro más de 40 años de antigüedad y la zona en crecimiento más de 10.

Por lo que de rehabilitarse o bien rehacerse la misma se debe de considerar lo siguiente:

La red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada y cumplir con los límites de calidad del agua, para que pueda ser considerada como potable se establecen en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 vigente.

De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en: red primaria y red secundaria, y está compuesta por:

Una red de distribución se compone de a partir de tuberías, piezas especiales (agrupadas en cruceros), válvulas de diversos tipos, hidrantes contra incendio y públicos (en pequeñas localidades), tanques de regulación, rebombos y accesorios complementarios que permiten su operación y mantenimiento.

---

<sup>10</sup> Apoyado en material tomado del Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (MAPAS), Libro: Redes de Distribución, CONAGUA, 1996

---

Para diseñar correctamente una nueva red, o bien la rehabilitación de la existente es importante tener en cuenta los siguientes pasos:

- 1) Seleccionar el esquema general de la red de distribución, incluyendo zonas de presión y tanques de regulación.
- 2) Trazar la red.
- 3) Calcular la demanda de agua y concentrarla en los nudos.
- 4) Seleccionar de manera aproximada los diámetros de los tramos nuevos de la red.
- 5) Hacer el cálculo hidráulico de la red para verificar si se cumplen las siguientes condiciones:
  - En todos los nudos de la red primaria la presión debe ser mayor que la mínima requerida y menor que la máxima admisible<sup>11</sup>.
  - En todos los tramos la velocidad de circulación del agua debe ser menor que la máxima admisible<sup>12</sup>.
  - También se debe de cumplir las velocidades mínimas admisibles<sup>13</sup>. Estas son obligatorias en tuberías de conducción.
- 6) Modificar los diámetros de algunos tramos o los parámetros asumidos de tanques y rebombes, si no se cumplen las condiciones indicadas en el punto 5.
- 7) Los puntos 5 y 6 se repiten hasta lograr el cumplimiento de las condiciones hidráulicas en toda la red.
- 8) Dimensionar los tanques de regulación.
- 9) Calcular las dimensiones de los rebombes y seleccionar las bombas.
- 10) Ubicar y calcular las dimensiones de las cajas rompedoras de presión o válvulas reductoras de presión.
- 11) Elaborar el proyecto ejecutivo de la red, el cual incluye lo siguiente:
  - Ubicación de las válvulas e hidrantes en el plano de la red.
  - Diseño de los cruces.
  - Definición del tamaño de las zanjas<sup>14</sup>.
  - Diseño de los atraques de las piezas especiales.

### **5.1.1 Presupuesto para la construcción de la red<sup>15</sup>**

Para complementar este punto el H. Ayuntamiento Municipal de Tzintzuntzan, a través de la Dirección de Urbanismo y Obras Públicas, realizó a la vez el “Proyecto de la red de agua potable”, mismo que dio el presupuesto siguiente: Para la construcción de la red poniente: \$ 1'074,400.00 (un millón setenta y cuatro mil cuatrocientos pesos, M.N.); para la construcción de la red oriente: \$2'322,750.00

---

<sup>11</sup> *Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (MAPAS), Libro: Redes de Distribución, CONAGUA, 1996*

<sup>12</sup> *Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (MAPAS), Libro: Datos Básicos, CONAGUA, 1994*

<sup>13</sup> *Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (MAPAS), Libro: Datos Básicos, CONAGUA, 1994*

<sup>14</sup> *Según recomendaciones, Libro: Datos Básicos, (MAPAS), CONAGUA, 1994*

<sup>15</sup> *El desglose total de los puntos calculados se encuentran en el anexo “Proyecto de agua potable (Ihuatzio)”, realizado por la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan, 2008.*

---

(dos millones trescientos veintidós mil, setecientos cincuenta pesos, M.N.) aproximadamente.

Lo que nos da un gran total, aproximado, de obra proyectada de \$3'400,000.00 (tres millones, cuatrocientos mil pesos, M.N.)

## **5.2 Requerimientos de obras de saneamiento<sup>16</sup>**

Para mejorar la calidad del agua de descargas y dar sustentabilidad a la recuperación del medio ambiente, en especial a la recuperación del lago de Pátzcuaro, es necesario desarrollar infraestructura de saneamiento que funcione de manera integral. Enseguida se describen las obras necesarias.

Para las características de la localidad el sistema de alcantarillado podría estar integrado por todos o algunos de los siguientes elementos:

- Red de atarjeas
- Red de colectores e interceptores
- Red de emisores
- Planta de tratamiento (Humedal)
- Estaciones de bombeo
- Descarga final y
- Obras accesorias.

El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, recibido por el Lago de Pátzcuaro.

### **5.2.1 Diseño de la red de atarjeas**

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, interceptores o emisores.

Para el trazo de estas redes es común utilizar los siguientes:

- a) Trazo en bayoneta
- b) Trazo en peine
- c) Trazo combinado

### **5.2.2 Diseño colectores e interceptores**

Los colectores son las tuberías que reciben las aguas negras de las atarjeas, pueden terminar en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento.

---

<sup>16</sup> Apoyado de material tomado del Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario (MAPAS), Libro: Alcantarillado Sanitario, CONAGUA, 2000

---

### **5.2.3 Diseño de emisores**

El emisor es el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores. No recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas (efluente) de la planta de tratamiento al sitio de descarga. Existen:

- a) Emisores a gravedad
- b) Emisores a presión

### **5.2.4 Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores**

Para recolectar las aguas residuales de una localidad, se debe seguir un modelo de configuración para el trazo de los colectores, interceptores y emisores el cual fundamentalmente depende de:

- La topografía predominante
- El trazo de las calles
- El o los sitios de vertido
- La disponibilidad de terreno para ubicar la planta o plantas de tratamiento.

Los modelos de configuración más usuales son:

- a) Modelo perpendicular
- b) Modelo radial
- c) Modelo de interceptores
- d) Modelo de abanico

### **5.2.5 Presupuesto para la construcción de la red de alcantarillado<sup>17</sup>**

Para complementar este punto el H. Ayuntamiento Municipal de Tzintzuntzan, a través de la Dirección de Urbanismo y Obras Públicas, proporcionó un el Catálogo de conceptos para la realización de las obras para alcantarillado de las zonas Oriente, Centro y Poniente, mismo que dio el presupuesto siguiente: Para la zona Oriente el costo fue de: \$15'620,188.00 (Quince millones seiscientos veinte mil ciento ochenta y ocho pesos, M.N.); para la zona centro: \$4,290,437.00 (Cuatro millones doscientos noventa mil, cuatrocientos treinta y siete pesos, M.N.) y para la zona poniente \$3,376,352.00 (Tres millones trescientos setenta y seis mil, trescientos cincuenta y dos pesos, M.N.), aproximadamente.

Lo que nos da un gran total, aproximado, de obra proyectada de \$23,286,976.00 (veintitrés millones doscientos ochenta y seis mil, novecientos setenta y seis pesos, M.N.), incluyendo el I.V.A.

---

<sup>17</sup> Los archivos proporcionados por la Dirección de Urbanismo y Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Tzintzuntzan, se encuentran en el anexo "Costos de Saneamiento/Alcantarillado".

---

### 5.2.6 Diseño de una planta de tratamiento (Humedal)

Ihuatzio no dispone de ningún sistema de saneamiento de sus aguas residuales, de manera individual, cada casa cuenta con fosas sépticas, mismas que no cumplen con las especificaciones mínimas de construcción. Esto ha provocado que las descargas lleguen de forma directa al acuífero y éste ya presente niveles de nitratos por contaminación orgánica.

Una propuesta que se tiene para el saneamiento de las aguas residuales de la localidad podría ser el diseño y construcción de un Humedal convencional para un gasto de 10 l/s, aproximadamente.

Los factores que se tendrían que tomar en cuenta cuando se seleccionan sistemas de tratamiento para aguas residuales en comunidades rurales son la factibilidad técnica y los costos de operación y mantenimiento, también el costo y disponibilidad del terreno pueden influir fuertemente en la decisión de las diferentes opciones disponibles.

Las ventajas y desventajas de los Humedales son las siguientes:

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"><li>• Remueven arriba del 70% de sólidos y bacterias.</li><li>• Fácil operación y mantenimiento.</li><li>• Aptos para zonas rurales.</li><li>• Bajo o nulo consumo energético.</li><li>• Baja producción de residuos.</li><li>• Bajo impacto ambiental sonoro y una buena integración al medio ambiente rural.</li><li>• Menor incidencia de malos olores y bajo riesgo de aparición de insectos.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Todavía en experimentación.</li><li>• Requiere extracción periódica del exceso de plantas.</li><li>• Eficiente en zonas donde existen plantas nativas.</li><li>• Requieren una superficie de tratamiento 20 y 80 veces superior a los sistemas convencionales de depuración.</li><li>• Larga puesta en marcha.</li><li>• Dificiles de diseñar dado el alto número de procesos y mecanismos implicados en la eliminación de contaminantes.</li><li>• Pocos o ningún factor de control durante la operación.</li></ul>

Los Humedales construidos, son sistemas pasivos de depuración normalmente de menos de un metro de profundidad, con plantas propias de zonas húmedas. Los procesos de descontaminación se realizan simultáneamente por procesos físicos, químicos y biológicos. Están diseñados para potenciar la degradación de la materia orgánica con mecanismos que se dan de forma espontánea en la naturaleza.

Los humedales se han construido para tratar aguas residuales domésticas y urbanas. Los humedales de flujo superficial suelen ser grandes instalaciones (de varias hectáreas) que tratan efluentes secundarios y que se utilizan para crear y restaurar ecosistemas. Los de flujo subsuperficial suelen ser instalaciones más

pequeñas que tratan aguas residuales de pequeños municipios (menos de 2,000 habitantes). El diseño preliminar de cada sistema está citado en la Tabla 5-1.

Tabla 5-1 Parámetros de diseño para humedales convencionales

PARÁMETRO DE DISEÑO	FLUJO SUPERFICIAL	FLUJO SUBSUPERFICIAL
Tamaño mínimo (ha/1000m <sup>3</sup> d)	2-4	1.2-7
Altura de la cama (cm)	-	30-90
Máxima altura del agua (cm)	50	Nivel bajo la cama de grava
Mínimo tiempo de residencia hidráulico (d)	5-10	5-10
Carga hidráulica (cm/d)	2.5-5	5.8-8.3
Mínima relación largo ancho	2 a 1	-
Configuración	Celdas múltiples en paralelo y en serie	Camas múltiples en paralelo
Pretratamiento mínimo	Primario (secundario opcional)	Primario
Máxima carga orgánica (KgDBO <sub>5</sub> /ha-d)	100-110	80-120

En los humedales de flujo subsuperficial la circulación del agua es a través de un medio granular (con una profundidad de la lámina de agua de alrededor de 0.6 m. Se recomienda que el flujo se distribuya en dos humedales para que en caso de mantenimiento, uno de ellos asimile todo el caudal.

Para gastos de aproximadamente 10 L/s como podría ser el caso de Ihuatzio, los requerimientos de área estarían en el orden de las 4 ha con este tipo de tratamiento.

En los humedales hay que dar mantenimiento para evitar el bloqueo de los espacios libres en la cama de grava, así como cosechar regularmente las plantas, y en las lagunas evitar el azolvamiento de las mismas.

Al momento de hacer el proyecto ejecutivo, hay que considerar también la capacidad de las unidades en época de lluvia, tomando en cuenta la precipitación media anual.

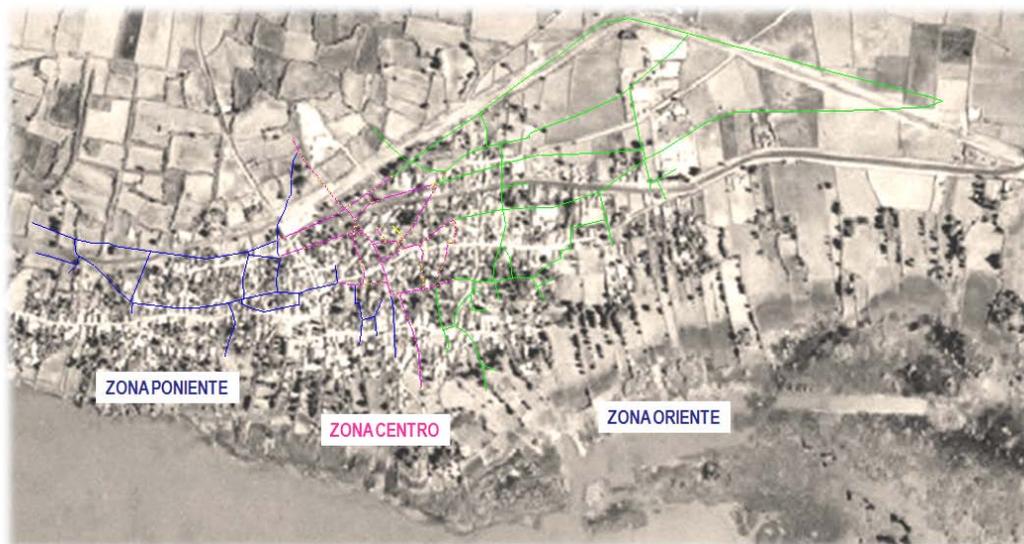
En los casos en donde la disponibilidad de terreno sea un problema, se recomienda la construcción de humedales rústicos, construidos directamente sobre el área de Lago.

Actualmente el IMTA está llevando a cabo el proyecto: “Evaluación integral (eficiencia, capacitación, seguimiento y apropiamiento comunitario) de humedales”, mismo que está evaluando los que han sido construidos en: Cucuchucho, Tzintzuntzan (2004); Santa Fe de la Laguna, Quiroga (2006) y Erongarícuaro, Erongarícuaro (2007). En general se puede decir que para que funcionen adecuadamente es importante:

- Que las autoridades den el mantenimiento preventivo y correctivo que se solicita.
- Que se pague justamente al operador del humedal.

- Que se proporcione el suministro de materiales para acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Que el personal cuente con capacitación y los operadores tengan continuidad.
- Y uno no menos importante es la capacitación a la comunidad para el uso adecuado del drenaje (no tirar basura, arena, entre otros desechos).

Para el caso particular de la localidad de Ihuatzio, las características topográficas permitirían determinar que se pueden ubicar tres humedales mismos recogerían las aguas servidas en los puntos mostrados en la Ilustración 5-1.



FUENTE: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Dir. de Obras Públicas del Municipio de Tzintzuntzan  
Ilustración 5-1 Propuesta de zonas para captar sus aguas en los humedales

El estudio realizado por el H. Ayuntamiento Municipal de Tzintzuntzan, a través de la Dirección de Urbanismo y Obras Públicas, reporta que el costo de inversión para la construcción del Humedal, en la zona centro, es de aproximadamente \$3'550,000.00 (tres millones quinientos cincuenta mil pesos, M.N.).

No	UNIDAD	IMPORTE (\$)
'01	PRETRATAMIENTO	\$ 76,235.07
'02	TANQUE SÉPTICO	\$ 152,344.80
'03	LECHO DE SECADO	\$ 14,547.50
'04	HUMEDAL DE LODOS	\$ 182,005.01
'05	HUMEDAL DE AGUA CLARIFICADA	\$ 652,634.76
'06	LAGUNA DE MADURACIÓN	\$ 367,225.41
'07	HUMEDAL DE PULIMENTO	\$ 415,146.67
'08	TERRAPLEN Y EXCAVACIONES	\$ 1,130,159.85

'09	VIALIDADES, AREAS VERDES Y CERCADOS	\$	274,072.60
'10	TUBERÍAS ENTRE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO	\$	63,978.30
'11	CASETA DE VIGILANCIA	\$	117,973.81
'12	CAJAS DE VALVULAS	\$	90,865.55
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO =</b>			<b>\$3,537,189.34</b>

El sistema de tratamiento de aguas residuales de Ihuatzio, Tzintzuntzan, Michoacán, consiste de Pretratamiento, Aforador Parshall, tanque séptico y un humedal de lodos, humedal para el agua clarificada, laguna de maduración y humedal de pulimento.

#### 5.2.6.1 Pretratamiento.

En este modulo se retiene o separan todos los sólidos orgánicos (trozos de madera, vidrio, tela, papel, plástico, basura, etc.) e inorgánicos (arenas, grava, objetos metálicos, etc.) de gran tamaño que pueden obstruir el funcionamiento de bombas, tuberías o en los procesos de tratamiento.

Las unidades que se utilizan en el pretratamiento son:

Estructura de derivación de caudal (by pass), se usa para derivar cantidades excedentes de agua, particularmente durante la temporada de lluvias..

Estructura de control de caudal de entrada al sistema. Consiste de una compuerta válvula instalada con el fin de controlar la cantidad de agua que puede entrar sistema.

Rejillas gruesas, con aberturas entre barras de 2 a 3 cm que retienen basuras de gran tamaño y rejillas finas con aberturas entre 1 y 2 cm que retienen sólidos de menor tamaño. Presentan una inclinación menor de 45° para facilitar su operación y limpieza. Su limpieza será manual mediante rastrillos. La basura extraída debe colocarse en tambos de plástico y posteriormente ser entregados al carro de la basura municipal.

Desarenadores que remueven las arenas, mediante el proceso de sedimentación al disminuir la velocidad del agua proveniente del tubo del drenaje a fin de evitar daños en tuberías y bombas. La limpieza se realiza mediante palas o botes. Las arenas se deben disponer en la pileta instalada para este fin, en donde se escurrirá e exceso de agua.

Mallas finas. Son una serie de mallas para asegurar la eliminación de pequeñas partículas que no fueron retenidas en el desarenador, como son semillas de chiles y otras pequeñas basuras que pesan menos que el agua y que no fueron removidas.

---

Canal Parshall. Esta es una estructura que se instala para medir con precisión el caudal de agua, ya que fue debidamente construida y calibrada para este fin, por personal especializado.

#### 5.2.6.2 *Tanque séptico*

Su propósito es el de reducir la cantidad de contaminantes orgánicos mediante microorganismos que se desarrollan dentro de esta unidad de tratamiento, en condiciones anaerobias. Se retienen en esta unidad aquellas partículas, con una densidad o peso ligeramente menor al del agua, mediante el proceso de sedimentación hacia el fondo de este tanque. Los lodos se conducirán mediante tuberías hacia los humedales de lodos, mientras que el agua semi clarificada, también conocida como el sobrenadante se conducirá hacia los humedales del sobrenadante.

#### 5.2.6.3 *Humedal de lodos*

A este estanque llegan los lodos provenientes del tanque séptico. Entre el 40 y el 60% de las sustancias orgánicas, conjuntamente con una pequeña fracción de sustancias inorgánicas, son transformadas en gases y en agua, y el resto se transforma en microorganismos y en plantas, en este caso, carrizos. Igualmente disminuye la población de microorganismos del orden del 90%.

#### 5.2.6.4 *Humedal para el sobrenadante*

Esta unidad recibe el agua clarificada del tanque séptico, así como el agua procedente del humedal de lodos ya tratada. Los contaminantes orgánicos se remueven de manera similar a la ya mencionada en el humedal de lodos, tanto en el procedimiento, como en los porcentajes, solamente que aquí también se elimina entre el 70 y el 80% de nitrógeno y fósforo.

#### 5.2.6.5 *Laguna de maduración*

Aquí se realiza la desinfección del agua tratada, en donde mediante mecanismos naturales se obtiene la eliminación de las bacterias patógenas que no fueron eliminadas en los procesos anteriores. Se desarrolla una enorme población de plantas microscópicas, conocidas como algas, las que participan activamente en la desinfección del agua, cambiando las condiciones ambientales que ahí se desarrollan. Para que esto se realice debe presentar un color verde oscuro. No debe haber materiales flotantes (basuras, plantas flotantes, espumas) en su superficie, las que de presentarse deben ser removidas inmediatamente.

---

#### 5.2.6.6 *Humedal de pulimento*

El agua proveniente la laguna de maduración se hace pasar por este estanque, donde las algas son eliminadas mediante filtración, las cuales, o bien mueren o inhiben su desarrollo al no poder recibir energía solar, ya que el agua fluye por debajo de la superficie de la grava. Estas unidades pueden estar sembradas con carrizo o con tule. Se elimina aquí el remanente de sustancias orgánicas e inorgánicas, y de las bacterias que no fueron eliminadas en los procesos anteriores, de tal manera que se obtiene agua tratada, con una calidad suficiente para ser aprovechada en riego de cultivos, de áreas verdes, en acuacultura o bien, para descargarse en el lago.

#### 5.2.6.7 *Medidas que previenen riesgos de salud*

A continuación se presentan las medidas de higiene y seguridad que deben tomarse en cuenta con el fin de evitar riesgos a la salud incluso antes de iniciar la operación y mantenimiento del sistema:

- El operador debe usar guantes y botas de hule en todas las actividades que requieran contacto con el agua y un overol o ropa asignada de manera exclusiva para realizar las labores de operación y mantenimiento pues los microorganismos pueden tener contacto con la ropa, y puedan ser transportados a su hogar. Antes del lavado de su overol, debe primero desinfectarse en un recipiente con agua y un poco de cloro, cuando menos durante media hora. Debe proteger la cabeza de los rayos del sol con un sombrero ancho, o una gorra. También se recomienda consumir agua potable con cierta frecuencia, para evitar una deshidratación. Siempre deben lavarse las manos con abundante agua y jabón antes de acercarse a la boca alimentos o agua. Nunca debe tocarse la cara, ni los ojos con las manos sucias, ni utilizar las mangas del overol, si éste está sucio.
- Diario y al finalizar las actividades el operador debe bañarse, de tal manera que se evite transportar microorganismos a su casa. Antes de la hora de la comida, debe lavar sus brazos, manos y cara con jabón y agua abundante.

#### 5.2.6.8 *Actividades de operación y mantenimiento*

##### 5.2.6.8.1 *Derivación de excedencias*

Para evitar desbordamientos y o mal funcionamiento del sistema se recomienda no permitir que ingrese un flujo mayor de 4 L/s, ni en temporada de lluvias, dado que el diseñado fue con un caudal promedio de 2.5 L/s

---

Para ello se cuenta con una estructura de derivación de caudal (by pass) para las ocasiones en que se presenten fuertes lluvias. Como Ihuatzio no cuenta con un sistema de alcantarillado separado para aguas de lluvia y para aguas residuales, los volúmenes de agua que pueden llegar a superar los 15 L/s, por lo que en caso de fuertes lluvias debe derivarse el caudal excedente mediante la válvula “by pass”.

#### 5.2.6.8.2 Limpieza de las rejillas

La limpieza se realizará mediante un rastrillo metálico dos veces al día durante la temporada de estiaje, y tres o cuatro durante la temporada de lluvias, dependiendo de la cantidad de sólidos que contenga el agua del drenaje influente.

La basura debe depositarse en un sitio donde pueda ser separada, los residuos orgánicos pueden aprovecharse para la producción de composta, los inorgánicos deberán ser depositados en el carro de la basura.

#### 5.2.6.8.3 Limpieza del desarenador

Antes de comenzar la limpieza del desarenador se derivará el caudal de manera alternativa entre sus dos canales, enviando los sólidos hacia el lecho de secado, en donde el exceso de agua se escurrirá hacia el fondo. Una vez que los sólidos (arena y tierra) se hayan secado deben ser trasladados a un sitio previamente determinado, dentro de las instalaciones. Una vez que se hayan acumulado suficientes sólidos deben ser transportados al relleno sanitario municipal.

La periodicidad con que se retiren las arenas y residuos del desarenador dependerá de la velocidad con que se acumulen en los canales desarrolladores; dado que si no se remueve an removidos en las rejillas, ni el desarenador, llegarán a la fosa séptica o a los humedales, de donde será más difícil y costoso eliminarlos, además que provocaría taponamientos y deficiencias en el funcionamiento del sistema.

#### 5.2.6.8.4 Medición de caudal

Se realizará en el medidor Parshall, midiendo el nivel del agua introduciendo una regla en el vertedor. La medición debe ejecutarse diariamente más o menos a la misma hora, para evitar fuertes diferencias por variación horaria. La información obtenida debe registrarse en la bitácora asignada Para este fin.

#### 5.2.6.8.5 Operación del tanque séptico y del humedal de lodos

---

El agua del desarenador deberá llegar al tanque séptico. Los sólidos con mayor peso que el agua, que no fueron eliminados durante el pretratamiento, van hacia el fondo por sedimentación. Para conocer el grosor de la capa de los lodos acumulados en el fondo se debe introducir una varilla o un carrizo previamente enrollado con un trapo blanco, por ejemplo una toalla, en la que se van a adherir los sólidos, dejando una marca clara, la que puede medirse mediante una regla. La profundidad de los lodos acumulados no debe ser nunca mayor de 50 cm. De presentarse este caso, debe incrementarse el tiempo de purga señalado en los siguientes párrafos. La frecuencia de limpieza del tanque séptico dependerá de la velocidad con que se acumulen los sólidos y de la eficiencia con que se opere el desarenador, usualmente será cada 3 a 4 años.

Los lodos (llamados así por su aspecto de alta turbidez y alta concentración de sólidos, aunque en realidad el 98 % es agua) deben conducirse hacia los dos humedales de lodos mediante las válvulas instaladas para este fin (indicadas en el siguiente punto).

El nivel del agua de los humedales de lodos A y B deberá mantenerse por debajo de 10 cm de la superficie, lo cual se realiza de manera automática mediante los prestadores tipo instalados en las estructuras de salida de

El agua clarificada o sobrenadante del tanque séptico deberá enviarse de manera continua hacia los humedales del sobrenadante, mediante la válvula instalada para este propósito.

#### 5.2.6.8.6 Distribución de caudales

El agua clarificada proveniente del sedimentador, así como la proveniente de los humedales de lodos, se mezclan y son distribuidas hacia el humedal de agua clarificada

Los vertedores triangulares existentes en los registros de salida deben mantenerse limpios de basura para evitar taponamientos y con ello, una incorrecta distribución de caudal.

#### 5.2.6.8.7 Niveles de agua

El nivel del agua de los estanques deberá mantenerse aproximadamente a 10 cm por debajo de la superficie del medio filtrante, de tal modo que el agua fluya de manera subterránea, proceso que se realiza de manera automática por los vertedores en V. que fueron instalados y nivelados para este fin. De ahí la importancia de mantenerlos libres de basura.

---

El nivel del agua puede reducirse mediante la manguera flexible existente en el fondo de los registros de salida, o bien incrementarse subiendo el nivel de los vertedores en V móviles, subiéndolos o bajándolos hasta obtener el nivel deseado

Durante la parte fría del año puede incrementarse el nivel del agua del humedal entre cinco y siete centímetros para incrementar el tiempo de retención ya que al disminuir la temperatura también reduce la eficiencia de tratamiento, lo que puede atenuarse aumentando el volumen del agua en el humedal.

Al aplicar esta medida debe evitarse que el agua fluya de manera superficial, para evitar el desarrollo de mosquitos. El problema no sería sólo estético, sino también de riesgos a la salud y de provocar afectación del comportamiento hidráulico del sistema.

#### 5.2.6.8.8 Vegetación

La poda sistemática de la vegetación es una actividad que permite tener en buen estado el funcionamiento de los humedales. La idea es conservar las plantas en un estado alto de vigor, por decirlo de otra manera, con mucho apetito, para que tomen del medio los nutrientes. Los ejemplares que tengan un aspecto de sequedad o de estar viejas deben ser retirados o sustituidos, considerando que estos ejemplares disminuyen su eficiencia de transporte de oxígeno hacia las raíces. Debe tenerse especial cuidado de no pisar o destruir ejemplares sanos mientras se realiza la poda o retiro de la vegetación.

Esta actividad puede realizarse una vez al año, cortando desde la base de los tallos, sin extraer las raíces. La poda debe ser selectiva, es decir, no deben eliminarse grandes extensiones de plantas, considerando que estas son las que realizan la fotosíntesis y la producción de oxígeno, por esta razón es preferible eliminar las plantas de tal manera que solamente se reduzca la densidad de la cobertura vegetal, lo que estimulará el desarrollo de nuevos ejemplares.

No se recomienda podar durante la temporada de heladas, es preferible que esta actividad se realice poco antes de la temporada de lluvias.

La vegetación podada debe disponerse o colocarse fuera del área del humedal, por ejemplo en los terrenos de cultivo o junto al área del estacionamiento, para evitar que se descompongan y liberen nuevamente los nutrientes en el agua.

#### 5.2.6.8.9 Registro de la información

Se deben registrar todas las actividades de operación y mantenimiento en una bitácora, anotando las fechas, actividades realizadas, frecuencia y duración de las mismas, número de operadores que demandaron cada una de las tareas, todo con

el propósito de identificar las fallas más frecuentes, los mayores requerimientos de labor, y los costos requeridos para la operación y mantenimiento.

Se presenta el siguiente formato como un ejemplo de la información que debe contener la bitácora.

<i>ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.</i>			
<i>Planta:</i> <i>Humedal de tratamiento de Aguas residuales</i> <i>Ihuatzio, Mpio. de Tzintzuntzan, Michoacán</i>		<i>Fecha</i>	
<i>Operador:</i>		<i>Revisó:</i>	
<i>Caudal de diseño</i>	<i>Caudal de operación</i> <i>(Entrada)litros/seg</i>		<i>Caudal de operación</i> <i>(Salida) litros/seg</i>
<i>ACTIVIDAD</i>	<i>FRECUENCIA</i> <i>(días)</i>	<i>DURACIÓN</i> <i>(minutos)</i>	<i>OBSERVACIONES</i>
<i>Rejillas</i>			
<i>Desarenador</i>			
<i>Estructuras de entrada y salida</i>			
<i>Extracción de materiales</i> <i>flotantes</i>			
<i>Poda de la vegetación fuera de</i> <i>las lagunas</i>			
<i>Disposición de residuos</i>			
<i>Labores de reparación</i>			
<i>Caminos de acceso dentro y</i> <i>fuera de la planta</i>			
<i>Bordos</i>			
<i>Estructuras de conducción o</i> <i>distribución de caudal</i>			
<i>Equipos eléctricos</i>			
<i>Instalaciones de protección</i>			
<i>Caseta de vigilancia</i>			

---

### **5.3 Requerimientos para la consolidación del Comité de Agua**

Adicionalmente a las obras mencionadas anteriormente, es necesario que el Comité de Agua se consolide, con el objetivo de asumir las responsabilidades de sustentabilidad de esta nueva infraestructura.

Las acciones que se proponen son las siguientes:

1. Consolidación de un Comité de Agua autónomo, que no cambie cada año con las nuevas jefaturas de tenencia para darle continuidad a los trabajos.
2. Adquirir un espacio para ubicar las instalaciones administrativas y de operación del Comité de Agua, con las adecuaciones necesarias para operar el sistema.
3. Contratación de personal capacitado para atender acciones específicas en las áreas administrativas y operativas del Organismo (es necesario contar con un ingeniero civil y un ingeniero mecánico o un técnico mecánico).
4. Generación del padrón de usuarios, entregando a cada uno de ellos un contrato por los servicios, donde se incluyan derechos y obligaciones de ambas partes.
5. Adquisición de un sistema de radio comunicación, teléfono e internet.
6. Transporte (motocicletas y camioneta).
7. Capacitación del personal en temas administrativos y operativos.
8. Adquisición de refacciones generales para almacén.

Los costos de estas acciones deberán ser absorbidos con fondos del ayuntamiento de Tzintzuntzan y las erogaciones después de su puesta en operación deberían de ser absorbidas por sus ingresos.

---

## 6. COSTOS Y PROGRAMA DE OBRA

Con la finalidad de tener un presupuesto base para cubrir el costo aproximado de las necesidades mencionadas anteriormente, la Dirección de Obras Públicas del Municipio de Tzintzuntzan realizó un estudio a la par de este proyecto que dio los siguientes costos:

Agua potable:       \$ 3'400,000.00  
Drenaje:             \$23'300,000.00  
Humedal:            \$ 3'550,000.00

Es importante anotar que en algunos casos es necesario realizar estudios de diseño y proyecto ejecutivo, mismos que se plantea sean elaborados durante el año 2009.

Considerando el periodo del ejercicio de la administración actual, es recomendable que las obras se construyan en el periodo 2009-2011, para que inicien su operación en a finales de ese mismo año.

Tabla 6-1 Costos aproximados para los requerimientos

	EJERCICIO	DRENAJE	HUMEDAL	AGUA
CENTRO	2009-2010	\$4'295,000.00	\$3'550,000.00	
PONIENTE	2009-2011	\$3'380,000.00		\$ 1'075,000.00
ORIENTE	2009-2011	\$15'625,000.00		\$ 2'325,000.00
		<b>\$23'300,000.00</b>	<b>\$ 3'550,000.00</b>	<b>\$ 3'400,000.00</b>

FUENTE: Elaboración propia con base en información proporcionada por la Dirección de Urbanismo y Obras Públicas del Municipio de Tzintzuntzan

Es importante contar con un estudio para la construcción del sistema de drenaje, para poder tener una idea más clara del costo total de la obra de saneamiento.

Los costos son aproximados, proporcionados por la Dirección de Obras Públicas del Municipio de Tzintzuntzan, para conocer los costos reales es importante realizar las propuestas de diseño y los proyectos ejecutivos de cada una de las obras mencionadas.

---

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis anteriormente hecho, se pueden emitir las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- a) Para mejorar los servicios de agua potable de la localidad de Ihuatzio es necesario realizar una inversión total de alrededor de \$3'400,000.00.
- b) Para la infraestructura de alcantarillado, se cuenta con un catálogo de conceptos que menciona un costo total de \$23'000,300.00.
- c) En relación al humedal, para la zona centro se calcula una inversión de \$3'550,000.00.
- d) La eficiencia en la recaudación es de apenas el 20%, de una tarifa de \$25.00 al mes. Lo que equivale a solo cubrir el 40% de los gastos de energía eléctrica y operación de válvulas, se esperaría que la eficiencia en el cobro aumentara al menos al 80% para que se cubrieran, al menos estos gastos.
- e) Con respecto al saneamiento, no existen estructuras que traten las aguas residuales de la localidad. La propuesta es diseñar y elaborar un proyecto ejecutivo del sistema de alcantarillado sanitario, colectores y tratamiento de agua residual (humedal).
- f) Actualmente el costo de producción de agua potable es de \$ 0.50 por cada metro cúbico. Sin embargo se tiene que considerar que para el cálculo de este costo solo se incluyeron los gastos de energía eléctrica y de operación del valvulero, por lo que se calcula que al menos el costo debería incrementarse al doble, para incluir gastos de operación y mantenimiento.
- g) Sólo del pozo al tanque se pierden 1.7 lps equivalente a 48m<sup>3</sup> por día, lo que para el clima que se tiene en la zona (templado) serviría para dar agua<sup>18</sup> al día a 245 habitantes o bien por un mes, a una familia de 8 habitantes.
- h) Por lo que respecta a la calidad bacteriológica, en los cuatro casos existe la presencia de coliformes fecales, lo que indica una contaminación de origen humano, esta situación se debe corregir mediante la desinfección para evitar riesgos de enfermedades.
- i) Los resultados de la inspección indican que el 100% de las válvulas se encontraron azolvadas de lodo, arena, tierra ó basura, el 20% no tenían registro, además de las que no se localizaron en campo, estando ubicadas en plano.

---

<sup>18</sup> Con una dotación para clase media 195 lhd.

---

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1-1 ZONA DE CRECIMIENTO NATURAL DE LA POBLACIÓN .....	3
ILUSTRACIÓN 1-2 TOPOGRAFÍA DE LA LOCALIDAD DE IHUATZIO .....	3
ILUSTRACIÓN 1-3. VÍAS DE COMUNICACIÓN A LA LOCALIDAD .....	7
ILUSTRACIÓN 2-1 UBICACIÓN DE LOS POZOS .....	8
ILUSTRACIÓN 2-2. FORMATO DE REPORTE DE MEDICIÓN EN POZO Y TANQUE .....	9
ILUSTRACIÓN 2-3 LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	10
ILUSTRACIÓN 2-4. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO .....	11
ILUSTRACIÓN 2-5. RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE DEL POZO SOMERO PRINCIPAL, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	16
ILUSTRACIÓN 2-6. RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE DEL POZO SOMERO UBICADO EN LA CALLE ADOLFO RUÍZ CORTINEZ, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	18
ILUSTRACIÓN 2-7. RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE DEL POZO SOMERO UBICADO EN LA CALLE GUILLERMO PRIETO, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH.....	20
ILUSTRACIÓN 2-8. RESULTADOS DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE DEL POZO SOMERO UBICADO EN LA ESQUINA QUE FORMAN LAS CALLES TARIÁCURI Y CALTZONTZIN, FRENTE A LA PLAZA, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	22
ILUSTRACIÓN 2-9. ACREDITACIÓN DEL LABORATORIO ANTE LA EMA.....	24
ILUSTRACIÓN 2-10. APROBACIÓN DEL LABORATORIO ANTE LA CONAGUA .....	25
ILUSTRACIÓN 2-11 UBICACIÓN DEL TANQUE DE REGULARIZACIÓN INOPERANTE Y ACTUAL .....	28
ILUSTRACIÓN 2-12 UBICACIÓN DE LA ZONA MÁS ANTIGUA DE LA RED .....	29
ILUSTRACIÓN 2-13 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 1, IHUATZIO .....	31
ILUSTRACIÓN 2-14 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 2, IHUATZIO .....	32
ILUSTRACIÓN 2-15 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 3, IHUATZIO .....	33
ILUSTRACIÓN 2-16 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 4, IHUATZIO .....	34
ILUSTRACIÓN 2-17 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 5, IHUATZIO .....	35
ILUSTRACIÓN 2-18 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 6, IHUATZIO .....	36
ILUSTRACIÓN 2-19 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 7, IHUATZIO .....	37
ILUSTRACIÓN 2-20 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 8, IHUATZIO .....	38
ILUSTRACIÓN 2-21 FICHA DE DESAZOLVE Y MANTENIMIENTO VÁLVULA 9, IHUATZIO .....	39
ILUSTRACIÓN 2-22 SONDEO N°1, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	40
ILUSTRACIÓN 2-23 SONDEO N°2, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	41
ILUSTRACIÓN 2-24 SONDEO N°3, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	42
ILUSTRACIÓN 2-25 SONDEO N°4, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	43
ILUSTRACIÓN 2-26 SONDEO N°5, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	44
ILUSTRACIÓN 2-27 SONDEO N°6, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	45
ILUSTRACIÓN 2-28 SONDEO N°7, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	46
ILUSTRACIÓN 2-29 SONDEO N°8, PARA VERIFICAR EXISTENCIA DE VÁLVULA, IHUATZIO.....	47
ILUSTRACIÓN 3-1. COMPROBANTE DE PAGO DE IHUATZIO .....	51
ILUSTRACIÓN 4-1. RESULTADOS REFERENTES A LA CANTIDAD DE AGUA QUE RECIBE .....	57
ILUSTRACIÓN 4-2. RESULTADOS REFERENTES A LA CALIDAD DEL AGUA Y SERVICIO.....	58
ILUSTRACIÓN 4-3. SOLICITUD DE MEJORA Y APRECIACIÓN EN EL COSTO .....	58
ILUSTRACIÓN 5-1 PROPUESTA DE ZONAS PARA CAPTAR SUS AGUAS EN LOS HUMEDALES.....	66

---

---

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1-1. ESTRATOS SOCIALES .....	2
FOTOGRAFÍA 2-1. VISTA GENERAL DEL SITIO DE MUESTREO DE AGUA POTABLE EN EL POZO PRINCIPAL, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH.....	11
FOTOGRAFÍA 2-2. LUGAR SELECCIONADO PARA OBTENER LA MUESTRA EN EL POZO PRINCIPAL, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	11
FOTOGRAFÍA 2-3. VISTA GENERAL DEL SITIO DE MUESTREO DE AGUA POTABLE EN EL POZO UBICADO EN LA CALLE ADOLFO RUÍZ CORTINES, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	12
FOTOGRAFÍA 2-4. LUGAR SELECCIONADO PARA OBTENER LA MUESTRA EN EL POZO UBICADO EN LA CALLE ADOLFO RUÍZ CORTINES, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH.....	12
FOTOGRAFÍA 2-5. VISTA GENERAL DEL SITIO DE MUESTREO DE AGUA POTABLE EN EL POZO SOMERO UBICADO EN LA CALLE GUILLERMO PRIETO, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	12
FOTOGRAFÍA 2-6. LUGAR SELECCIONADO PARA OBTENER LA MUESTRA EN EL POZO SOMERO UBICADO EN LA CALLE GUILLERMO PRIETO, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	12
FOTOGRAFÍA 2-7. VISTA GENERAL DEL SITIO DE MUESTREO DE AGUA POTABLE EN EL POZO SOMERO UBICADO FRENTE A LA PLAZA, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	13
FOTOGRAFÍA 2-8. LUGAR SELECCIONADO PARA OBTENER LA MUESTRA EN EL POZO SOMERO UBICADO FRENTE A LA PLAZA, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	13
FOTOGRAFÍA 2-9. OBTENCIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE EN EL POZO SOMERO PRINCIPAL, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	14
FOTOGRAFÍA 2-10. OBTENCIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE EN EL POZO SOMERO UBICADO EN LA CALLE ADOLFO RUÍZ CORTINEZ, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	14
FOTOGRAFÍA 2-11. OBTENCIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE EN EL POZO SOMERO UBICADO EN LA CALLE GUILLERMO PRIETO, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	14
FOTOGRAFÍA 2-12. OBTENCIÓN DE LOS DATOS DE CAMPO DE LA MUESTRA DE AGUA POTABLE EN EL POZO SOMERO UBICADO FRENTE A LA PLAZA, IHUATZIO, TZINTZUNTZAN, MICH. ....	14
FOTOGRAFÍA 2-13 VISTA ACTUAL DEL TANQUE .....	27
FOTOGRAFÍA 2-14 VISTA DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1-1 DATOS DE POBLACIÓN DE LA LOCALIDAD DE IHUATZIO.....	4
TABLA 1-2 PROYECCIONES DE POBLACIÓN AL HORIZONTE DEL PROYECTO .....	5
TABLA 1-3. DISTRIBUCIÓN DE ESCUELAS EN IHUATZIO .....	5
TABLA 1-4. ENFERMEDADES RELACIONADAS A LA CALIDAD DE AGUA .....	6
TABLA 2-1 CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS DE AGUA POTABLE .....	8
TABLA 2-2 CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	10
TABLA 3-1. USUARIOS A DICIEMBRE DE 2008, EN LA LOCALIDAD DE IHUATZIO.....	52
TABLA 4-1. CLASIFICACIÓN DE POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR GRUPO DE INGRESO .....	54
TABLA 4-2. PORCENTAJES NACIONALES DESTINADOS AL GASTO MENSUAL TOTAL, EN HOGARES CON POBLACIÓN MAYOR O IGUAL A 2500 HABITANTES (ENCUESTA ENIGH-INEGI, 2006) .....	55
TABLA 5-1 PARÁMETROS DE DISEÑO PARA HUMEDALES CONVENCIONALES .....	65
TABLA 6-1 COSTOS APROXIMADOS PARA LOS REQUERIMIENTOS.....	75

---

---

## **ANEXOS DIGITALES**

- ANEXO 1 PROYECTO DE AGUA POTABLE (IHUATZIO). .....  
CONTIENE EL INFORME QUE REALIZÓ LA DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS DEL H. AYUNTAMIENTO DE TZINTZUNTZAN PARA EL CÁLCULO DEL COSTOS DE SUSTITUCIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE EXISTENTE.
- ANEXO 2 REPORTE DE ACTIVIDADES DE CAMPO .....  
CONTIENE UN INFORME GENERAL CON LAS ACTIVIDADES QUE SE REALIZARON EN CAMPO DURANTE EL PROYECTO MISMO.
- ANEXO 3. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN .....  
CONTIENE UNA HOJA DE CÁLCULO CON LA POBLACIONES DETERMINADAS Y UN ARCHIVO CON LA METOLOGÍA EMPLEADA POR LA CONAPO PARA LA PROYECCIONES DE POBLACIÓN.
- ANEXO 4. REPORTE DE ENFERMEDADES IMSS.....  
CONTIENE LOS REPORTES DE ENFERMEDADES PROPORCIONADOS POR LA CLÍNICA DE IMSS- OPORTUNIDADES DE LA LOCALIDAD.
- ANEXO 5. RESULTADOS DE CALIDAD DEL AGUA .....  
CONTIENE LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA REALIZADOS, ASÍ COMO FOTOGRAFÍAS DE LA TOMA DE MUESTRAS Y UBICACIONES DE LOS PUNTOS ESTUDIADOS.
- ANEXO 6. RESULTADOS DE VINCULACIÓN.....  
CONTIENE EL REPORTE DE LA VINCULACIÓN DE CADA PREDIO CON EL PADRÓN DE USUARIOS.
- ANEXO 7. RESULTADOS DE LA ENCUESTA .....  
CONTIENE EL REPORTE GENERAL DEL RESULTADO DE LA ENCUESTA DE SATISFACCIÓN REALIZADA.
- ANEXO 8. COSTOS DE SANEAMIENTO.....  
CONTIENE LA HOJA DE CÁLCULO CON QUE SE DETERMINÓ EL COSTO APROXIMADO DEL HUMEDAL. UN ESTUDIO REALIZADO POR DIRECCIÓN DE URBANISMO Y OBRAS PÚBLICAS, DEL H. AYUNTAMIENTO. Y EL CATÁLOGO DE CONCEPTOS DEL ACANTARILLADO, ASÍ COMO TRES PLANOS GENERALES.
- ANEXO 9. FOLLETOS DE RESULTADOS DE ACTIVIDADES .....  
CONTIENE ARCHIVOS DIGITALES DE LOS FOLLETOS IMPRESOS PARA LA DIVULGACIÓN DE ACTIVIDADES REALIZADAS Y DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO.
- ANEXO 10. REPORTE DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO .....  
CONTIENE REPORTES DE LEVANTAMIENTOS, SONDEOS Y REPARACIONES DE LAS VÁVULAS EXISTENTES, Y DE OTROS TRABAJOS DE CAMPO.
- ANEXO 11. TOPOGRAFÍA .....  
CONTIENE LOS ARCHIVOS DIGITALES DE LOS LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS REALIZADOS.
-