



INSTITUTO
DE INGENIERÍA
UNAM



Diagnóstico: Organismos Operadores San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca

A. Agua Potable.

1. Prestación de los servicios

Los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento en el municipio de San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca se prestan a la cabecera municipal de manera independiente de las agencias¹. La primera está a cargo de la Comisión Estatal de Agua (CEA) que supervisa la operación del sistema mediante un Organismo Operador con oficina en el palacio municipal, mientras que en las agencias el servicio está a cargo de un Comité de Agua². Los trabajos de esta etapa del programa se enfocaron en estudiar el servicio correspondiente a la cabecera municipal.

2. Suministro

La cabecera municipal cuenta para su abasto de agua potable con dos pozos profundos (ver Ilustración D -1), los cuales aportan un gasto máximo de 16 l/s y un gasto medio de 8.6 l/s, (ver Ilustración D - 1 y Tabla D – 2). Debido al crecimiento de la mancha urbana, las colonias ubicadas en la zona de Piedra Blanca carecen del servicio, en estos sitios el mismo se brinda mediante tanques cisterna (pipas) a cargo de la CEA. El Pozo 2 – no contenido en la Tabla D - 1– se encuentra fuera de operación.

Tabla D -1.
Coordenadas de ubicación de las fuentes de abastecimiento.

Pozo	Descripción	Coordenadas
------	-------------	-------------

¹ De acuerdo a la Ley Orgánica del Estado de Oaxaca en su Artículo 17, segundo párrafo, una agencia municipal es una categoría administrativa dentro del gobierno municipal.

² Este comité de Agua es independiente al Organismo Operador administrativa y financieramente. Es importante comentar que algunas agencias no cuentan con drenaje ni saneamiento de las aguas servidas. En algunos casos, incluso la infraestructura hidráulica está en desuso.

		Latitud N			Longitud W		
		°	'	''	°	'	''
1	El Calvario	17	18	4	96	54	26
3	Independencia	17	17	56	96	54	29

El paro y arranque de los equipos electromecánicos se realiza de forma manual con un horario ya definido por parte de los operadores. Ver Tablas D – 2 y D - 3.

Ilustración D - 1.
Localización de pozos



FUENTE: (Google Earth)

Tabla D - 2.
Operación y gastos aportados de los pozos profundos.

Municipio	Nombre del Pozo	Q _{medidor pozo}	Q _{medidor ultrasónico}	Error de exactitud	Horas de bombeo por día	Volumen extraído	Q _{promedio inyectado a la red}
		l/s	l/s	%	hrs	m ³ /día	l/s
San Francisco Telixtlahuaca	Pozo 1	12.0	11.30	6.19	12.00	488.16	5.7
	Pozo 3	-----	4.70	-----	15.00	253.80	2.9
	Total		16.00			741.96	8.6

Tabla D - 3
Características de los equipos electromecánicos de los Pozos.

Pozo	Bomba		Profundidad	Alimentación
	Tipo	Potencia		
		Hp		
1	Sumergible	30	56	220
3	Sumergible	25	43	440

En el tren de descarga del Pozo 1 se encuentra un medidor instalado de tipo hélice con errores de sobre medición de + 6.2 %, es decir, mide un gasto mayor al real, en el Pozo 3 no existe un equipo de medición, tampoco existen manómetros (medidores de presión), instalados en los Pozos.

Para la medición de los gastos que aporta cada uno de las fuentes de abastecimiento se utilizó un medidor de tipo ultrasónico³, que cuenta con un error de ± 0.25 % y no es necesario insertarlo en la tubería para conocer el flujo, es de fácil instalación y manejo (ver Ilustración D – 2).

³ Un medidor ultrasónico mide la velocidad del flujo que se desplaza en una línea a presión. Un transductor emisor emite señales acústicas de frecuencia conocida, que son reflejadas por las partículas en movimiento, y que son captadas por un transductor receptor. La velocidad de reflejo de la señal es directamente proporcional a la velocidad del flujo, el cálculo del gasto se hace programando en el equipo, el diámetro de la tubería.

Ilustración D - 2.
Medición de gastos en trenes de descarga con el empleo de un medidor



ultrasónico o portátil.

3. Sistema de desinfección

El sistema de desinfección para el agua de uso y consumo humano es mediante equipos cloradores (se emplea Hipoclorito como desinfectante), instalados en los trenes de descarga de las fuentes de abastecimiento. Ver Ilustración D – 3. De manera periódica la Comisión Estatal del Agua y Saneamiento analiza la calidad del agua así como el funcionamiento de los equipos cloradores sin que hasta el momento se haya advertido de algún evento que represente un riesgo a la salud de los habitantes.

Las bombas de inyección se encuentran en buen estado y funcionan adecuadamente, las mangueras plásticas de inyección están protegidas. En general, el sistema de cloración en los pozos con este sistema trabaja adecuadamente. De manera mensual la Comisión Estatal del Agua verifica el funcionamiento de estos equipos.

Ilustración D - 3.
Sistema de desinfección en los Pozos de San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca.



4. Regularización

El agua que se extrae de los pozos es conducida a través de una línea hacia un tanque de regulación, el cual tiene como objeto cambiar el régimen de suministro (captación conducción), que normalmente es constante a un régimen de demandas de la red de distribución, que siempre es variable. El tanque de regulación es la estructura destinada para cumplir esta función, y debe proporcionar un servicio eficiente, bajo normas estrictas de higiene y seguridad. Ver Ilustración D – 4.

**Ilustración D - 4.
Tanques de regulación**



San Francisco Telixtlahuaca la regulación se realiza mediante dos Tanques ubicados en la zona alta de la cabecera (1750 msnm⁴). Reciben agua de la línea principal de conducción proveniente de los pozos y distribuyen a la mayor parte de la cabecera. Ver Tablas D - 4 y D - 5.

**Tabla D - 4.
Localización de los tanques de almacenamiento**

Tanque	Descripción	Coordenadas					
		Latitud N			Longitud W		
		°	'	''	°	'	''
Tanques	El Calvario	17	18	7	96	54	22
PTAR	2 de Abril	17	17	23	96	54	26

**Tabla D - 5.
Características de los Tanques de Regularización.**

Tanque	Tipo	Capacidad	Material	Edad	Estado actual
		m ³		años	
1 Norte	Superficial	150	Concreto	----	En uso
2 Sur	Superficial	2507	Concreto	----	En uso

⁴ msnm: metros sobre el nivel del mar

5. Distribución y Políticas operativas

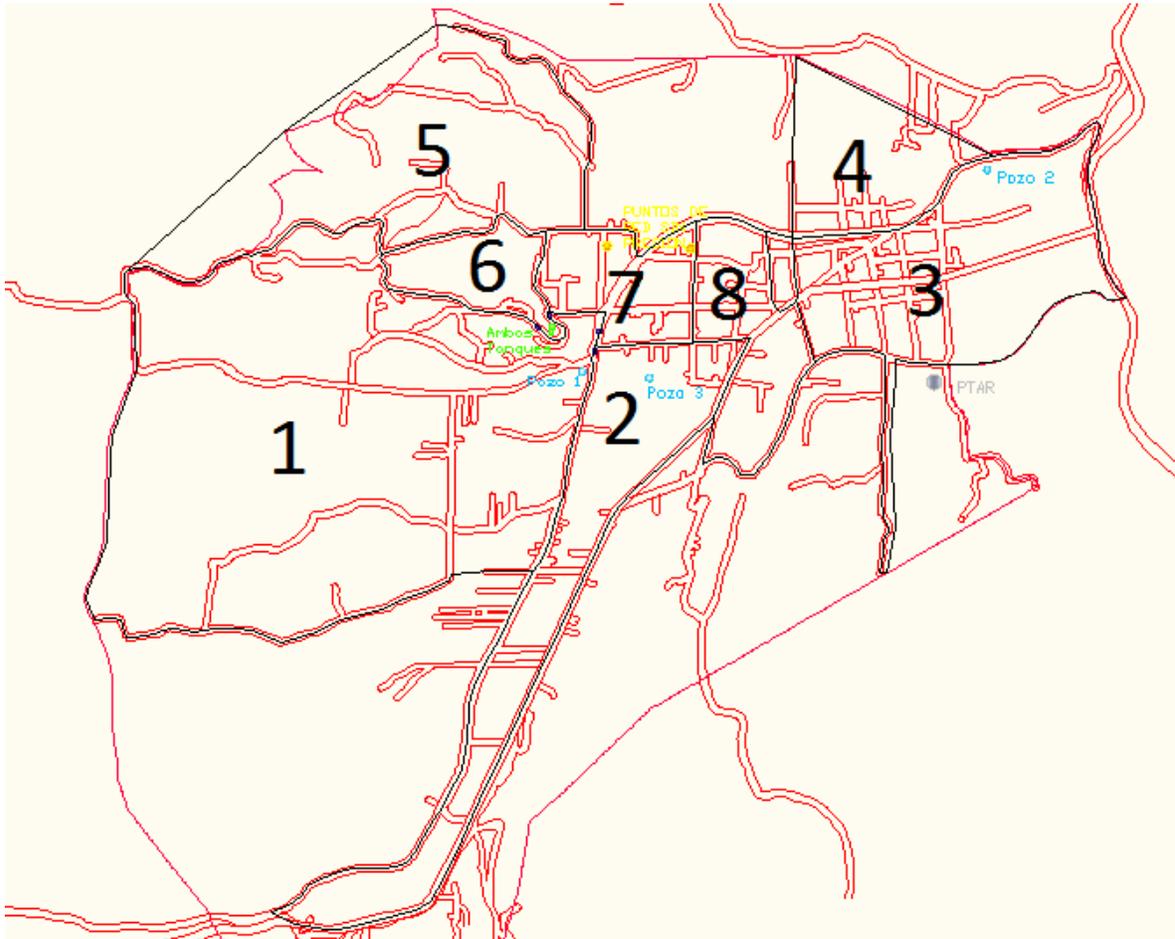
Distribución

El principal problema al que se enfrentan los operadores del sistema es la distribución del agua. En este sentido, y para dar agua a la mayor parte de la población, el organismo operador ha dividido la red de distribución de la cabecera municipal en ocho zonas de servicio.⁵ Ver Ilustración D – 5. A cada zona se le brinda servicio de agua potable cada tercer día y, en promedio, durante 4 horas.

Las zonas de servicio están controladas mediante válvulas de seccionamiento que se abren y cierran manualmente dependiendo la zona a la cual se debe abastecer siendo las menos favorecidas aquellas que se encuentran más alejadas de los tanques y en zonas altas. Esta forma de operar la red resulta muy desgastante para las tuberías debido a que reduce su vida útil hasta diez veces (Lambert, 2000).

⁵ Una zona de servicio es un segmento de red aislado temporalmente del sistema completo de manera que sólo esa zona disponga del servicio.

Ilustración D - 5.



Zonas de servicio en Ocotlán de Morelos

Políticas Operativas

La operación del sistema de distribución de agua potable del municipio de San Francisco Telixtlahuaca se describe a continuación.

Los dos pozos que tiene a su cargo el Organismo Operador aportan un gasto medio de 8.6 l/s a la cabecera municipal, este gasto es conducido a los dos tanques de regulación. Para la distribución del agua la red de la cabecera se ha dividido en ocho zonas de servicio. Ver Tabla D – 7, cada zona recibe un gasto de 8.6 l/s durante 4 horas cada ocho días, o bien 123,840 l/día. Partiendo de la hipótesis de

que las personas que se ubican en cada zona de servicio guardan un volumen para satisfacer sus necesidades durante los siguientes siete días, a cada zona le corresponde un volumen por día de 15,480 l/zona/día.

Considerando una aportación al drenaje del 75% del volumen que utiliza diario por zona de servicio (Sugerido por CONAGUA), se vierten al drenaje 11,610 l/día/zona; sin embargo, cada una de las ocho zonas de servicio dispone de agua almacenada, por lo que el volumen de agua aportado se incrementa en el mismo número de zonas de servicio, esto es $11,610(8) = 92,880$ l/día = 321,840 l/día los cuales representan 1.1 l/s que es el 75 % del gasto medio utilizado en el sistema, por lo que el gasto medio se incrementa a 1.5 l/s.

Por otra parte, partiendo de la medición de agua residual hecha en campo, la cual fue de aproximadamente 4.5 l/s, y considerando que a la hora de la medición (aproximadamente 18:00 horas) se tiene que el $Q_h = CVH * Q_m \Rightarrow Q_m = 4.5/1.1 = 4.0$ l/. Este último valor es el más cercano al gasto medido en el colector, por lo que se considera como el gasto medio utilizado en el sistema.

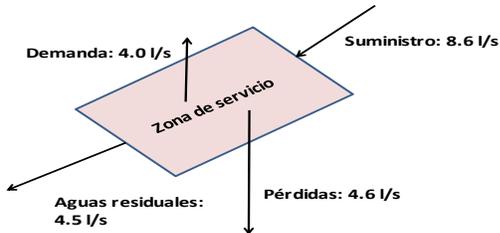
De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra tabla continuación: Se inyectan 8.6 l/s al sistema, se consumen 4.0 l/s, pierden 4.6 l/s y se vierten al drenaje 4.5 l/s. El nivel de pérdidas representa de acuerdo a esta información el 53 % del suministro. Lo anterior se traduce para el Organismo y/o el Municipio en un sobre costo de más del 50% ($4.6/8.6*100$) en energía eléctrica, potabilización, manejo y distribución del agua.

Tabla D - 7.
Horarios de servicio para cada zona.

Zona de servicio	Día							Horario de servicio	
	L	M	M	J	V	S	D	Inicial	Final
1		*		*		*		5:00	9:00
2	*		*		*			15:00	18:00
3	*		*		*			4:00	10:00
4	*		*		*			10:00	13:00
5	*		*		*			13:00	18:00
6		*		*		*		16:00	18:00

7		*		*		*		13:00	16:00
8		*		*		*		9:00	13:00

Ilustración D - 6.
Balance Hidráulico por zona de servicio.



De acuerdo con las mediciones hechas en campo, el desnivel entre los tanques y el centro de la cabecera municipal es de 20 m., mientras que en la parte más baja el desnivel es de hasta 40 m. La razón de darle importancia al desnivel entre el tanque y algunos puntos de la red es que la magnitud de la presión está en función de este: entre mayor sea el desnivel entre los tanques y la red, mayor será la presión en ese punto. La caída de presión en longitudes cortas de tubería sugiere la existencia de fugas, en la red del municipio se llegan a perder 20 mca en 325 m. Ver Ilustración D - 7. La variación de fugas con las presiones puede ser tan significativa que su relación se puede representar con una función potencial.

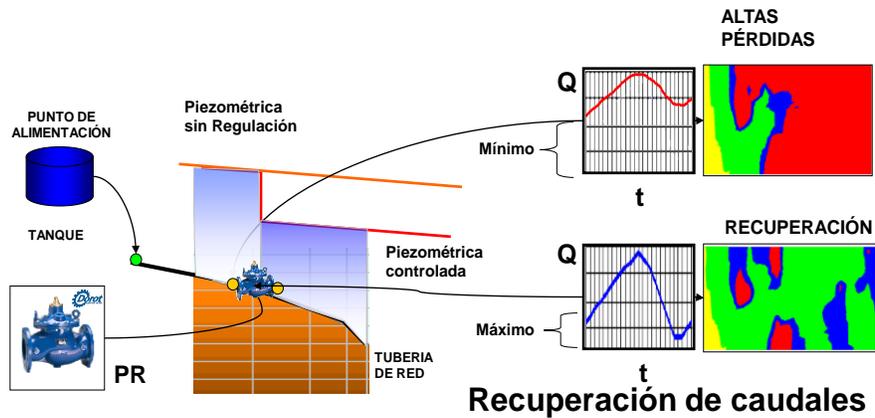
Ilustración D - 7.
Puntos de la red sin presión.



El control de presiones en los sistemas de distribución de agua potable es reconocido internacionalmente como una de las actividades clave en la reducción de las pérdidas de agua, y en la disminución de la frecuencia de aparición de roturas en las redes de distribución y conexiones domiciliarias. En los últimos años, se han hecho avances importantes en el desarrollo de métodos prácticos para la predicción y comprensión de la forma en que ocurren las fugas; algunos elementos de consumo y la frecuencia de rotura en sistemas de distribución, todos influenciados por la presión (Garzón, 2006). Ver Ilustración D – 8.

Ilustración D - 8.

Efecto de control de presiones en una red de distribución.



FUENTE: INDAGA. 2010

Sistema de drenaje sanitario

Las aguas servidas se vierten a un sistema de drenaje convencional que las conduce a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). De acuerdo con información proporcionada por el organismo operador, la PTAR actualmente se encuentra fuera de operación por rehabilitación. De acuerdo a estimaciones, el caudal que llega a la Planta de Tratamiento varía entre 6 y 8 l/s, los cuales actualmente se vierten al río Atoyac sin tratamiento alguno.

6. Principales problemas asociados al suministro de agua potable

Los principales problemas identificados en la prestación del servicio de agua potable en el municipio San Francisco Telixtlahuaca son:

1. No existen planos (catastro de red), de la red de distribución de agua potable.

2. No existe un sistema de medición ni en las fuentes de abastecimiento ni en las tomas de agua.
3. No se cuenta con medidores ni registros históricos de mediciones de gasto o volumen en las fuentes y tomas de agua.
4. Se cuenta con equipos de bombeo de muy baja eficiencia, por lo que se incrementa el costo del bombeo.
5. Se cuenta con una red de tubería muy vieja y en malas condiciones, propiciando el incremento de fugas no superficiales y el consecuente costo inútil de bombeo y manejo.
6. Actualmente la cobertura de la red de agua potable es del 80%. La distribución a la población que no cuenta con cobertura se realiza mediante pipas.
7. No existe padrón de usuarios.
8. No existe interés alguno de parte de la población en que sean instalados medidores, pues consideran que incrementaría el costo por el servicio.
9. La red creció sin planeación, por lo que existen zonas con diámetros insuficientes.
10. La falta de cultura de manejo del agua propicia el desperdicio de la misma.
11. No hay cultura del registro estadístico, ni de la rendición de cuentas en el organismo ni en la población.

7. Tomas

En el padrón de usuarios del municipio de San Francisco Telixtlahuaca se encuentran registradas 1620 tomas. El Organismo Operador cobra por otorgar el servicio de agua potable y alcantarillado una cuota fija de \$35 mensuales.

De esta manera, el balance hidráulico queda establecido como se muestra en la siguiente tabla:
Se inyectan 8.6 l/s al sistema, se consumen 4.0 l/s, se pierden 4.6 l/s y se vierten al drenaje 4.5 l/s, los cuales son vertidos al río Atoyac sin tratamiento.

B. Drenaje y Saneamiento

1. Principales problemas asociados al desalojo de las aguas servidas

1. No existe plano del catastro de la red de drenaje sanitario.
2. La cobertura de drenaje sanitario es del 71%. En las colonias sin cobertura se utilizan fosas sépticas y letrinas secas.
3. El servicio de drenaje sanitario no se cobra en la cuota.
4. El diámetro de la tubería del colector que funciona como emisor principal es insuficiente.
5. Se desconoce cómo fue calculada originalmente la red de drenaje existente.
6. Durante de época de lluvias se presentan la mayor parte de los problemas asociados a la obstrucción de la tubería con basura ya que en algunos puntos la red trabaja a presión, y considerando que la tubería es muy vieja, se producen roturas o fugas en las uniones, que de alguna manera contaminan las tuberías de agua potable "vacías" sin presión que lo evite.
- 7.

2. Red de alcantarillado sanitario

Se desconoce el estado y funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario y pluvial, además no se cuenta con equipo para brindar el mantenimiento a las estructuras de la red de alcantarillado.

3. Descargas

La descarga en el río Yutendahui, que es un influente del río Atoyac, se realiza sin tratamiento previo.

4. Sistema de saneamiento

La PTAR fue construida pero no fue estabilizada y actualmente se encuentra en remodelación. No se obtuvo mayor información.

C. Estructura Organizacional

1. Organigrama y funciones

El Organismo Operador es dependiente administrativa y financieramente de la Comisión Estatal del Agua (CEA). En el caso de San Francisco Telixtlahuaca, el responsable del servicio ante la CEA es el Administrador encargado de la oficina de Servicios de Agua Potable, de manera jerárquica, quien tiene a su cargo la operación de la infraestructura hidráulica. Existen tres personas que son quienes operan la red de distribución. Ver Ilustración D -10.

El Organismo Operador no cuenta con una declaración de objetivo específico, visión y misión. No cuenta con instalaciones propias y tampoco con una planeación ni rutinas conocidas para el mantenimiento de la infraestructura a su cargo. Existen problemas muy graves con personal de base.

Ilustración D - 10.
Estructura Organizacional del Organismo Operador.



No existe información clara, continua, fidedigna y específica sobre los servicios, sus usuarios, costos de operación y administración, bienes y capital destinados al servicio, consumos, ingresos directos por los servicios y otro tipo de ingresos, cartera vencida, déficits operacionales anuales, etc. Todo lo cual dificulta el análisis de su eficiencia comercial, administrativa y financiera.

2. Sistema contable

Esta información no pudo ser obtenida.

3. Costos de administración y operación anuales

Esta información no pudo ser obtenida.

D. Esquema financiero y tarifario

I. Tarifas por servicios de suministro de agua potable

El cobro es por cuota fija y está establecida en 420.0 \$/año/usuario. Sólo el 25 % de los usuarios paga el agua.

II. Estadística de consumos e ingresos mensuales y anuales

No se cuenta con históricos de esta información; pero se sabe que, en forma indirecta, esta información se encuentra dispersa dentro del sistema contable de la tesorería municipal.

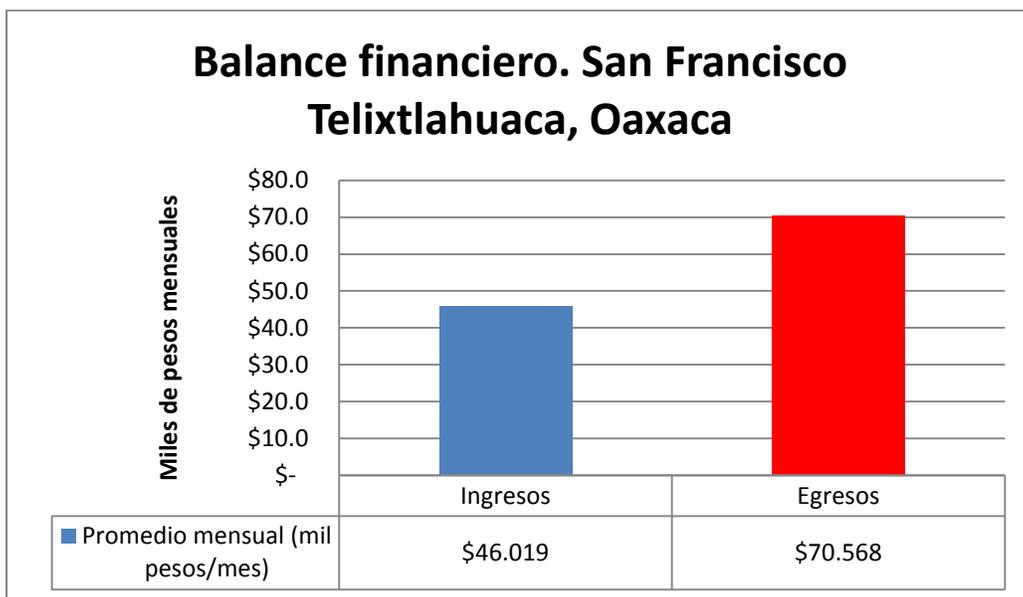
III. Balance financiero

De acuerdo con la información que fue posible recopilar, de manera mensual el Organismo Operador eroga en promedio \$20,600 pesos para el pago de energía eléctrica que, sumados a los costos de mantenimiento y operación (estimados en \$60,000 pesos erogados principalmente en sueldos, salarios y prestaciones), el Organismo Operador eroga una cantidad cercana a los \$80,600 pesos mensuales. Considerando el nivel de recaudación (25%), la tarifa actualmente vigente (35 \$/mes) y los ingresos por concepto de conexión y rezago, mensualmente los ingresos del organismo operador serían del orden de \$46,000 pesos mensuales, es decir, tiene un déficit de \$34,600 mensualmente. Ver Ilustración A-11.

Traducida en pesos, la pérdida del 42% del agua que se inyecta a la red equivale a decir que diariamente se pierden \$1,240 pesos (considerando el indicador 11 de la Tabla D-7) y de manera mensual \$ 37,220 pesos.

Ilustración D - 11.

Balance Financiero. Organismo Operador de San Francisco Telixtlahuaca, Oaxaca



E. Indicadores de evaluación y gestión del servicio.

A continuación se muestran los principales indicadores del municipio que pueden ser calculados a partir de la información proporcionada y estimada.

Tabla D- 7.
Indicadores de gestión y evaluación.

	Indicador	Formula	Unidad	Valor
1	Cobertura de agua potable	$\text{Población con agua potable} \times 100 / \text{Población total}$	%	80
2	Cobertura de alcantarillado	$\text{Población con alcantarillado} \times 100 / \text{Población total}$	%	70.5
3	Cobertura de tratamiento	$\text{Volumen de agua residual tratada} \times 100 / \text{Volumen de agua residual generada}$	%	0
4	Continuidad del servicio	$\text{Tomas con servicio continuo} \times 100 / \text{Total de tomas activas}$	%	0
5	Incidencia de la energía eléctrica	$\text{Costo de la energía eléctrica} \times 100 / \text{Costos operacionales}$	%	41
6	Cobertura de Macro medición	$\text{Macro medidores instalados funcionando} \times 100 / \text{Fuentes de abastecimiento activa}$	%	50
7	Cobertura de micro medición	$\text{Micro medidores instalados funcionando} \times 100 / \text{Tomas de agua activas registradas}$	%	0
8	Eficiencia física	$\text{Volumen de agua facturada} \times 100 / \text{Volumen de agua producida}$	%	25
9	Eficiencia comercial	$\text{Importe de agua recaudado} \times 100 / \text{Importe de agua producida}$	%	52
10	Eficiencia total	$\text{Eficiencia física} \times \text{eficiencia comercial}$	%	13
11	Costo de producción por m ³ de agua potable	$\text{Costos operacionales y administrativos} / \text{volumen extraído}$	\$/m ³	2.29